

**ACTA DE EVALUACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL**

Año académico 2017/18

DOCTORANDO: **RODRÍGUEZ MORO, CARLOS**  
D.N.I./PASAPORTE: \*\*\*\*2384H

PROGRAMA DE DOCTORADO: **D420-CIENCIAS DE LA SALUD**  
DPTO. COORDINADOR DEL PROGRAMA: **BIOLOGÍA DE SISTEMAS**  
TITULACIÓN DE DOCTOR EN: **DOCTOR/A POR LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ**

En el día de hoy 23/05/18, reunido el tribunal de evaluación nombrado por la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado y Doctorado de la Universidad y constituido por los miembros que suscriben la presente Acta, el aspirante defendió su Tesis Doctoral, elaborada bajo la dirección de **CELIA CLEMENTE ARRIBA // RICARDO NAVARRO SUAY**.

Sobre el siguiente tema: *LESIONES DE APARATO LOCOMOTOR Y SUS ESTRUCTURAS ASOCIADAS PRODUCIDAS POR ARMA DE FUEGO O EXPLOSIVO EN ÁREAS DE CONFLICTO BÉLICO ASIMÉTRICO*


Finalizada la defensa y discusión de la tesis, el tribunal acordó otorgar la CALIFICACIÓN GLOBAL<sup>1</sup> de (no apto, aprobado, notable y sobresaliente): SOBRESALIENTE

Alcalá de Henares, 23 de Mayo de 2018

EL PRESIDENTE

  
Fdo.: .....

EL SECRETARIO

  
Fdo.: .....

EL VOCAL

  
Fdo.: .....

Con fecha 11 de junio de 2018 la Comisión Delegada de la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado, a la vista de los votos emitidos de manera anónima por el tribunal que ha juzgado la tesis, resuelve:

- Conceder la Mención de "Cum Laude"  
 No conceder la Mención de "Cum Laude"

La Secretaria de la Comisión Delegada



FIRMA DEL ALUMNO,

  
Fdo.: .....

<sup>1</sup> La calificación podrá ser "no apto" "aprobado" "notable" y "sobresaliente". El tribunal podrá otorgar la mención de "cum laude" si la calificación global es de sobresaliente y se emite en tal sentido el voto secreto positivo por unanimidad.

INCIDENCIAS / OBSERVACIONES:



Universidad  
de Alcalá

COMISIÓN DE ESTUDIOS OFICIALES  
DE POSGRADO Y DOCTORADO

En aplicación del art. 14.7 del RD. 99/2011 y el art. 14 del Reglamento de Elaboración, Autorización y Defensa de la Tesis Doctoral, la Comisión Delegada de la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado y Doctorado, en sesión pública de fecha 11 de junio, procedió al escrutinio de los votos emitidos por los miembros del tribunal de la tesis defendida por *RODRÍGUEZ MORO, CARLOS*, el día 23 de mayo de 2018, titulada *LESIONES DE APARATO LOCOMOTOR Y SUS ESTRUCTURAS ASOCIADAS PRODUCIDAS POR ARMA DE FUEGO O EXPLOSIVO EN ÁREAS DE CONFLICTO BÉLICO ASIMÉTRICO*, para determinar, si a la misma, se le concede la mención "cum laude", arrojando como resultado el voto favorable de todos los miembros del tribunal.

Por lo tanto, la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado **resuelve otorgar** a dicha tesis la

**MENCIÓN "CUM LAUDE"**



Alcalá de Henares, 12 de junio de 2018  
EL VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA

F. Javier de la Mata de la Mata

**Copia por e-mail a:**

Doctorando: RODRÍGUEZ MORO, CARLOS

Secretario del Tribunal: FRANCISCO FORRIOL CAMPOS

Director/a de Tesis: CELIA CLEMENTE ARRIBARICARDO NAVARRO SUAY







Universidad  
de Alcalá

ESCUELA DE DOCTORADO  
Servicio de Estudios Oficiales de  
Posgrado

DILIGENCIA DE DEPÓSITO DE TESIS.

Comprobado que el expediente académico de D./D<sup>a</sup> \_\_\_\_\_  
reúne los requisitos exigidos para la presentación de la Tesis, de acuerdo a la normativa vigente, y habiendo  
presentado la misma en formato:  soporte electrónico  impreso en papel, para el depósito de la  
misma, en el Servicio de Estudios Oficiales de Posgrado, con el nº de páginas: \_\_\_\_\_ se procede, con  
fecha de hoy a registrar el depósito de la tesis.

Alcalá de Henares a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_\_



Fdo. El Funcionario



**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD**

---

**LESIONES DEL APARATO LOCOMOTOR Y  
ESTRUCTURAS ASOCIADAS POR ARMA  
DE FUEGO O EXPLOSIVOS EN UN  
CONFLICTO BÉLICO ASIMÉTRICO**

---

**Experiencia del Hospital Militar Español  
desplegado en Herat (Afganistán), 2006-2013**

**Tesis Doctoral presentada por  
D. CARLOS RODRÍGUEZ MORO**

2018

Directora:

Dra. Dña. Celia Clemente de Arriba

Codirector:

Dr. D. Ricardo Navarro Suay





**DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA,  
CIENCIAS MÉDICAS Y SOCIALES**

Facultad de Medicina-Campus Universitario  
Módulo V-1ª planta  
Ctra. Madrid-Barcelona, Km., 33,600  
E-28871 Alcalá de Henares (Madrid)  
Tel. 91 885 45 39  
Fax: 91 885 45 93  
E-mail: dpto.cirumedsoc.@uah.es

*Unidad Docente de Anatomía  
y Embriología Humana*

**Dña. CELIA CLEMENTE DE ARRIBA**, Profesora Titular de Universidad del Departamento de Cirugía, Ciencias Médicas y Sociales de la Universidad de Alcalá

y

**D. RICARDO NAVARRO SUAY**, Profesor Asociado en Ciencias de la Salud del Departamento de Cirugía, Ciencias Médicas y Sociales de la Universidad de Alcalá

Como Directores de la presente Tesis Doctoral,

#### CERTIFICAN

Que el trabajo titulado "LESIONES DEL APARATO LOCOMOTOR Y ESTRUCTURAS ASOCIADAS POR ARMA DE FUEGO O EXPLOSIVOS EN UN CONFLICTO BÉLICO ASIMÉTRICO" realizado por **D. Carlos Rodríguez Moro**, reúne los requisitos metodológicos y valor científico adecuados para ser presentado y defendido para optar al grado de Doctor por la Universidad de Alcalá.

Y para que así conste, se expide el presente certificado en Alcalá de Henares, a veinticinco de mayo de dos mil diecisiete.

Fdo.: Dra. Dña. Celia Clemente de Arriba



Fdo.: Dr. D. Ricardo Navarro Suay





Universidad  
de Alcalá

Dr. D. Pedro de la Villa Polo, Coordinador de la Comisión Académica del Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud.

**INFORMA** que la Tesis Doctoral titulada **LESIONES DEL APARATO LOCOMOTOR Y ESTRUCTURAS ASOCIADAS POR ARMAS DE FUEGO O EXPLOSIVOS EN UN CONFLICTO BÉLICO ASIMÉTRICO** presentada por D. **CARLOS RODRÍGUEZ MORO**, bajo la dirección de la Dra. Dña. Celia Clemente de Arriba y del Dr. D. Ricardo Navarro Suay, reúne los requisitos científicos de originalidad y rigor metodológicos para ser defendida ante un tribunal. Esta Comisión ha tenido también en cuenta la evaluación positiva anual del doctorando, habiendo obtenido las correspondientes competencias establecidas en el Programa.

Para que así conste y surta los efectos oportunos, se firma el presente informe en Alcalá de Henares a 09 de febrero de 2018.

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ. PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

Fdo.: Pedro de la Villa Polo





*A Virginia, mi amada compañera en este viaje de la vida.*

*A mis padres, Carlos y Elena; y mis hermanos Enrique y Elena, ellos son mi baluarte.*

*A Carlota, Candela y Martina, suyo es el futuro.*





*Las opiniones recogidas en el presente trabajo representan exclusivamente el punto de vista del autor y no tienen por qué coincidir con la postura oficial del Ministerio de Defensa ni con la de ninguna otra institución pública o privada mencionada en este estudio.*





Índice



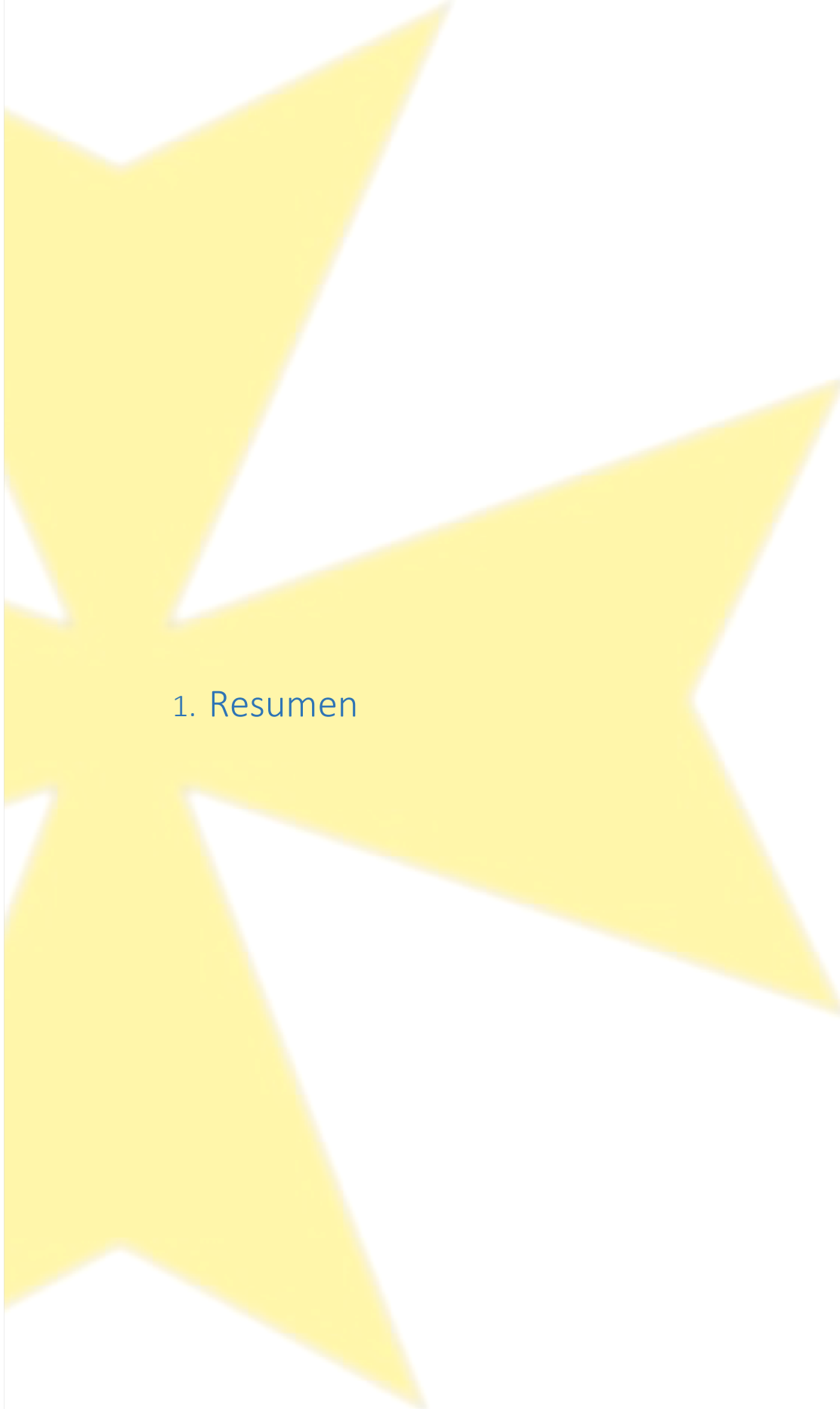
<b>1.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS EMPLEADOS .....</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>21</b>
<b>7.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>8.</b>	<b>REVISIÓN HISTÓRICA. LA CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA MILITAR EN LA HISTORIA.....</b>	<b>35</b>
8.1.	PREHISTORIA.....	37
8.2.	HISTORIA ANTIGUA.....	37
8.3.	GRECIA CLÁSICA.....	37
8.4.	CIVILIZACIÓN ROMANA.....	39
8.5.	EDAD MEDIA.....	43
8.6.	EDAD MODERNA.....	44
8.7.	EDAD CONTEMPORÁNEA.....	45
8.8.	PRIMERA GUERRA MUNDIAL.....	46
8.9.	GUERRA CIVIL ESPAÑOLA.....	47
8.10.	SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.....	48
8.11.	GUERRA DE VIETNAM.....	49
<b>9.</b>	<b>REVISIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE LESIONES ORTOPÉDICAS POR ARMA DE FUEGO Y EXPLOSIVOS EN CONFLICTOS ASIMÉTRICOS.....</b>	<b>51</b>
9.1.	FISIOPATOLOGÍA DE LAS LESIONES POR ARMA DE FUEGO.....	53
9.1.1.	<i>Conceptos generales de balística: definiciones, mecanismo de acción.....</i>	<i>53</i>
9.1.2.	<i>Eficacia de las armas .....</i>	<i>57</i>
9.1.3.	<i>Clasificación de las armas de fuego según la velocidad .....</i>	<i>58</i>
9.1.4.	<i>Ejemplos de diferentes efectos de proyectiles.....</i>	<i>60</i>
9.1.5.	<i>Trauma balístico.....</i>	<i>63</i>
9.1.6.	<i>Características de las lesiones musculoesqueléticas por arma de fuego.....</i>	<i>64</i>
9.2.	FISIOPATOLOGÍA DE LAS LESIONES POR EXPLOSIVOS.....	67
9.2.1.	<i>Artefactos explosivos improvisados en las guerras a lo largo de la historia.....</i>	<i>67</i>
9.2.2.	<i>Artefactos Explosivos Improvisados (IEDs).....</i>	<i>67</i>
9.2.3.	<i>Componentes de los Artefactos Explosivos Improvisados.....</i>	<i>68</i>
9.2.4.	<i>Clasificación de los Artefactos Explosivos Improvisados (IED) .....</i>	<i>70</i>
9.2.5.	<i>La lesión por explosivo.....</i>	<i>73</i>
9.3.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN.....	88
9.3.1.	<i>Medidas de protección activa .....</i>	<i>88</i>
9.3.2.	<i>Medidas de protección pasiva.....</i>	<i>88</i>
9.3.3.	<i>Aspectos médicos de las medidas de protección.....</i>	<i>93</i>
9.4.	PAPEL DEL AGENTE LESIVO PARA EL MANEJO DE LA BAJA EN COMBATE.....	95
9.4.1.	<i>Distribución del agente lesivo en las guerras modernas, de la Segunda Guerra Mundial a los años 80 del Siglo XX.....</i>	<i>95</i>
9.4.2.	<i>Área corporal afectada en conflictos modernos.....</i>	<i>96</i>

9.4.3.	<i>Mortalidad por armas de fuego o explosivos en cada conflicto.....</i>	97
9.5.	CONFLICTO ASIMÉTRICO. CONCEPTO E IMPORTANCIA ACTUAL .....	97
9.5.1.	ATENTADOS TERRORISTAS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.....	99
9.6.	ÍNDICE DE GRAVEDAD DEL PACIENTE TRAUMÁTICO .....	100
9.6.1.	<i>AIS.....</i>	100
9.6.2.	<i>ISS.....</i>	102
9.6.3.	<i>NISS.....</i>	102
9.7.	DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO INICIAL.....	103
9.7.1.	<i>Control de daños.....</i>	104
9.7.2.	<i>Lesiones musculo-esqueléticas por explosión. ....</i>	105
9.7.3.	<i>Pruebas de imagen.....</i>	105
9.7.4.	<i>Sistemática de tratamiento de lesiones de aparato locomotor por arma de fuego o explosivos.....</i>	105
<b>10.</b>	<b>DESPLIEGUE DE LA SANIDAD MILITAR ESPAÑOLA EN AFGANISTÁN DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO Y CAPACIDADES DEL HOSPITAL MILITAR ESPAÑOL.....</b>	<b>119</b>
<b>11.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>129</b>
<b>12.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>133</b>
12.1.	OBJETIVO PRINCIPAL .....	135
12.2.	OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	135
<b>13.</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>137</b>
13.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	139
13.2.	AUTORIZACIONES .....	139
13.3.	POBLACIÓN O MUESTRA DEL ESTUDIO .....	139
<i>Diseño del proyecto:.....</i>	<i>.....</i>	<i>139</i>
13.4.	TAMAÑO MUESTRAL .....	139
13.5.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	140
13.5.1.	<i>Protección de personas y animales.....</i>	<i>140</i>
13.5.2.	<i>Confidencialidad de los datos.....</i>	<i>140</i>
13.5.3.	<i>Derecho a la privacidad y consentimiento informado.....</i>	<i>140</i>
13.6.	RECOLECCIÓN DE DATOS .....	140
13.7.	VARIABLES.....	140
13.8.	ANÁLISIS DE DATOS.....	141
13.9.	PRUEBAS ESTADÍSTICAS.....	141
13.10.	APLICACIONES INFORMÁTICAS.....	141
<b>14.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>143</b>
14.1.	RESULTADOS GENERALES .....	145
14.2.	ÍNDICES DE GRAVEDAD.....	149
14.3.	DIFERENCIAS AL APLICAR LOS ÍNDICES ISS Y NISS. ....	152
14.4.	ÁREAS CORPORALES LESIONADAS.....	153
14.5.	MEDIDAS DIAGNÓSTICAS Y TERAPÉUTICAS.....	156
14.6.	GRUPOS DE LESIONES.....	159
14.6.1.	<i>Grupos de lesiones según agente lesivo.....</i>	<i>159</i>
14.6.2.	<i>Grupos de lesiones según empleo o no de medidas de protección pasiva.....</i>	<i>164</i>
14.7.	AMPUTACIONES SEGÚN AGENTE LESIVO, MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVA Y RELACIÓN CON ÍNDICES DE GRAVEDAD. ....	168
14.8.	ÍNDICES DE GRAVEDAD EN PACIENTES CON FRACTURAS ABIERTAS POR EXPLOSIVOS.....	170
<b>15.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>171</b>
15.1.	ASPECTOS GENERALES .....	173
15.2.	GRAVEDAD SEGÚN AGENTE LESIVO Y SEGÚN EMPLEASE O NO MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVA. ....	181

15.3.	DIFERENCIAS ISS VS NISS .....	187
15.4.	TOPOGRAFÍA DE LAS LESIONES Y NUMERO DE ÁREAS CORPORALES LESIONADAS SEGÚN AGENTE LESIVO Y SEGÚN EMPLEASE O NO MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVA. ....	188
15.5.	LESIONES POR EXPLOSIVOS .....	196
15.6.	MEDIDAS DIAGNÓSTICO-TERAPÉUTICAS.....	196
15.7.	LESIONES MÁS FRECUENTES Y FRECUENCIA POR GRUPOS DE LESIONES SEGÚN AGENTE LESIVO Y SEGÚN EMPLEASE O NO MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVA.....	198
15.8.	AMPUTACIONES.....	204
15.9.	ÍNDICES DE GRAVEDAD DE LOS PACIENTES CON FRACTURAS ABIERTAS POR EXPLOSIVOS.....	205
15.10.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	207
15.11.	FORTALEZAS DEL ESTUDIO .....	208
<b>16.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>209</b>
16.1.	CONCLUSIÓN PRINCIPAL.....	211
16.2.	CONCLUSIONES SECUNDARIAS.....	211
<b>17.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>213</b>
	<i>Anexo 1. Equivalencias de los descriptores del índice tabular de la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE- 9-MC con los grupos de patología empleados. ....</i>	<i>215</i>
	<i>Anexo 2. Matriz de Barrell modificada .....</i>	<i>216</i>
	<i>Anexo 3. Autorización del jefe del hospital español Role 2 de Herat (Afganistán) durante el periodo de abril a octubre de 2008, para la recogida de datos .....</i>	<i>217</i>
	<i>Anexo 4. Autorización del General de Brigada Médico Director de Sanidad del Ejército del Aire (autoridad delegada para la custodia de la documentación clínica del Hospital Militar español desplegado en Herat), para la consulta de las Historias Clínicas del periodo de estudio. ....</i>	<i>218</i>
	<i>Anexo 5. Informe del Comité de Ética de Investigación con medicamentos de la Inspección General de Sanidad de la Defensa.....</i>	<i>219</i>
	<i>Anexo 6. Autorización reproducción imágenes de la colección histórica de la Biblioteca de Ciencias de la Salud Claude Moore, Universidad de Virginia. ....</i>	<i>220</i>
<b>18.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>221</b>







## 1. Resumen



# LESIONES DEL APARATO LOCOMOTOR Y ESTRUCTURAS ASOCIADAS POR ARMA DE FUEGO O EXPLOSIVOS EN UN CONFLICTO BÉLICO ASIMÉTRICO

Experiencia del Hospital Militar Español desplegado en Herat (Afganistán), 2006-2013

por:

Carlos Rodríguez Moro

El presente estudio analiza las lesiones y la relación con los índices de gravedad anatómicos en los pacientes (tropas de la coalición internacional y personal local) con lesiones por explosivos o arma de fuego, subsidiarios de tratamiento por el especialista en Cirugía Ortopédica y Traumatología, atendidos en el Hospital Militar español desplegado en Herat (Afganistán) durante el periodo 2006 a 2013, en el contexto de un conflicto bélico asimétrico.

Las particularidades de las últimas guerras en las que han intervenido coaliciones de países occidentales en Irak y Afganistán, además de la amenaza yihadista, hacen de esta investigación una referencia interesante no solo para la sanidad militar en operaciones internacionales, sino también para la sanidad civil, a la hora de enfrentarse con un ataque terrorista en territorio nacional.

El objetivo de este trabajo es analizar la asociación entre el agente lesivo (explosivo o arma de fuego), el empleo de medidas de protección pasiva (casco, chaleco o vehículo blindado) el área anatómica afecta, las lesiones producidas sobre aparato locomotor o estructuras asociadas y la gravedad del paciente, expresada mediante índices de gravedad anatómicos (ISS y NISS), así como su relación con las necesidades diagnóstico-terapéuticas y la mortalidad.

De los pacientes atendidos, un 70% fueron locales afganos, un 87% de edades comprendidas entre 16 y 34 años, y un 96% hombres.

La medianas de los índices ISS y NISS fueron 8. En conjunto, no hubo diferencias en la gravedad de los pacientes con lesiones ortopédicas por explosivo frente a los pacientes con lesiones ortopédicas por arma de fuego.

En el grupo de pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, aquellos con lesiones ortopédicas por explosivos, presentaron puntuaciones mayores de 15 (graves) en los índices ISS y NISS más frecuentemente que los pacientes con lesiones por arma de fuego.

Los pacientes con lesiones por arma de fuego precisaron intervenciones quirúrgicas mayores más frecuentemente que los pacientes con lesiones por explosivos. Éstos requirieron más evacuaciones a un escalón sanitario superior intrateatro.

Los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva fueron sometidos a cirugía mayor e ingresaron en UCI más frecuentemente que los pacientes que si disponían de medidas de protección pasiva.

Los pacientes con amputaciones traumáticas por explosivos y los pacientes que presentaron fracturas abiertas por explosivos, presentaron índices de gravedad mayores de 15 mucho más frecuentemente que el resto de pacientes. En nuestra muestra, la amputación traumática y de fractura abierta por explosivos fueron marcadores de gravedad.

Con la limitación de tratarse de un estudio observacional retrospectivo, cuyas conclusiones por tanto se ciñen a la muestra estudiada, esta investigación sugiere, entre otras implicaciones: la necesidad de avanzar en el empleo y perfeccionamiento de medidas de protección pasiva; cuales son el tipo de lesiones y necesidades diagnóstico-terapéuticas a tener en cuenta en la planificación de cara a futuros despliegues de unidades sanitarias; la identificación de lesiones claves que orienten hacia la gravedad en pacientes que hayan sufrido ataques con explosivos y la utilidad de constituir un registro de patología traumática en el ámbito militar.

CÓDIGOS UNESCO:	321315	TRAUMATOLOGIA
	321310	CIRUGÍA ORTOPÉDICA
	510305	GUERRA
	631013	TERRORISMO





## 2. Agradecimientos



A todos los militares que lejos de su familia y de las comodidades cotidianas luchan por su país, contra la tiranía del terror.

A los miembros del Cuerpo Militar de Sanidad; a los presentes, cuyo esfuerzo durante todos estos años de guerras no ha sido reconocido y a los pasados, gigantes a hombros de los que caminamos.

A los suboficiales y militares de tropa destinados en unidades sanitarias, por su entrega y profesionalidad en las condiciones más adversas.

A los codirectores de esta Tesis, Dra. Clemente de Arriba por su inestimable colaboración y optimismo, y al Dr. Navarro Suay, gran ejemplo de Médico Militar e incansable trabajador, con el que tuve mi primer encuentro en la plataforma del aeropuerto de Qala i Naw, Afganistán, bajo el rotor de un helicóptero Superpuma, todo un presagio.

Al Profesor D. Antonio López Alonso, Catedrático de Cirugía Ortopédica y Traumatología, por su guía y sus ánimos en el inicio de este trabajo.

Al Dr. Carlos Gutiérrez Ortega, por su disponibilidad, visión certera, y por el imprescindible apoyo para el desarrollo estadístico de este trabajo.

A la Sanidad del Ejército del Aire, especialmente al General Médico Alonso y al Coronel Médico Torner, por su autorización y al Coronel Farmacéutico Juste, cuya prolongada labor en el sostenimiento del Hospital Militar desplegado en Herat, es digna de mención.

A mis jefes, con los que estoy en deuda: Dr. González y Dr. Ramos. Al Dr. Gómez de Valenzuela, paradigma de científico ilustrado, al Dr. Fernando Álvarez-Sala Walther cirujano y persona de extraordinaria capacidad y muy especialmente al Dr. Areta Jiménez, maestro ejemplar e inagotable perseguidor de la excelencia en cada uno de los aspectos de la Cirugía Ortopédica y Traumatología militar y más concretamente en la Cirugía del Raquis.

A mis compañeros traumatólogos militares de los que tanto aprendo, unidos como estamos por un estrecho vínculo, especialmente al Dr. Bernácer López, al Dr. Orellana Gómez-Rico, Al Dr. Tamburri Bariaín, a la Dra. Crego Vita, a la Dra. Martínez Roldán y al Dr. García Cañas.

Al Dr. Cobo Soriano, por sus valiosos consejos para la redacción y defensa de esta Tesis. Al Dr. Martínez Izquierdo, por su colaboración en la corrección en lo referido a la cirugía vascular.

A todos nuestros residentes, estímulo constante para mejorar.

A mi familia, especialmente a mi amada esposa, por su apoyo incondicional.

A mis padres que me inculcaron el amor a España y a la profesión de médico militar.

Sin ellos este trabajo nunca hubiera sido posible.







### 3. Acrónimos y abreviaturas empleados



- **AdF.** Arma de Fuego
- **ANA.** Ejército Nacional Afgano (*Afghan National Army*)
- **ANA.** Policía Nacional Afgana (*Afghan National Police*)
- **ASPFOR.** Fuerza Española para Afganistán (*Afganistán SPanish FORce*) Nombre de los sucesivos contingentes del Ejército de Tierra español desplegados en Afganistán.
- **ASPHUEL.** Unidad de Helicópteros del Ejército de Tierra en Afganistán. Cumplió diferentes misiones y estuvo dotada de helicópteros de transporte AS-532 “Cougar”, de transporte pesado CH 47D “Chinook” y de ataque EC-665 “Tigre”.
- **ATLS.** Protocolo de Soporte vital avanzado. (*Advanced Trauma Life Support*),
- **CIE- 9-MC.** Clasificación Internacional de Enfermedades 9ª Ed Modificación Clínica.
- **CWIED.** IED accionado por control remoto por cable (*Command Wired IED*).
- **DCR.** Resucitación de control de daños (*Damage Control Resucitation*).
- **DCS.** Cirugía de control de daños (*Damage Control Surgery*).
- **DCOS.** Cirugía ortopédica de control de daños (*Damage Control Orthopaedic Surgery*).
- **DOW.** Pacientes muertos por sus heridas (*Died of Wounds*)
- **DoDTR.** Registro de patología traumática del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América. (*Department of Defense Trauma Registry*). En él se integran la patología traumática que afecta a todo el personal de servicios uniformados dependientes de Departamento de Defensa de Estados Unidos (Ejército, Armada, Cuerpo de Marines, Fuerza Aérea y Guardacostas).
- **ECC.** Explosivos de Carga Conformada (*EFP Explosively Formed Penetrators*)
- **ECO FAST.** Exploración ecográfica centrada en el abdomen el paciente traumático. (*Focused Abdominal Sonography for Trauma*) Exploración ecográfica centrada en 4 puntos cuyo objeto es descartar inmediatamente si el shock es atribuible a hemoperitoneo, hemopericardio o hemo/neumotórax y descartar lesiones viscerales groseras.
- **EOR.** Reconocimiento de Artefactos Explosivos (*Explosive Ordnance Reconnaissance*)
- **FOD.** Daño por Objetos Extraños de Desecho. (*Foreign Object Damage / Debris*)
- **GCS.** Escala del Coma de Glasgow (*Glasgow Coma Scale*)
- **HFS-98.** La escala de fracturas de Hannover -98 (*Hannover Fracture Scale-98*)
- **HELISAF.** Destacamento del Ejército del Aire de la Fuerza Internacional de Asistencia a la Seguridad. Unidad encargada de la Aeroevacuaciones medicalizadas basada en Herat y dotada de dos helicópteros HD-21 Superpuma
- **IC.** Intervalo de Confianza
- **IED.** Artefacto explosivo improvisado (*Improvised Explosive Device*)
- **IPIED.** Proyectoil propulsado improvisado. (*Improvised Projectile IED*)
- **ISAF.** Fuerza Internacional de Ayuda para la Seguridad (*International Security Assistance Force*)
- **ISS.** Escala de gravedad de la lesión. (*Injury Severity Score.*)
- **JTS.** Sistema de Patología Traumática Conjunta (*Joint Trauma System*), Su misión consiste en mantener el registro de trauma del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, proveer el adecuado acceso al mismo, suministrar información relevante sobre los cuidados al paciente traumático y su evolución y crear una estrategia de investigación para dirigida a reducir la morbilidad y la mortalidad de los combatientes. Constituido en 2004 por el teatro de operaciones de Irak, su primer director fue el Dr. Bryan Eastridge.
- **JTTR.** Registro de patología Traumática en el Teatro de operaciones Conjunto. (*Joint Theatre Trauma Registry*). Creado en 2004 a partir de los Registros de Trauma que se creaban para cada operación en curso y dentro de cada ejército, en el marco del (JTS *Joint Trauma System*). Es la mayor base de datos de lesiones en combate del mundo.

- **KIA.** Muertos en combate (*Killed In Action*)
- **LEAP.** Proyecto de evaluación de extremidad inferior. (*Lower Extremity Assesment Project*). Grupo de estudio multicéntrico sobre el paciente traumatizado grave con lesiones en miembro inferior que trata de establecer guías de manejo.
- **LSI.** Índice de Salvamento del Miembro (*Limb Savage Index*)
- **MESS.** Escala de Gravedad de la Extremidad Catastrófica (*Mangled Extremity Severity Score*)
- **MCIS.** Escala de gravedad de la lesión de combate (*Military Combat Injury Scale*)
- **mISS.** ISS militar o Escala de gravedad de la lesión militar. (*Military Injury Severity Score*).
- **MMII.** Miembros Inferiores
- **MMSS.** Miembros Superiores
- **MPP.** Medidas de Protección Pasiva
- **NISS.** Nueva escala de gravedad de las lesiones. (*New Injury Severity Score*)
- **NISSA.** Escala de lesión nerviosa, isquemia, lesión partes blandas, esqueléticas, Shock y edad del paciente (*Nerve injury, Ischemia, Soft-tissue injury, Skeletal injury, Shock and Age of patient Score*)
- **OEF.** Operación Libertad Duradera, Afganistán. (*Operation Enduring Freedom*.)
- **OIF.** Operación Libertad Iraquí, Iraq. (*Operation Irak Freedom*).
- **OTAN.** Organización del Tratado del Atlántico Norte
- **P.e.** por ejemplo
- **PHTLS.** Protocolo de Soporte Vital Prehospitalario. (*Pre Hospital Trauma Life Support*)
- **PPC.** Presión de Perfusión Capilar. Se define como la diferencia entre la tensión arterial media (TAM) menos la presión intracompartimental (PIC).
- **PIC.** Presión Intra Compartimental
- **PSI** Índice Predictivo de Salvamento del miembro catastrófico (*Predictive Savage Index*)
- **RCIED.** IED accionado por control remoto (*Remote Controlled IED*)
- **ROLE.** Capacidad de la formación sanitaria.
- **RP.** Razón de Prevalencia
- **Rx.** Radiografía simple
- **TAM.** Tensión Arterial Media
- **TC.** Tomografía computarizada
- **TCCC.** Protocolo de cuidado de la baja en el entorno táctico. (*Tactical Combat Casualty Care*).
- **TIED.** IED temporizado (*Timed IED*)
- **TN.** Territorio Nacional. Lugar donde se asienta el potencial de una nación. En él se encuentra la base de producción, de proyección y de sostenimiento de las fuerzas empeñadas en el teatro de operaciones.
- **TO / ZO.** Teatro de Operaciones / Zona de Operaciones. Lugar donde se desarrollan las operaciones militares y el apoyo a éstas.
- **UCI.** Unidad de Cuidados Intensivos
- **UKJTTR.** Registro Patología Traumática en el Teatro de Operaciones Conjunto de Gran Bretaña. (*United Kingdom Joint Theatre Trauma Registry*).
- **RETRAUCI.** Registro de Patología Traumática en Unidades de Cuidados Intensivos. Iniciativa de la Sociedad Española de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias para crear un registro nacional de patología traumática en enfermos críticos.
- **SAR.** Búsqueda y salvamento. (*Search And Rescue*). Unidad de aviación encargada de la misión de búsqueda y salvamento de tripulantes de aeronaves.
- **SRIS.** Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica.
- **UVIED.** IED en vehículo no tripulado. (*Unmanned Vehicle IED*).
- **VBIED.** Vehículo bomba (*Vehicle Bomb IED*).
- **VOIED.** IED accionado por la víctima / trampa explosiva (*Victim-Operated IED/Booby Trap*).



## 4. Índice de ilustraciones



Ilustración 1. Aquiles vendando a Patroclo.....	38
Ilustración 2. El tratamiento de Eneas.....	39
Ilustración 3. Columna Trajana, segmento .....	40
Ilustración 4. Columna Trajana, detalle. ....	40
Ilustración 5. Mochliskos, palanca de hueso.....	41
Ilustración 6. Ferrum candens: cauterizador de heridas. ....	42
Ilustración 7. Ostagra: pinzas de hueso. ....	42
Ilustración 8. Hamus: escalpelos. ....	42
Ilustración 9. Munición empleada como carga principal del IEDs desactivados.....	70
Ilustración 10. Bomba al paso en cuneta. ....	72
Ilustración 11. Detalle del detonador. ....	73
Ilustración 12. Pelotón de zapadores con capacidad EOR a vanguardia de un convoy en la región oeste de Afganistán. ....	88
Ilustración 13. Traje de protección para desactivación de explosivos. ....	89
Ilustración 14. Casco Marte IV/97 de dotación en las Fuerzas Armadas Españolas .....	90
Ilustración 15. Chaleco antifragmentos de dotación en las Fuerzas Armadas Españolas .....	90
Ilustración 16. Vehículo tipo Stryker, ejército de Estados Unidos.....	91
Ilustración 17. Vehículo RG-31. Ejército de Tierra, España. ....	92
Ilustración 18. VMMD (Vehicle Mounted Mine Detector ó Vehículo de Caballería de Detección de Minas). ....	93
Ilustración 19 Cálculo ISS .....	102
Ilustración 20. Paciente con fracturas múltiples tratado mediante estabilización temporal con fijación externa.....	114
Ilustración 21. Sala de triage, uno de los cuatro puestos de atención. ....	125
Ilustración 22. Sala / Contenedor TC .....	125
Ilustración 23. Intervención quirúrgica, fractura abierta de cubito y radio.....	126
Ilustración 24. Una de las camas de la Unidad de Cuidados Intensivos .....	126
Ilustración 25. Intervenciones quirúrgicas. Vista de ambos quirófanos desde uno de ellos. ...	127
Ilustración 26. Pirámide de población de Afganistán, año 2011. ....	174







## 5. Índice de tablas



Tabla 1. Mecanismos lesivos de los explosivos.....	77
Tabla 2. Clasificación de pacientes afectados por suicida portador de explosivo.....	87
Tabla 3. Porcentaje de bajas con fracturas específicas en el interior de vehículos blindados en las guerras de Irak y Afganistán.....	94
Tabla 4. Área corporal afecta en los conflictos modernos.....	96
Tabla 5. Dígitos de AIS.....	101
Tabla 6. Escala MESS.....	110
Tabla 7. Equivalencia capacidades sanitarias doctrina Ejercito de Tierra español–OTAN.....	122
Tabla 8. Capacidades de las Formaciones Sanitarias de Tratamiento.....	122
Tabla 9. Localización, escalonamiento y efectivos de sanidad militar española desplegados en las provincias de Badghis y Herat en la región oeste de Afganistán en noviembre de 2012.....	124
Tabla 10. Sexo del paciente según agente etiológico, explosivo o arma de fuego.....	146
Tabla 11. Lesiones por arma de fuego en el grupo ANP, ANA y Civiles y en el grupo ISAF.....	146
Tabla 12. Lesiones por explosivo en el grupo ANP, ANA y civiles, y en el grupo ISAF.....	147
Tabla 13. Número de lesiones por grupo de lesiones y filiación.....	147
Tabla 14 Número y porcentaje de lesiones por área corporal.....	148
Tabla 15 Mortalidad de los pacientes que llegaron con vida al hospital, según agente lesivo y según uso de medidas de protección pasiva.....	148
Tabla 16. Mediana del séptimo dígito AIS, ISS y NISS por grupos de pacientes.....	149
Tabla 17 Pacientes y porcentajes según puntuación índice ISS respecto al total (n=627). ....	150
Tabla 18. Índices de gravedad ISS en grupos de leve/moderado (1-15) y grave (>15) según agente lesivo.....	150
Tabla 19. Índices de gravedad NISS en grupos de leve/moderado (1-15) y grave (>15) según agente lesivo. ....	150
Tabla 20. Índices de gravedad de los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, en grupos leve/moderado (ISS 1-15) o grave (ISS>15) según el agente lesivo. ....	151
Tabla 21. Gravedad de los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, en grupos leve/moderado (NISS 1-15) o grave (NISS>15) según el agente lesivo.....	151
Tabla 22. Gravedad de los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva(ISAF), en grupos leve/moderado (ISS 1-15) o grave (ISS>15) según el agente lesivo.....	151
Tabla 23. Índices de gravedad de los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva(ISAF), en grupos leve/moderado (NISS 1-15) o grave (NISS>15) según el agente lesivo. ....	152
Tabla 24. Frecuencia de pacientes con puntuación mayor de 15 en los índices ISS y NISS.....	152
Tabla 25. Número y porcentaje de pacientes por área corporal afectada según agente lesivo. ....	153
Tabla 26. Número de áreas corporales afectas según agente lesivo. ....	154
Tabla 27. Numero de áreas lesionadas según el paciente emplease (ISAF) o no (ANA, ANP y civiles) medidas de protección pasiva. ....	155
Tabla 28. Número y porcentaje de lesiones por área corporal según grupo por empleo de MPP.....	155
Tabla 29. Pacientes que precisaron cirugía mayor en grupos según medidas de protección pasiva. ....	158
Tabla 30. Pacientes que precisaron ingreso en UCI en grupos según empleasen o no medidas de protección pasiva.....	159
Tabla 31. Número y porcentaje de pacientes con contusiones / esguinces por paciente según el agente lesivo. ....	161
Tabla 32. Número y porcentaje de fracturas según agente lesivo.....	161
Tabla 33. Fracturas vertebrales según agente lesivo.....	162
Tabla 34 Frecuencia de fracturas raquídeas según agente lesivo.....	162
Tabla 35. Fracturas en miembros superiores según agente lesivo. ....	162

Tabla 36. Frecuencia de fracturas en miembros superiores según agente lesivo.....	163
Tabla 37. Fracturas en miembros inferiores según agente lesivo.....	163
Tabla 38 Frecuencia de fracturas en miembros inferiores según agente lesivo. ....	163
Tabla 39. Registro por cada grupo de lesiones según los pacientes perteneciesen a un grupo que no empleaba medidas de protección pasiva (Civiles + ANA + ANP) o que si disponía de ellas (ISAF) .....	164
Tabla 40. Pacientes quemados según disponibilidad de medidas de protección pasiva. ....	164
Tabla 41. Esguinces / contusiones en los pacientes por grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA+ ANP+Civiles).....	165
Tabla 42. Fracturas en los pacientes por grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles). ....	166
Tabla 43. Grupos según disponibilidad de medidas de protección pasiva y amputaciones. ....	168
Tabla 44. Rango y mediana ISS y NISS pacientes con amputaciones traumáticas .....	169
Tabla 45. Índice de gravedad ISS según presencia de amputación traumática .....	169
Tabla 46. Índice de gravedad NISS según presencia de amputación traumática.....	169
Tabla 47 Puntuación ISS según presente o no fracturas abiertas por explosivo.....	170
Tabla 48 Fracturas abiertas por explosivo y NISS.....	170
Tabla 49. Agente lesivo más frecuente en conflictos bélicos recientes .....	177
Tabla 50. Comparación agente lesivo con el estudio de Hoencamp.....	178
Tabla 51 Gravedad según etiología en el trabajo de Peleg y cols. ....	183
Tabla 52 Gravedad escala NISS según etiología, estudio de Weil(21) y este trabajo.....	185
Tabla 53.Comparación estudio de Khan y cols. con los pacientes civiles atendidos en nuestro trabajo.....	186
Tabla 54 Topografía de las lesiones según agente etiológico. ....	188
Tabla 55. Comparación resultados estudio de Owens y cols. con el presente estudio.....	192
Tabla 56. Comparación de los datos del trabajo de Hoencamp de 2014 con este trabajo. ....	194
Tabla 57. Comparación de los datos del estudio Schoenfeld de 2013 con este trabajo. ....	195
Tabla 58. Grupos de lesiones estudio de Bilski y cols.(371) comparado con este trabajo. ....	201
Tabla 59. Comparación trabajo de Owens (349) con este estudio.....	202
Tabla 60 Comparación con el estudio de Schoenfeld y cols. de 2013. ....	205

A large, stylized yellow star with five points, positioned on the left side of the page. The star is partially cut off by the left edge of the page.

## 6. Índice de figuras



Figura 1. Concentración e intensidad ataques terroristas 1970 a 2016. ....	29
Figura 2. Tendencias en armas utilizadas para terrorismo 2000-2015.....	30
Figura 3. Precesión y nutación .....	54
Figura 4. Tipos de perforación de blindaje.....	56
Figura 5. Morfología en gel balístico de un proyectil de 7.62mm encamisado disparado por AK-47. ....	60
Figura 6. Morfología en gel balístico de un proyectil de 5.45mm encamisado disparado por un AK-74.....	61
Figura 7. Morfología en gel balístico de un proyectil de 5.6mm encamisado disparado por un M16.....	61
Figura 8. Morfología en gel balístico de un proyectil de 7.62mm OTAN encamisado .....	62
Figura 9. Morfología en gel balístico de un proyectil de 9mm OTAN encamisado .....	62
Figura 10. Morfología en gel balístico de un proyectil de 17.6mm .....	62
Figura 11. Morfología en gel balístico de un proyectil de 27 perdigones del calibre 24 (1/24 parte de una libra de plomo) disparados con escopeta.....	63
Figura 12. Modelo esquemático ideal de la cavitación temporal y permanente y su relación con el grosor teórico del tronco y de los miembros humanos .....	65
Figura 13. Componentes de un IED. ....	69
Figura 14. Muertes de militares aliados por IED en Afganistán. ....	71
Figura 15. Civiles muertos o heridos por IED 2009 a 2015 .....	71
Figura 16. Esquema de IED en cuneta al paso de convoy.....	72
Figura 17. Curva de Friedlander .....	74
Figura 18. Mecanismos lesivos de los explosivos. ....	77
Figura 19. Porcentajes por tipo de IED de 2009 a 2015 en Afganistán.....	80
Figura 20. Zonas de lesión en una lesión por explosión de mina.....	81
Figura 21. Efectos de una mina anticarro o explosivo bajo el vehículo sobre sus ocupantes. ...	83
Figura 22. Esquema del desarrollo de una carga hueca .....	83
Figura 23. Capacidad perforadora de una carga hueca .....	84
Figura 24. Efecto HEAT.....	84
Figura 25. Ataque suicidas, posibles y confirmados, desde 1982 a 2012. ....	85
Figura 26. Chaleco explosivo preparado para su empleo como IED suicida.....	86
Figura 27. Fracturas en extremidades por explosivos paciente en espacio abierto vs paciente interior vehículo. ....	95
Figura 28. Comparación de áreas corporales afectadas .....	96
Figura 29. Muertes por terrorismo de 2000 a 2015 .....	99
Figura 30. Relación supervivencia y puntuación escala ISS. ....	102
Figura 31. Tracción para fracturas femorales. ....	113
Figura 32. Cobertura Medevac ISAF con áreas isocronas de 2 horas desde la activación hasta la vuelta y llegada del paciente a un quirófano .....	121
Figura 33. Escalonamiento sanitario aliado en las bases con presencia española en las provincias de Badghis y Herat, 2012. ....	124
Figura 34. Reclutamiento de pacientes .....	139
Figura 35. Filiación de los pacientes atendidos.....	145
Figura 36. Pacientes distribuidos por edad.....	145
Figura 37. Distribución de pacientes por sexo, número de pacientes y porcentaje. ....	145
Figura 38. Etiología .....	146
Figura 39. Etiología de las lesiones según la filiación de los pacientes: grupo ANP + ANA + Civiles y grupo ISAF .....	147
Figura 40. Medidas diagnóstico-terapéuticas. ....	149



Figura 41. Comparaciones índices de gravedad ISS graves (> 15) y leves o moderados (1-15) en los grupos que no empleaban medidas de protección pasiva (ANA+ANP+Civiles) y en los que si las empleaban (ISAF) .....	152
Figura 42. Número de pacientes en cada uno de los valores posibles en las escalas ISS y NISS. ....	153
Figura 43 Porcentaje de pacientes con lesiones por área corporal según agente lesivo. ....	154
Figura 44. Porcentaje acumulado de pacientes según el número de áreas corporales afectadas y agente lesivo. ....	155
Figura 45. Número de lesiones por área corporal acumulada.....	156
Figura 46. Medidas diagnóstico-terapéuticas empleadas .....	157
Figura 47. Cirugía mayor según agente etiológico. ....	157
Figura 48. Porcentaje de hospitalización de pacientes según agente lesivo. ....	158
Figura 49. Porcentaje de evacuaciones a otras formaciones sanitarias de pacientes según agente lesivo.....	158
Figura 50. Porcentaje de pacientes que precisaron cirugía mayor, por grupos según medidas de protección pasiva.....	158
Figura 51. Porcentaje de pacientes que precisaron ingreso en UCI por grupos según medidas de protección pasiva.....	159
Figura 52 Numero de lesiones por grupo según agente lesivo (acumulado).....	160
Figura 53. Porcentaje de pacientes que presentaban heridas en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA+ ANP+Civiles). ....	165
Figura 54. Porcentajes de pacientes que presentaron contusiones / esguinces en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles). ....	166
Figura 55. Porcentaje de pacientes que presentaron fracturas en miembros en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles). ....	166
Figura 56. Porcentaje de pacientes que presentaron fracturas en miembros superiores en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles). ....	167
Figura 57. Porcentaje de pacientes que presentaron fracturas vertebrales en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles). ....	167
Figura 58. Porcentaje de pacientes que presentaron fracturas en miembros inferiores en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA+ ANP + Civiles). ....	168
Figura 59. Porcentaje de pacientes que presentaron amputaciones en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA+ ANP+Civiles). ....	168
Figura 60. Número de fallecidos OEF(Afganistán) y número de pacientes atendidos Hospital Role 2 E Herat.....	173
Figura 61 Sexo del paciente y agente lesivo. ....	175
Figura 62. Etiología de las lesiones según la filiación de los pacientes: grupo ANP + ANA + Civiles y grupo ISAF .....	175
Figura 63 Agente lesivo en Atentados Terroristas desde 1970.....	176
Figura 64. Porcentaje de grupos de lesiones .....	178
Figura 65. Porcentaje de pacientes con lesiones por área corporal.....	179
Figura 66. Porcentaje de lesiones por área corporal.....	179
Figura 67. Índices de gravedad ISS en grupos de leve/moderado (1-15) y grave (>15) según agente lesivo. ....	181
Figura 68. Índices de gravedad NISS en grupos de leve/moderado (1-15) y grave (>15) según agente lesivo. ....	181
Figura 69. Índices de gravedad de los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, en grupos leve/moderado (ISS 1-15) o grave (ISS>15) según el agente lesivo (p<0,05) .....	182
Figura 70. Índices de gravedad de los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, en grupos leve/moderado (NISS 1-15) o grave (NISS>15) según el agente lesivo (p<0,05) .....	182

Figura 71. Índices de gravedad de los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva (ISAF), en grupos leve/moderado (ISS 1-15) o grave (ISS>15) según el agente lesivo....	183
Figura 72. Índices de gravedad de los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva (ISAF), en grupos leve/moderado (NISS 1-15) o grave (NISS>15) según el agente lesivo. ....	183
Figura 73. Índices de gravedad ISS y NISS en pacientes sin MPP (Civiles, ANA y ANP) .....	186
Figura 74. Índices de gravedad ISS y NISS en pacientes con MPP (ISAF) .....	186
Figura 75. Índices de gravedad ISS y NISS en pacientes afganos (ANA+ANP+ Civiles) que no disponían de medidas de protección pasiva .....	187
Figura 76. Índices de gravedad ISS y NISS en pacientes ISAF .....	187
Figura 77. Pacientes según número de áreas lesionadas por agente etiológico. ....	190
Figura 78. Número de regiones corporales afectadas según agente lesivo en el estudio de Peleg y cols, 2004. ....	191
Figura 79. Porcentaje de lesiones por área corporal en pacientes sin medidas de protección pasiva. (ANA ANP y civiles) y con medidas de protección pasiva (ISAF).....	192
Figura 80. Distribución anatómica de las lesiones en los pacientes con lesiones en aparato locomotor y estructuras asociadas en el estudio de Dougherty y cols. comparado con este trabajo(37). ....	193
Figura 81. Frecuencia de fractura diafisaria de fémur en pacientes con lesiones por arma de fuego y pacientes por explosivos. ....	199
Figura 82. Porcentaje de grupos de lesiones en pacientes afganos (Civiles, ANP y ANA). ....	200
Figura 83. Porcentaje de grupos de lesiones en pacientes ISAF .....	200
Figura 84. Porcentajes de pacientes que presentaron amputaciones traumáticas comparadas por grupos según agente etiológico .....	204
Figura 85. Fracturas abiertas por explosivo e ISS .....	206
Figura 86. Fracturas abiertas por explosivo y NISS.....	206





## 7. Introducción

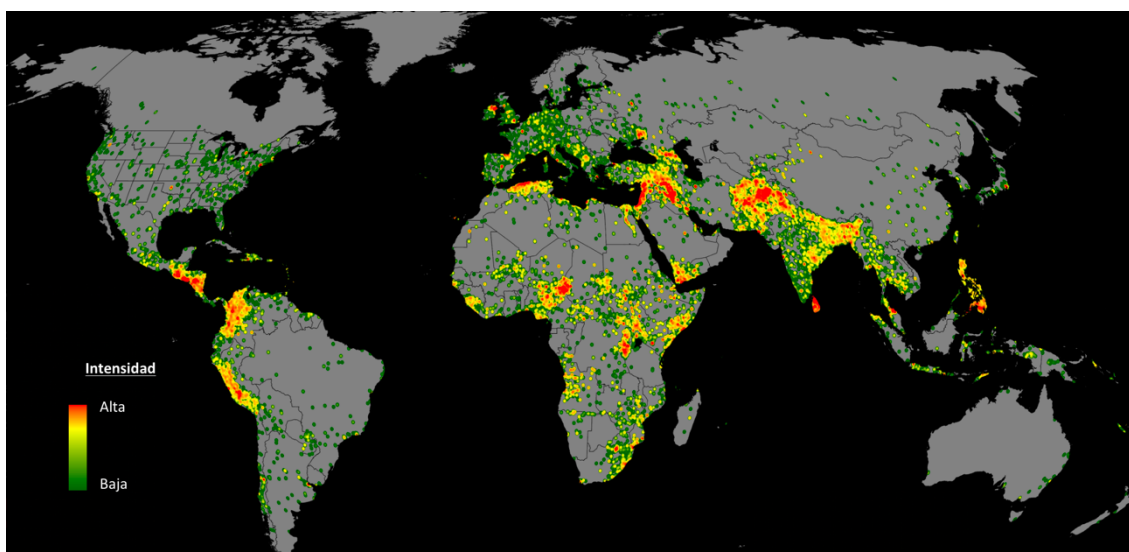


Desde antiguo se conoce que la guerra es una escuela para el cirujano <sup>1-5</sup>. Por su naturaleza, la literatura científica sobre la cirugía del herido de guerra es de carácter retrospectivo y los avances clínicos han surgido, en un grado considerable, a partir de las experiencias del pasado <sup>6</sup>. La cirugía y los pacientes quirúrgicos se benefician de las experiencias adquiridas en cada guerra, como dijo el Dr. William Mayo “*Medicine is the only victor in war*” lo que podría traducirse como “la medicina es la única vencedora en la guerra”<sup>7</sup>

La mayoría de los conflictos bélicos contemporáneos, desde el final de la guerra fría, se describen como asimétricos. En ellos, uno de los dos bandos enfrentados trata de desgastar, debilitar y obtener ventajas actuando de forma no convencional, con el objetivo principal de influir en la opinión pública y en las decisiones políticas del adversario y con recurso a métodos alejados de las leyes y usos de la guerra: empleo de armas de destrucción masiva, uso de la población civil como escudo o intentando confundirse con ella y sobre todo mediante atentados terroristas que emplean explosivos y armas de fuego principalmente<sup>8,9</sup>.

El interés de las lesiones por arma de fuego y explosivos no es solamente militar. Los ataques terroristas se han convertido en una amenaza para todos los habitantes del planeta, y el número de víctimas que produce está aumentando en todo el mundo, particularmente en Oriente Medio<sup>10,11</sup>.

A los médicos, como al resto del personal sanitario, se les exige responder a las lesiones producidas en estos ataques, en ocasiones con múltiples víctimas o escenarios de bajas masivas. Esto exige una ampliación de las habilidades y el conocimiento del mecanismo lesivo y el manejo de los heridos por explosivos o arma de fuego<sup>12-15</sup>.



*Figura 1. Concentración e intensidad ataques terroristas 1970 a 2016.*

*La intensidad es una combinación de las muertes y heridos en cada ataque. Modificado de <sup>11</sup>*

El empleo de explosivos es el método preferido por los grupos terroristas, seguido por las armas de fuego (figura 2). El uso de otros medios como vehículos empleados como armas, armas blancas, armas químicas o bacteriológicas suponen un porcentaje menor en los ataques terroristas de 2000 a 2015 <sup>16</sup>.

Los traumatólogos militares, al igual que los traumatólogos civiles, trabajamos y nos entrenamos en un ambiente sin conflicto, tratando pacientes que no son bajas en combate. Por este motivo podemos no estar totalmente preparados para el desarrollo de nuestro trabajo en el campo de batalla<sup>18</sup>, al no estar habituados al tratamiento de pacientes con heridas por arma de fuego y explosivos.

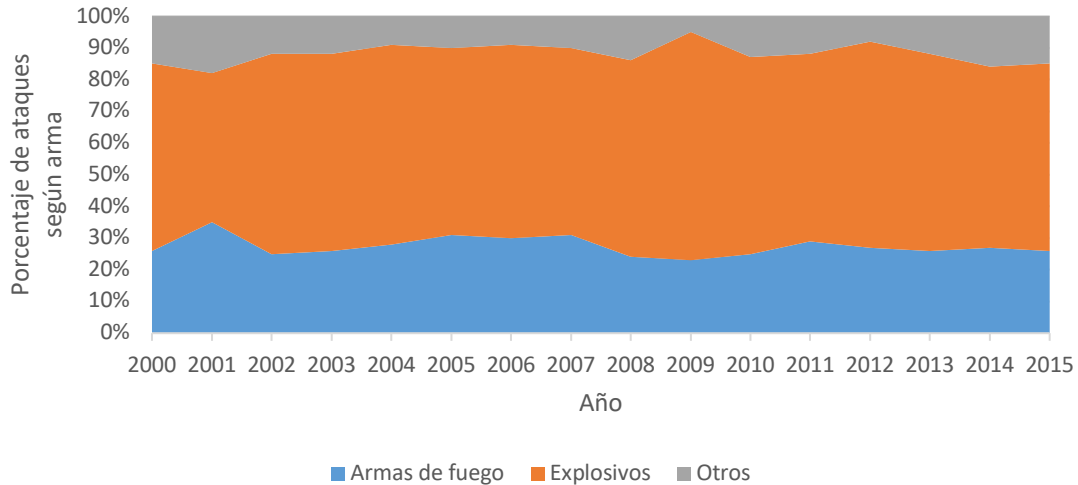


Figura 2. Tendencias en armas utilizadas para terrorismo 2000-2015

La proporción de las armas empleadas para ataques terroristas se ha mantenido constante durante el periodo 2000-2015 con un aproximadamente 50% por explosivos y un 30% por arma de fuego. En "Otros" se incluyen: vehículos empleados como armas, armas blancas, armas químicas y armas biológicas., Modificado de <sup>17</sup>

Esta realidad es mundialmente compartida, con las excepciones hechas de nuestros colegas en países desarrollados o en vías de desarrollo con altos índices de atentados terroristas o actos violentos en la actualidad como Siria, México, Irak o Venezuela o que han sufrido esta realidad de forma prolongada como Colombia o Israel. En todos ellos los sistemas sanitarios cuentan, desgraciadamente, con una mayor experiencia en el tratamiento de estos pacientes<sup>19-21</sup>.

Cada vez más cirujanos civiles tienen que tratar pacientes con lesiones por explosivos y metralla, campo que ha sido tradicionalmente manejado por el cirujano militar <sup>22,23</sup>. Una parte de la explicación de este auge en el empleo de explosivos es la facilidad para la fabricación grupos terroristas. Ejemplos son las campañas terroristas de IRA (*Ireland Republican Army*) en Gran Bretaña, ETA (*Euskadi Ta Askatasuna*) en España, el ataque al edificio federal en Oklahoma en 1995, las campañas terroristas contra Israel, los atentados con bomba en los trenes del 11 de marzo de 2004 en Madrid, de julio de 2005 en Londres, o el atentado de la maratón de Boston en 2013.

Los cirujanos ortopédicos y traumatólogos militares compartimos con nuestros colegas civiles las dificultades externas añadidas que se asocian para el manejo del paciente en esas penosas circunstancias<sup>6</sup>. Desde un punto de vista logístico, con un solo ataque mediante artefacto explosivo improvisado se pueden causar múltiples bajas, con lesiones importantes que suelen precisar intervenciones terapéuticas multidisciplinarias, lo que coloca al borde de su capacidad o supera las posibilidades de tratamiento médico-quirúrgico en Zona de Operaciones <sup>24</sup> y pone a prueba la estructura de emergencias en Territorio Nacional.

La dimensión militar del problema de las lesiones ortopédicas por arma de fuego y explosivo ha sufrido una evolución durante el último siglo.

Desde un punto de vista del cálculo de bajas y el planeamiento de las operaciones militares, las lesiones de combate por armas de fuego y explosivos solamente representan un 20% de las causas de indisposición para el servicio, mientras que las enfermedades comunes suponen dos tercios de las bajas. A pesar de ello, las bajas en combate tienen un desproporcionado efecto sobre la capacidad de combate de los ejércitos desplegados al concentrarse en unidades de la fuerza.

Durante los conflictos bélicos del siglo XX se ha producido un aumento generalizado de la frecuencia relativa de las lesiones por explosivo comparado con las de arma de fuego <sup>16, 23,</sup>

<sup>24,25,26,27,28,29</sup>, principalmente artefactos explosivos improvisados <sup>25,32</sup>. Siguiendo esta tendencia, en la actualidad, la mayoría de las bajas de combate presentan traumatismos por explosivos y penetrantes por metralla (70-80%) más que heridas por arma de fuego <sup>33-36</sup>.

Según las fuentes históricas y desde que contamos con registros, sabemos que aproximadamente del 50 al 77% de las heridas de guerra, son lesiones musculoesqueléticas <sup>6, 25,34,37-39</sup>. De forma análoga al resto de lesiones, en las guerras de los últimos 30 años, la mayoría de las lesiones musculoesqueléticas se han producido por explosivos <sup>6,40-43</sup>.

Existen lesiones musculoesqueléticas potencialmente mortales como los traumatismos complejos de pelvis, las amputaciones traumáticas, las lesiones de columna vertebral, las lesiones con afectación vasculares asociada o las producidas en un paciente politraumatizado. Si bien es cierto que es menos probable que las lesiones ortopédicas, comparadas con las lesiones en cabeza o torso, sean fatales <sup>26</sup>, las lesiones de combate que afectan al aparato locomotor y sus estructuras asociadas son gravemente incapacitantes.

El conocimiento de la fisiopatología de las lesiones por arma de fuego y explosivos es imprescindible para el manejo diagnóstico y terapéutico del paciente. Las diferencias en cuanto a las características del traumatismo balístico por proyectiles de arma de fuego y metralla, así como las peculiaridades del traumatismo por los distintos tipos de explosivos se exponen en la revisión de conocimientos. Los tres tipos principales de explosivos empleados en conflictos asimétricos son: los artefactos explosivos improvisados, las minas terrestres antipersonales y los suicidas portadores de explosivos.

Los *artefactos explosivos improvisados* (IED) han sido la primera causa de baja en combate durante las guerras de Irak y Afganistán. Este término engloba un grupo heterogéneo que de forma amplia englobaría todos los mecanismos ideados para el uso de explosivos por parte de un enemigo asimétrico, es decir, su empleo como armamento no convencional. En este trabajo se repasan los distintos tipos de IEDs que van desde explosivos rudimentarios fabricados artesanalmente a complejos mecanismos controlados a distancia.

Sabemos que cerca de un 90% de los pacientes afectados por IED sobreviven <sup>44</sup>, pero la facilidad de su empleo, el gran número de pacientes afectados en cada ataque y su creciente frecuencia de uso por parte de grupos terroristas, ha provocado que sean una preocupación global <sup>45-47</sup>.

En el área de responsabilidad española en Afganistán, el mecanismo de ataque más empleado contra las fuerzas de la coalición y contra las fuerzas de seguridad afganas (ANP y ANA) fue el IED colocado en la cuneta de la carretera, al paso de vehículo <sup>48,49</sup>.

En el mundo las *minas terrestres* se encuentran desplegadas en 88 países y provocan lesiones o matan a unas 2000 personas al mes <sup>50</sup>. En Afganistán, los IED activados por platos de presión, es decir aquellas que emplean el mecanismo de armado y disparo de una mina terrestre, han sido el IED que más ha afectado a la población civil en el periodo de 2009 a 2015 <sup>51</sup>.

Entre 1980 y 2004 los ataques suicidas con explosivos en todo el mundo provocaron un 48% de las muertes de causa terrorista, si bien representaron solo el 3% de los incidentes terroristas registrados <sup>52</sup>. Esta tendencia se mantiene al alza. En 2014, 3400 personas murieron por ataques terroristas suicidas, comparados con los 2200 del año 2013, un 37.55% más.

Una revisión de los suicidas portadores de bombas en Israel muestra como la letalidad de este método ha aumentado, de tres muertes de mediana por cada ataque en la década de los 80, a nueve muertes en 2004. Esto se ha atribuido al empleo de alto explosivo y a la adición de metralla <sup>53</sup>.

En la actualidad este método es especialmente empleado por grupos terroristas yihadistas como el autodenominado "Estado Islámico".

A pesar de que el desenlace fisiopatológico es similar, (la exanguinación y el daño al sistema nervioso central), las principales diferencias entre el trauma militar y el civil, que condicionan la resucitación y el tratamiento en un entorno de combate son <sup>33</sup>:

1. La alta energía y elevada letalidad de los agentes lesivos.
2. Las múltiples causas de heridas.



3. La preponderancia del traumatismo penetrante.
4. La frecuente persistencia de amenazas en el entorno táctico.
5. Desarrollarse en un ambiente austero y con recursos muy limitados.
6. El retraso en el acceso a un tratamiento definitivo.

En el tema de las lesiones por proyectiles de arma de fuego, y en los estudios de la balística de las heridas (parte de la balística terminal), aún persiste controversia en la literatura sobre determinados aspectos de su fisiopatología<sup>54-56</sup>. Si existe consenso en la comunidad científica acerca del manejo terapéutico de las lesiones por arma de fuego<sup>57-59</sup>.

En cuanto a los heridos por explosivos, existen varios mecanismos lesivos, del primario al quinario, que pueden afectar aisladamente o en conjunto al paciente. El conocimiento de los mecanismos lesivos es clave para plantear una estrategia terapéutica eficaz a corto y a medio plazo, de las lesiones que amenaza la vida el miembro o la función y de las potenciales complicaciones asociadas, como las infecciones.<sup>6</sup>

Así mismo, el conocimiento experimental de los mecanismos de lesión por arma de fuego y por explosivos (este último aún en estudio) y el análisis descriptivo de las lesiones y de los patrones de las mismas es crucial para la evaluación de las necesidades del sistema sanitario militar en operaciones y para la valorar y desarrollar los equipos de protección<sup>38</sup>.

En los últimos años, la mortalidad por explosivos en combate se ha reducido, probablemente como resultado de las mejoras en los equipos y métodos de protección y de los avances en el manejo prehospitalario y en la estabilización quirúrgica inicial del paciente empleando técnicas quirúrgicas de control de daños<sup>60</sup>.

Por otro lado, la mejora de los equipos de protección personal parece haber tenido como resultado un aumento relativo de lesiones en las extremidades<sup>46</sup>.

Las medidas de protección pasiva son de dos tipos, medidas de protección balística contra proyectiles y medidas de protección contra explosivos. Ambas se emplean simultáneamente tanto en la armadura personal del combatiente, como en la protección de los vehículos.

A efectos de este estudio se consideran medidas de protección pasiva el empleo de vehículos blindados, casco y chaleco antifragmentos. Estas medidas estaban disponibles y su uso era obligatorio para las tropas de la Fuerza Internacional para Asistencia a la Seguridad (ISAF) durante el periodo de estudio. En ese mismo periodo no existía disponibilidad de estos medios para las tropas del Ejército Nacional Afgano (*Afghan National Army, ANA*) ni para la Policía Nacional Afgana (*Afghan National Police, ANP*) por lo que el grupo era comparable a los civiles, en cuanto al empleo de las mismas.

En el estudio de la patología traumática es necesario medir la gravedad del paciente. Para este fin se han desarrollado los índices de gravedad para el paciente traumático. Son clasificaciones numéricas, vinculadas a una o más características del traumatismo o del paciente, en las que existe una relación entre el incremento de la gravedad de los traumatismos y un aumento en la puntuación. Su uso tiene como objetivo reducir los datos complejos de las lesiones a un número que represente el nivel de gravedad del paciente.

Las clasificaciones de gravedad de las lesiones traumáticas más extendidas son las anatómicas. En este trabajo empleamos las escalas ISS (*Injury Severity Score* o escala de gravedad de la lesión) y NISS (*New Injury Severity Score* o nueva escala de gravedad de la lesión). Estas escalas, si bien fueron desarrolladas para lesiones por accidentes de tráfico y no para traumatismos penetrantes ni relacionados con lesiones de combate, son las más empleadas en los trabajos científicos sobre lesiones por explosivos y armas de fuego. A lo largo de los últimos años se han revisado para adaptarse a el traumatismo penetrante y se emplean como índices de gravedad principales en los registros de patología traumática<sup>61-63</sup>.

Para la obtención de los datos de este estudio, se ha realizado una revisión retrospectiva de las historias clínicas del Hospital Militar Español desplegado en Herat, Afganistán al no disponerse de un registro de patología traumática militar unificado, como sí dispone Estados

Unidos<sup>39</sup> y más recientemente Gran Bretaña<sup>64</sup>. Otros países como Israel incluyen los pacientes civiles y militares afectados por acciones terroristas por arma de fuego o explosivos o por acciones de guerra, dentro de su registro nacional de patología traumática<sup>20</sup>.

En el ámbito de la OTAN, el Centro de Excelencia de Medicina Militar de Budapest, recibió en 2010 la tarea del diseño de un Registro de Trauma OTAN. Su desarrollo comenzó en 2011; en 2013 fue aprobada la recomendación política en el plenario de la Alianza en su resolución 406 en la que se urge a los estados miembros a establecer un registro unificado de patología traumática.

En España no ha existido un registro de patología traumática nacional hasta el pasado año 2015 con el proyecto del Registro de Trauma en Unidades de Cuidados Intensivos. Hasta entonces, solo contábamos con registros unicéntricos. El desarrollo de un registro nacional es un proyecto que interesa especialmente a las unidades de cuidados intensivos<sup>65</sup>, pero que es muy recomendable en pacientes tratados en áreas de conflicto<sup>66</sup>.

La experiencia de las guerras de Irak y Afganistán, en las que se ha registrado una alta prevalencia de lesiones osteomusculares, refuerza la importancia del tratamiento inmediato y adecuado de las lesiones ortopédicas en el campo de batalla. Los elementos de protección frente a las lesiones ortopédicas se encuentran disponibles, pero se emplean solo de forma parcial por diferentes motivos. Es necesario profundizar en el conocimiento acerca de las lesiones, su gravedad, los riesgos asociados y los resultados del tratamiento de las lesiones de combate susceptibles de tratamiento por el cirujano ortopédico traumatólogo de la misma manera que evoluciona la naturaleza de los enfrentamientos bélicos.<sup>37</sup>

En operaciones reales se ha desarrollado y probado la aplicación de los protocolos de tratamiento inicial de la baja en combate; estrategias para mitigar el efecto de la hemorragia; la optimización del manejo de la vía aérea y la reducción del tiempo de evacuación entre el punto donde se produce la lesión en el campo de batalla y la intervención quirúrgica<sup>3,33,67-70</sup>. Se ha observado un claro descenso de la frecuencia relativa de mortalidad por hemorragia exanguinante en miembros en las guerras de Irak y Afganistán con respecto a los conflictos previos, siendo los factores previos citados como responsables de este cambio de tendencia<sup>68</sup>.

Debe existir un protocolo específico para la evaluación del paciente y su tratamiento inicial distinto para los pacientes con lesiones por arma de fuego y los pacientes con lesiones por explosivos, porque tienen lesiones distintas, mueren de forma distinta, y aunque el tratamiento quirúrgico puede ser similar, el enfoque debería ser diferente<sup>12</sup>.

Como ya hemos dicho, el tratamiento quirúrgico de estos pacientes se realiza habitualmente en condiciones radicalmente distintas a las que se encuentran en un hospital en civil. Frecuentemente es necesario tratar estas lesiones en condiciones austeras, donde la contaminación grosera y un tiempo de evacuación prolongado son la norma<sup>4,71-74</sup>.

Se aplican los principios de la cirugía de las heridas de guerra: un desbridamiento meticuloso, irrigación, drenaje, inmovilización, evitar el cierre primario de la herida y profilaxis antitetánica y antibiótica<sup>4,71-74</sup>. Los métodos de fijación interna con tornillos y placas, no son adecuados en las zonas de despliegue, por la frecuencia de fracturas abiertas contaminadas y por las enormes limitaciones logísticas.

La reducción, inmovilización y/o fijación de las fracturas y luxaciones son claves en el traumatismo sobre las extremidades y el esqueleto axial ya que reducen el dolor, mejoran la vascularización y previenen nuevas lesiones secundarias como la afectación neurológica<sup>46</sup>.

Los métodos empleados para lograr la estabilización de las fracturas y facilitar la recuperación de los tejidos blandos y el transporte son: fijación externa, agujas de Kirschner, férulas y escayolas. Las fracturas abiertas tratadas mediante fijación externa, mejoran el manejo de la herida, reducen el edema perilesional y parecen reducir las posibilidades de infección<sup>31</sup>.

En la serie objeto de nuestro estudio, la población local atendida constituyó un 71% del total, siendo un 22% población civil y 49% policías y militares locales. En la literatura se encuentran porcentajes similares<sup>35,75</sup>. De la misma forma, la mayoría de los pacientes que fueron atendidos, durante el periodo de estudio, en los Hospitales Militares de la coalición aliada

en Afganistán, son civiles. Se considera vital que el tratamiento proporcionado sea el apropiado para las capacidades tecnológicas y asistenciales locales<sup>31,76</sup>. El tratamiento conservador de las fracturas puede ser perfectamente válido para los pacientes locales, ya que puede ser controlado en las instalaciones sanitarias locales. Esto mismo es cierto para el personal militar desplegado en el Teatro de Operaciones. Se debe evitar cualquier maniobra que comprometa el tratamiento quirúrgico definitivo de la baja en Territorio Nacional<sup>31</sup>.

Desde los años 60 del pasado siglo XX, la Sanidad Militar española ha sido desplegada en diferentes territorios, en operaciones humanitarias<sup>77</sup> o en operaciones de combate<sup>78,79</sup>. La experiencia adquirida por la Sanidad Militar española en operaciones, unida a la experiencia de los países aliados en los últimos años de conflictos bélicos asimétricos ha motivado un cambio en la doctrina sanitaria en campaña<sup>80</sup>.

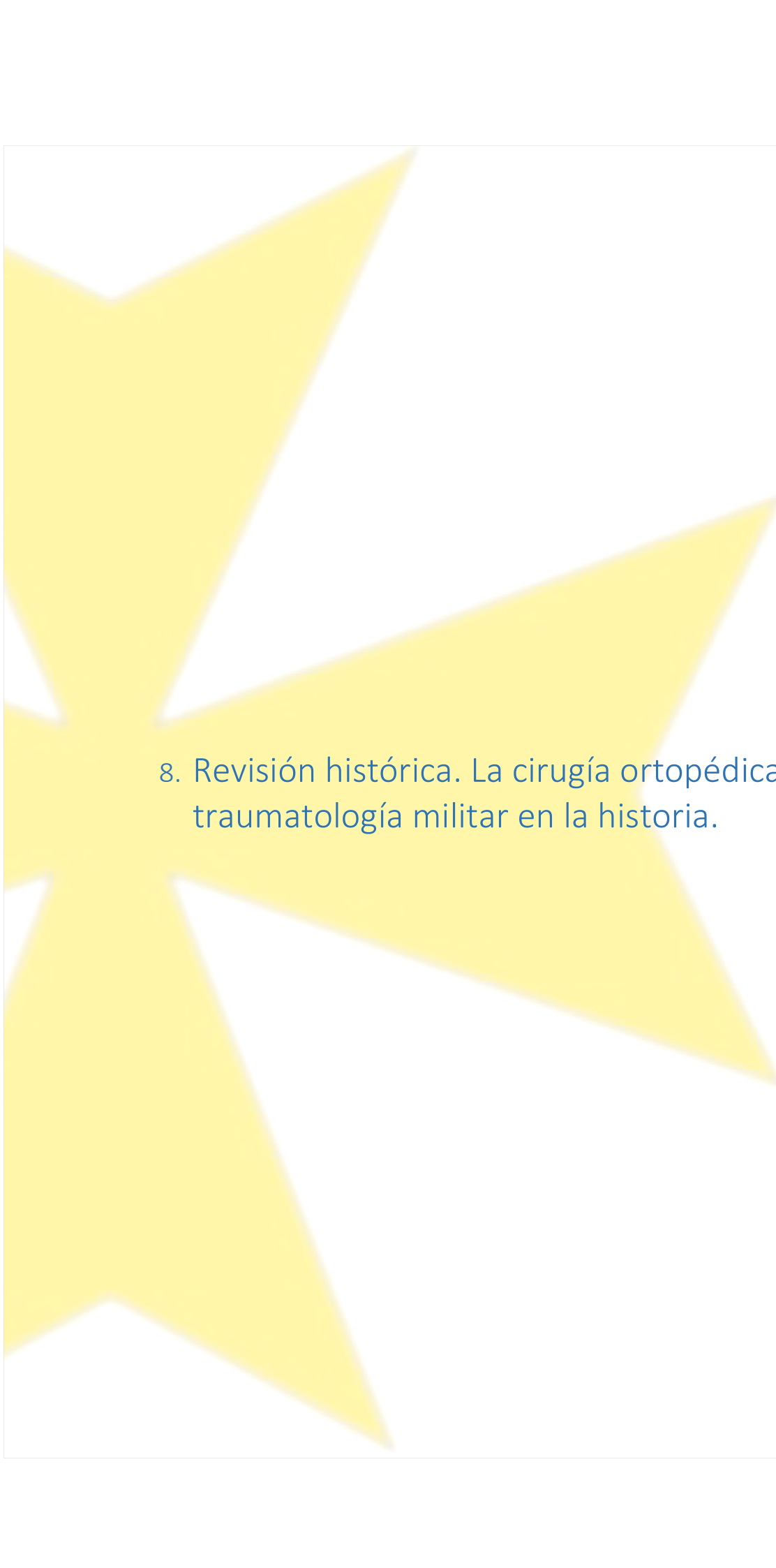
La misión desarrollada por la Sanidad Militar ha tenido como objetivo la asistencia al personal militar propio y ha contribuido a la asistencia de los países aliados desplegados, así como a la población civil, víctima de múltiples calamidades<sup>81</sup>. En todas ellas, siempre que se ha proyectado una unidad sanitaria con capacidad quirúrgica, un cirujano ortopédico traumatólogo ha formado parte del despliegue.

Teniendo en cuenta los países donde han tenido lugar los despliegues recientes de la Sanidad Militar española, (Marruecos, Vietnam, Nicaragua, Guinea Ecuatorial, Argelia, Guerra Irán-Iraq, Colombia, Camerún, Namibia, Irán, Kurdistán, Antigua Yugoslavia, Albania, Centroamérica, Kosovo, Turquía, Mozambique, Afganistán, Iraq, Haití, Indonesia, Paquistán, Rep. Democrática del Congo, Líbano, Estonia, Cuerno de África y Mali<sup>77</sup>), es posible hacerse una idea de la importancia del aspecto asistencial a la población civil. En el mundo, más del 80% de los cirujanos ortopédicos traumatólogos se encuentran en los 26 países más desarrollados, que representan solamente un 10% de la población mundial. Se estima que dos tercios de la población mundial no tienen acceso a los cuidados de un cirujano ortopédico<sup>50</sup>.

En el conflicto de Afganistán, España actuó como nación líder desde un punto de vista logístico, en la provincia de Baghdis y en la región oeste de Afganistán (*RC West*) al asumir el mando de la base de apoyo avanzada (*Foward Support Base*, FSB) de Herat. España también actuó como nación líder desde el punto de vista sanitario en sus áreas de responsabilidad dentro del Teatro de Operaciones, con especial referencia al Hospital desplegado en la Base de Herat (*Camp Arena*).

En este estudio se analizan los pacientes con lesiones subsidiarias de tratamiento por el traumatólogo cirujano ortopédico, tratados en el hospital militar español desplegado en Herat (Afganistán) en el periodo 2006 a 2013. La aproximación al problema se ha realizado mediante un estudio descriptivo, con la premisa básica de buscar una relación entre las características del traumatismo, en cuanto al agente lesivo y la disponibilidad de métodos de protección por parte del paciente, y la gravedad de la misma medida en una escala anatómica. Otras características, como las necesidades en cuanto a actos diagnósticos y terapéuticos, la topografía de la lesión y la relación con lesiones específicas se analizan en profundidad.

En nuestra opinión, es preciso conservar, sistematizar y transmitir la experiencia y conocimientos adquiridos en los despliegues en áreas de guerra. Citando a William Thompson, físico y matemático británico: «si puedes medir aquello de lo que hablas y si puedes expresarlo mediante números entonces puedes pensar que sabes algo, pero si no lo puedes medir, tu conocimiento será pobre e insatisfactorio»<sup>65</sup>. De esta forma se contribuye a cumplir la misión encomendada, de acuerdo a una praxis basada en pruebas científicas, con la que afrontar situaciones similares en el futuro, porque como dijo Platón “solo los muertos han visto el final de la guerra”. Estos pensamientos animan la realización de este trabajo.



8. Revisión histórica. La cirugía ortopédica y traumatología militar en la historia.



El término cirugía proviene del griego “*cheirurgia*”, que significa trabajo hecho con las manos, en latín “*manus operatio*”. La cirugía es una rama de las ciencias médicas, que como su nombre indica cura con la intervención manual, asistida por el uso de instrumental y aparatos.

## 8.1. Prehistoria

La cirugía es tan antigua como la vida del hombre sobre la tierra, siendo probablemente el acto quirúrgico el más antiguo de los procedimientos terapéuticos.

La traumatología debió comenzar en tiempos prehistóricos a partir del cuidado de las lesiones producidas por las actividades de la caza, la construcción y la guerra<sup>82</sup>.

El ser humano frente a sus heridas, buscaría aquellas actitudes que aliviasen los síntomas, como la inmovilización un miembro lesionado: La preocupación por las lesiones externas, visibles o accesibles debió llegar en etapas muy tempranas.

En algún momento, coincidiendo quizá con el desarrollo intelectual asociado al hombre de Neanderthal que empieza a enterrar a sus muertos, el ser humano comenzó a diferenciar entre las enfermedades accidentales desarrolladas a partir de una noxa conocida y aquellas cuya causa permanece oculta (fiebre, dolor, inapetencia, locura) que se interpretan como de origen mítico o mágico.

Debido a la división entre causas externas e internas de enfermedad, la clase médica, que surgiría siglos después, concedió a la cirugía el quehacer sobre lo externo (accesible mediante actos manuales), otorgando al médico el deber del conocimiento de lo interior o (desconocido).

## 8.2. Historia Antigua

El primer documento de la historia de la medicina militar data del 2700 antes de Cristo en la guerra entre Sumerios y Elamitas en la antigua Mesopotamia<sup>83</sup>. En una estela se hacía referencia al cuidado de las heridas en combate, junto a las primeras referencias a soldados profesionales que empleaban cascos como elemento de protección y espadas curvadas derivadas de hachas o *khopesh*, que posteriormente fueron heredadas como arma principal por los egipcios.

En el antiguo Egipto, el papiro de Edwin Smith recoge 48 historias clínicas quirúrgicas, con su exploración y diagnóstico y con tratamientos que incluyen suturas, entablillados, vendajes y apósitos de “carne fresca” y de otras sustancias “protectoras”<sup>4</sup>.

Susharuta 200 a 400 años antes de Hipócrates, llegó a similares conclusiones que este, sobre la viabilidad de las amputaciones distales a la muñeca o al tobillo sobre tejido sano sin excesiva pérdida hemática. En ese momento, a pesar de que conocían la ligadura del miembro como torniquete, no lo empleaban por considerarlo relacionado con la gangrena<sup>29</sup>.

## 8.3. Grecia clásica

De la lectura de los textos de la Ilíada y la Odisea conocemos detalles sobre la mitología y su conexión con la vida cotidiana de la Grecia clásica.

Asclepio, el hijo de Apolo y Coronis, iniciado por el centauro Quirón en los secretos de la medicina fue entronizado en el panteón griego como encarnación del ideal curativo y a él se dirigían las súplicas del rito mágico de conjurar la herida. Los hijos de Asclepio, Macaón y Polidario, presentes en la guerra de Troya se convirtieron más tarde en los dioses protectores de la cirugía y la medicina respectivamente.

En la Ilíada se recoge el lance de la Guerra de Troya en el que Paris hiere a Macaón en un hombro. El poeta plasma la preocupación de los Acadios al decir “la vida de un médico es más valiosa que la de muchos hombres, porque te quita las flechas y te aplica los remedios calmantes”<sup>83</sup>. El poeta no se equivoca, el ejército tiene un gran interés en sus cirujanos y lo que

es más importante, las palabras de Homero traducen al gratitud de la sociedad de la antigua Grecia para aquellos que manejaban el traumatismo<sup>82</sup>.

En la *Ilíada* y en *La Odisea*, se recogen un total de 147 heridos de guerra: 106 por lanza, 17 por espada, 12 por flechas y otros 12 por hondas. La mortalidad fue de un 46% en los heridos por flechas, 67% de los heridos por honda, 80% de los heridos por lanza y el 100% de los heridos por espada<sup>82</sup>.

Los primeros médicos hipocráticos (Hipócrates nació siglo V antes de Cristo) fueron cirujanos. Los tratados hipocráticos más antiguos son de carácter quirúrgico. La cirugía hipocrática fue principalmente evacuante (abscesos, empiemas, trepanaciones) y reparadora (de heridas, úlceras, fístulas...). Destacó en el tratamiento de fracturas y luxaciones (sobre todo la mandibular, la gleno-humeral y la de cadera, para la que idearon el llamado “banco de Hipócrates”) y en el manejo de las heridas de guerra asegurando el desbridamiento de los tejidos no viables.

Con el paso del tiempo, la medicina comenzó a separarse de la cirugía. Los médicos hipocráticos fueron elaborando un saber racional teórico que les hacía semejantes a los filósofos, bebiendo fundamentalmente de los conceptos de Aristóteles.

Así se comprende que el juramento hipocrático, escrito tardíamente, prohíba a los médicos el ejercicio de la cirugía: “No haré uso del bisturí ni aún con los que sufren del mal de piedra. Dejaré esa práctica a los que la realizan”. El juramento hipocrático fue escrito por una secta médica espiritualista que pretendió profesionalizar a los médicos por medio de un compromiso sagrado que los asemejaba a los miembros de la tradición sacerdotal médica no quirúrgica.



*Ilustración 1. Aquiles vendando a Patroclo.*

*Kilix de figuras rojas, 500 a. C. Staatliche Museen, Berlin.*

De los conocimientos existentes no podemos afirmar que hubiera una organización sanitaria como tal dentro de los ejércitos de las polis griegas. En campaña, los guerreros heridos



se curan ellos mismos y se ayudan mutuamente, aunque sin duda los médicos y cirujanos, escasos en número en la sociedad griega, acompañaban a los ejércitos. En el año 400 a. C. Hipócrates ya recomendaba que “la guerra es una escuela apropiada para el cirujano y aquel que desee ser médico debe unirse al ejército y seguir sus pasos”<sup>1,84</sup>.

Tenemos constancia de la existencia de médicos embarcados. En el 415 a.C, cuando se preparaba la expedición ateniense a Sicilia bajo el mando de Alcibiades, se tomó el acuerdo de que embarcaran “médicos navales”. En una lápida encontrada en Constantinopla correspondiente al siglo I a.C. con los nombres de los oficiales de una nave de guerra griega, junto a uno de ellos puede leerse “*iatros*”<sup>5</sup>

Hipócrates, con su conocimiento de las luxaciones de cadera no traumáticas y Galeno, en cuya prolífica obra se daban nombre a las deformidades esqueléticas “lordosis”, “cifosis”, “*genu varum*” y “*valgum*”, dejaron en su obra las primeras referencias a enfermedades ortopédicas no traumáticas.

## 8.4. Civilización romana

Durante la República no existe constancia de una organización sanitaria como tal dentro del Ejército. Los legionarios heridos, como ocurría con los ejércitos griegos, dependen del cuidado de sus compañeros. Los generales y jefes militares si se hacían acompañar por sus médicos particulares en las campañas.

Es a partir del S. I a.C. cuando empiezan a aparecer las tiendas campamentales para el cuidado de los heridos y su traslado posterior a retaguardia. Es también a partir de este siglo, sobre todo en las campañas de César, cuando se aprecia una especial preocupación por el cuidado de los heridos, y empiezan a aparecer las primeras menciones escritas de médicos militares, como en Cicerón.



*Ilustración 2. El tratamiento de Eneas*

*(Pompeya siglo I d. C.)*

El emperador Augusto realiza una profunda reorganización del Ejército y establece una estructura sanitaria. Es obligación del jefe militar preocuparse del cuidado y restablecimiento de los heridos. Se definen una serie de categorías médicas, cada una con sus funciones delimitadas.



Los médicos estaban considerados como *immunes*, es decir libres de las obligaciones y trabajos de los soldados, su tiempo de servicio variaba y, a diferencia de los legionarios, se podían casar durante el tiempo de servicio. El médico jefe estaba asimilado al rango de oficial o centurión, y el resto de los médicos serían suboficiales, un rango superior al de soldado. En cuanto a la paga, se han encontrado documentos que los coloca en la categoría de *sesquuplicarii*, es decir cobrarían la mitad de un legionario (infantería formada por ciudadanos romanos), de *duplicarii*, aquellos que cuya paga era el doble de un legionario y los jefes médicos con la paga de centuriones.

En cuanto a la organización, el jefe médico era el *medicus castrensis* y su misión era de coordinar al resto de los médicos de la legión, un personal numeroso y bastante especializado. A continuación, los *medici cohortis*, uno por cohorte asimilados a suboficiales especialistas, es decir 10 por legión. Subordinados a ellos estaban los *milites medici* o soldados médicos, que no eran tales, sino legionarios con algunas aptitudes y que habían demostrado capacidad para tratar los heridos y alguna práctica quirúrgica <sup>85</sup>. En la Columna Trajana aparecen dos de esos personajes, portando casco y espada, curando a unos heridos, para su traslado posterior a las tiendas campamentales o a los valetudinarios.



Ilustración 3. Columna Trajana, segmento

Construcción de un campamento en presencia del Emperador; suplicio de prisioneros enemigos; curación de los heridos romanos. Dibujos de S Reinach, *Répertoire de reliefs grecs et romains*. Texto según F. Coarelli, *Guida archeologica di Roma*, 1974. Tomado de <sup>86</sup>



Ilustración 4. Columna Trajana, detalle.

Molde vaciado de yeso en el Museo de la Civilización Romana, Roma, fotografía del autor.

Según Tácito, en tiempos de Marco Aurelio (161-180 d.C), ya se habla de “carros para la evacuación de heridos”, en sustitución de los “*Ferculum Rusticum*”, una especie de angarillas o camilla de dos listones, utilizados con anterioridad.<sup>87</sup>

En las legiones imperiales de Roma el sistema sanitario dependía únicamente del *Prefecto Castrorum* a través del *Option* un oficial médico a cargo del *Valetudinarium* u Hospital Militar, que solía ser además el *medicus castrensis* o *jefe sanitario de esa legión*. El primer hospital militar del que se tiene constancia es el de Haltern, cerca de Alesia en la actual Francia. Dentro de estos Valetudinarios los cuidados los llevaban a cabo los miembros del servicio médico de la Legión.<sup>86</sup>

La estructura del *Valetudinarium* muestra un nivel de organización médica nunca visto hasta entonces, y que no se volvió a ver en occidente hasta muchos siglos después. La entrada se abría a un gran vestíbulo iluminado por grandes ventanales, que se utilizaba como recepción y punto de clasificación. A continuación, y también perfectamente iluminado se encontraba el quirófano, al lado de otra pequeña habitación donde se limpiaban los instrumentos a utilizar. El lado este del hospital contenía las cocinas y la despensa, que proporcionaban a los soldados convalecientes las distintas dietas que debían seguir. En el lado oeste se situaban los baños, los vestidores y los lavaderos. Las habitaciones para los soldados convalecientes estaban colocadas a lo largo de un ancho pasillo. El techo del hospital estaba diseñado para prestar suficiente ventilación y frescor, mientras que la calefacción la aportaba un sistema subterráneo, muy similar al utilizado en las termas. Cada hospital legionario estaba preparado para acomodar, en caso necesario, al 5% de una legión.

En cuanto al tratamiento, lo más habitual era la utilización de apósitos para cohibir las heridas, algunas veces se empapaban en vinagre y si no se recurría a la utilización de torniquetes o la cauterización con hierro candente. Una vez cohibida la hemorragia se podían coser las heridas con hilo o con *fíbulas*, especie de grapas y se cubrían con apósitos. Otro problema eran las heridas por proyectiles que había que extraer, para lo cual se utilizaban bisturíes y varios tipos de pinzas para introducir dentro de la herida y extraerlos. Como instrumental utilizaban sondas, espátulas, cucharas, pinzas, agujas curvas y rectas, de los cuales se han encontrado abundantes restos en las excavaciones arqueológicas<sup>88</sup>.

El instrumental utilizado por los cirujanos era un reflejo de la innovación de la medicina romana. Algunos de esos instrumentos, evolucionados, se emplean en la cirugía ortopédica y traumatología actual.



Ilustración 5. Mochliskos, palanca de hueso.

Imagen reproducida por cortesía de Historical Collections & Services, Claude Moore Health Sciences Library, University of Virginia.



*Ilustración 6. Ferrum candens: cauterizador de heridas.*

*Imagen reproducida por cortesía de Historical Collections & Services, Claude Moore Health Sciences Library, University of Virginia.*



*Ilustración 7. Ostagra: pinzas de hueso.*

*Empleadas para la extracción de fragmentos de hueso en fracturas por hundimiento de cráneo, p.e. o para la reducción de fracturas. Imagen reproducida por cortesía de Historical Collections & Services, Claude Moore Health Sciences Library, University of Virginia.*



*Ilustración 8. Hamus: escalpelos.*

*Imagen reproducida por cortesía de Historical Collections & Services, Claude Moore Health Sciences Library, University of Virginia.*

Para la guerra en el mar, el Cirujano tenía que actuar en solitario a bordo del navío. Una inscripción cerca del cabo de Misena, habla de Satrius Longinus, médico del navío de tres puentes “Cupido”, mientras otra, encontrada en Nápoles menciona a Sextus Arrius Romanus médico de la flota de Egipto. Ambos servían como *medicii duplicarii*.

La escuela de Alejandría, auspició un florecimiento de la anatomía y de la cirugía. Hacia el año 100 a.C., Filoxeno de Alejandría escribió el primer manual completo de cirugía, hoy perdido, que fue usado por el enciclopedista y cirujano militar romano Aulo Cornelio Celso, para escribir la parte quirúrgica de su obra “De Medicina”. Este es el único tratado médico de la antigüedad que ha llegado completo a nuestros días. En él se reúne cada aspecto de la práctica médica romana. Esta obra, desaparecida durante cientos de años, al recuperarse a principios del siglo XV, se convirtió en el libro de cabecera de los médicos del renacimiento europeo.

El mismo Aulo Cornelio Celso fue el primero en sugerir que el corte para la amputación debía realizarse en el tejido vivo y no en el tejido ya muerto, y que debía utilizarse una lima para alisar el hueso antes de cerrar la herida. Celso dedicó un capítulo entero de su tratado a las infecciones, y fue el primero en descubrir los síntomas por los que se podía reconocer una infección “*rubor et tumor cum calore et dolore*” (enrojecimiento e hinchazón, fiebre y dolor).

Otro médico romano, Arquígenes, adquirió gran fama al ser el primero en usar la ligadura de los vasos sanguíneos en las amputaciones.

Para los médicos romanos, era imprescindible limpiar el instrumental en agua hirviendo antes de utilizarlo sobre un paciente. Esta buena costumbre también se perdió tras la caída del imperio romano, y no volvió a utilizarse hasta el siglo XVIII.

Las recopilaciones médicas posteriores, y las grandes enciclopedias bizantinas no incluían la cirugía, o le concedían un lugar muy secundario. Una de las pocas excepciones es la obra enciclopédica de Pablo de Egipto (625-690 d.C), que dedicó uno de sus siete libros a la cirugía. Esta obra fue el texto quirúrgico más importante de la antigüedad y constituyó una fuente principal de la cirugía árabe.

Vegetio, tratadista de la época de Valentiniano el Joven (371-392 d.C), cita como *medicus ordinarius*, a Anitius Ingennus, de la primera cohorte tongriana, primer médico militar hispano del que existe referencia, que falleció a la edad de 25 años en Britania (centro y sur de la actual isla de Gran Bretaña)<sup>87</sup>

## 8.5. Edad Media

Durante la época de dominación visigoda de la península ibérica, la invasión musulmana y la reconquista, los médicos y cirujanos acompañaban a su señor, un noble o el propio Rey y estaban al cuidado de su salud y la de sus familiares en campaña.

Durante el reinado del Wamba, con motivo de su reorganización militar, el obispo de Mérida crea un hospital militar, independientemente de los que con fines humanitarios había.

En los reinos musulmanes de la península ibérica Abul-Kasim ó Albucassis y Abenzoar, médicos del califato de Córdoba, fueron famosos por sus logros en la cirugía y como médicos del ejército. Güy de Chauliac cita a Albucassis en su “*Chirurgia Magna*” más de 200 veces. En esta obra encontramos la primera referencia sobre el uso de tracciones continuas para el tratamiento de las fracturas.

Del reinado de Pedro III de Aragón (1.276-1.285) se conservan las disposiciones sobre los médicos y cirujanos adscritos a su persona. Alfonso III promulgó en 1308 sus ordenanzas en las que prestaba especial atención a “*la curación de los enfermos y heridos, mandando que todas las plazas dispusiesen de cirujanos entendidos y prácticos, con sus estuches de instrumentos y botiquines, con emplastos y ungüentos, así como trapos viejos o usados, para hacer vendajes e hilas*”. El Rey Jaime III, promulgó en mayo de 1.337 unas *Leges Palatinae*, muy similares a las de Pedro III, donde se describen los deberes de los cirujanos.

Así mismo, en cada expedición militar de la corona de Aragón que se hacía a la mar, figuraban uno o dos médicos o cirujanos. El primero conocido, fue el físico judío Jucef Abentrevi,



que en 1.229 prestó sus servicios a bordo del navío del rey Jaime I, con ocasión de la conquista de Mallorca.<sup>87</sup>

Sabemos que las escuadras de galeras de los distintos reinos peninsulares desde el siglo XII contaban con un sistema de atención sanitaria para prestar la asistencia a las bajas producidas en el transcurso de un enfrentamiento, asignándose un médico por buque. Cuando las galeras no actuaban aisladas sino agrupadas con ocasión de una determinada Jornada, contaban con un apoyo sanitario de mayor entidad coordinado por médicos de reconocido prestigio<sup>5</sup>.

Durante la reconquista, dentro del concepto de ejército regular instaurado por los Reyes Católicos, se despliega el considerado por los historiadores como el primer hospital de campaña en la batalla de Toro de 1476 y después en cada batalla hasta el sitio de Granada, en el que se instala un hospital militar fijo.

Los tercios de infantería incluían un médico en su plantilla que debía contar con *“experiencia, habilidad y celo”*<sup>81</sup>. Se impuso un descuento al resto de los militares sobre su paga para correr con los gastos sanitarios.<sup>81,87</sup>

Al final de la alta Edad Media dos hechos van a afectar el curso posterior de la cirugía: la aplicación de la pólvora en las guerras en Europa, cuya primera referencia se encuentra en la batalla del sitio de Argiers en la guerra de los cien años entre Francia e Inglaterra(1337-1453) y el renovado interés por el estudio de la anatomía<sup>89,90</sup>.

## 8.6. Edad Moderna

Ambroise Paré en Francia y Dionisio Daza Chacón, cirujano de los Ejércitos Imperiales, en España, se disputan el honor de haber introducido cambios radicales en el tratamiento de las heridas por arma de fuego, abriendo los caminos de la cirugía moderna.<sup>87</sup>

Paré demostró que las heridas por arma de fuego no están envenenadas, obviando los métodos heroicos empleados previamente para la extracción del proyectil y la cauterización con el método del italiano Da Vigo *“con aceite de sauco muy caliente”*. Durante la batalla de Turín empleó el tratamiento de las fracturas abiertas mediante reducción y estabilización de las mismas y se dice que descubrió el beneficio de no emplear la cauterización, por casualidad, al agotarse el aceite que empleaba para esa técnica<sup>90</sup>. La obra publicada por Ambroise Paré sobre heridas por proyectil de arma de fuego fue seguida por Paracelso en el siglo XVII, John Hunter en el XVIII y por Dominique Larrey en el XIX.

Daza Chacón desarrolló un verdadero estudio experimental clínico y fisiopatológico describiendo las heridas por arma de fuego no como *“combustas”* sino como heridas contusas. Es también posible que Daza Chacón fuese el primero en describir las lesiones que hoy conocemos por efecto explosivo primario, bajo el término anglosajón de *“primary explosion injury”* estudiadas por Moth en 1916. En un texto de la época, Daza Chacón describe como *“a uno le passo por entre las piernas una bala de una culebrina, y lleuole solamente los tafetanes de las calças, y sin hacerle herida ninguna murió dentro de doze horas, con hacerle todos los beneficios posibles: hinchosele el muslo, y inflamosele brauamente. Y solo la causa fue, que de la gran furia que lleuaua la pelota, no solo el ayre penetro en el muslo, pero quebrole y desmenuzole los huesos del; lo qual vimos haziendo disección del”*<sup>91</sup>

Ambroise Paré y Daza Chacón aconsejaron el empleo de ligaduras sobre heridas vasculares, costumbre que había sido abandonada desde los clásicos<sup>83,91</sup>. Daza Chacón se opuso a la tendencia de sus contemporáneos y desaconsejaba la sutura de las heridas articulares.<sup>91</sup>

Todo esto ocurría durante el inicio de la dinastía de los Austrias. En 1585 reinando Carlos I, se creó el Hospital Militar de Malinas (actual Bélgica) que suponía el centro apoyo logístico sanitario español para todo el territorio de Flandes<sup>81</sup>. Tenía como novedades que aportaba la dedicación exclusiva al Ejército y la Marina y la de servir de retén de hombres, camas y material quirúrgico en reserva, prestos a partir hacia el punto donde el mando dispusiera que hacía falta un hospital<sup>87</sup>. Este concepto se anticipó y fue copiado por el resto de potencias de la época. En

la Armada Española se crea en el año 1.598, el “Hospital del Puerto de Santa María”, el cual asumió el papel de centro estratégico, para embarcar médicos, cirujanos, barberos, jergones, sabanas y medicamentos con destino a cualquier expedición naval y cuya envergadura logística planteara la necesidad de dedicar una o dos buques a hospital naval.<sup>87</sup>

Se crearon, posteriormente, además los Hospitales Reales (navales) del El Ferrol, Lisboa, Cádiz y Cartagena,<sup>81</sup> concebidos como hospitales estables en tierra para atender a la bajas de la Armada.

Como respuesta a los grandes conflictos en que a lo largo del siglo XVI se ve envuelta nuestra Armada, se crean los llamados Hospitales embarcados o “*Hospitales Reales de la Armada y Exercito de S.M*”, como una formación de apoyo sanitario en la que, bajo la dirección de un Administrador General, podían llegar a integrarse más de 100 personas, entre médicos, cirujanos, barberos, enfermeros y otros “oficiales” encargados de los cometidos logísticos. Concebidos para ser desplegados en la zona de operaciones, tras el desembarco de la infantería, disponían de “*tiendas de campaña, camas con su ropa, una nutrida botica y el material preciso para el tratamiento y alimentación de los enfermos y heridos*”. Todo ello convenientemente estibado, iba a bordo de una o varias “urcas” o navíos de transporte, que además de servir para el transporte de material y efectos también cumplían como buque hospital, en el que embarcaba el personal sanitario de menor rango, ya que los médicos y cirujanos se distribuían en los buques de mayor porte, para hacer frente a las contingencias que pudieran presentarse durante la navegación<sup>92</sup>.

Felipe V, primero de los Reyes de la dinastía borbónica, inició profundas reformas en la Administración. Tomando como base el Hospital Real de Cádiz, se crea en 1708 la figura del Cirujano Mayor de la Armada con la misión de organizar la Sanidad Naval. En 1721 el Rey promulgó el primer Reglamento sobre servicios sanitarios del Ejército, que sería la carta fundacional del Cuerpo de Cirujanos Militares<sup>93</sup>.

El modelo de enseñanza se creó influenciado por las corrientes de pensamiento ilustrado. Su desarrollo fue liderado por Pedro Virgili (Cirujano del Ejército) y Juan Lacombe (Cirujano Mayor de la Armada). Se enseñaba Medicina y Cirugía de forma conjunta, con cercanía a las salas de hospital y al anfiteatro anatómico,

En 1748 el rey Fernando VI aprueba los estatutos del “Real Colegio de Cirugía de Cádiz” dirigido por Lacombe. Bajo el reinado de Carlos III se funda en 1760 “Real Colegio de Cirugía de Barcelona, del cuerpo de Cirugía Militar, colegios subalternos y Cirujanos del Principado de Cataluña”, con el objeto de dotar a los regimientos de cirujanos cualificados y de examinar al resto de gremios sanitarios que ejerciesen en su área de responsabilidad. Su primer director fue Pedro Virgili Bellver. En 1787 el monarca funda, a instancia de Antonio Gimbernat y Arbós, el “Real Colegio de Cirugía de San Carlos” el primero de los Reales Colegios que no estuvo dedicado primordialmente a la formación de cirujanos militares, seguido por el Santiago y el de Salamanca<sup>94</sup>. El mismo modelo se llevó a las colonias americanas<sup>95</sup>.

## 8.7. Edad Contemporánea

De los Reales Colegios de Cirujanos nacieron las Facultades de Medicina.<sup>87</sup> Después de un primer intento de por parte de Gimbernat en 1799, Castelló<sup>96</sup> en 1827 unificó definitivamente los estudios dando origen a una titulación conjunta de “Medicina y Cirugía”, que acabó con la secular división entre médicos y cirujanos. De manera similar en el resto de Europa se constituyeron centros para la formación exclusiva en anatomía y cirugía. En Inglaterra la escuela de Hunter, en Berlín el Collegium medicum-chirurgicum, y en Viena el Josepphinum, Academia Imperial para la formación de cirujanos militares.

El siglo XVIII es el punto de partida de la traumatología moderna, tres grandes cirujanos contribuyeron a un claro avance de esta rama de la medicina: Percival Pott (estudió las lesiones vertebrales con la primera descripción de la espondilitis tuberculosa, denominado Mal de Pott

y las fracturas de tobillo), Astley Paston Cooper (publicó el primer estudio sistemático sobre fracturas) y John Hunter (considerado padre de la cirugía científica). La obra de Hunter: *“Treatise on the blood, inflammation and gunshot wounds”* (1794) se basaba en su experiencia como cirujano militar durante tres años en Portugal, y en ella limitaba las indicaciones del tratamiento quirúrgico a:

1. Hemorragia y la necesidad de realizar ligadura.
2. Desbridamiento de fragmentos óseos.
3. Extirpación de cuerpos extraños peligrosos.
4. Reposición de órganos eviscerados.
5. Alivio de la presión que afectaba la función de órganos vitales.

El cirujano militar holandés Antonio Mathysen, en 1851 empleó por primera vez el vendaje enyesado o yeso de Paris, para el tratamiento de fracturas, que hoy es de uso universal.

Durante las guerras Napoleónicas Desault sistematizó el desbridamiento quirúrgico de las heridas y el Barón Jean Larrey, cirujano en jefe de los ejércitos de Napoleón, creó el nuevo concepto de la cirugía militar de la época, introduciendo conceptos sanitarios, epidemiológicos, abastecimiento de comida y material para los heridos, entrenamiento del personal médico, transporte de los heridos mediante el servicio de ambulancias volantes, atención y cuidados en el frente de batalla. Se le considera el precursor histórico de lo que a inicios del siglo XXI denominamos cirugía de control del daño.

En el siglo XVIII aparece por primera vez la denominación “ortopedia” citada en un libro de Nicolás Andry publicado en 1741 (*L’Orthopédie ou l’Art de prévenir et de corriger dans les enfants les difformités du Corps*). En la Ortopedia de Andry no hay nada quirúrgico, es más, Andry fue un ardiente opositor de los cirujanos y no preveía que la especialidad de la cual es considerado fundador, llegase a ser una rama de la Cirugía<sup>97</sup>.

Durante el siglo XIX la ortopedia inicia un claro acercamiento a la cirugía. Stromayer, en 1838, sería uno de los precursores con su libro (*“Contribuciones a la Ortopedia”*), en el que inauguraba la tenotomía subcutánea, hecho por el que se le considera como el fundador de la ortopedia quirúrgica<sup>83</sup>.

## 8.8. Primera Guerra Mundial

La unión entre la cirugía ortopédica y la traumatología y su consolidación como especialidad quirúrgica independiente se alcanza durante la primera Guerra Mundial<sup>98</sup>, mediante los trabajos del Coronel Sir Robert Jones, cirujano militar británico al que se cita en la revista de la *American Orthopaedic Association* como el “padre de la cirugía ortopédica militar”. Robert Jones estableció varios hospitales monográficos de traumatología, cirugía Ortopédica y rehabilitación<sup>99</sup>.

Lorenz Böhler comprendió esta necesidad de especialización para evitar las amputaciones y la gangrena en la patología traumática del aparato locomotor. Enrolado como cirujano militar y destinado al monasterio de Bolzano, convirtió el mismo en un centro especializado en el tratamiento de fracturas y heridas articulares. Su doctrina basaba en los siguientes principios:

- 1.Reducción (*“Reposition”*). En toda fractura se deben reducir los fragmentos desplazados.
- 2.Inmovilización (*“Ruhigstellung”*). Los fragmentos reducidos se inmovilizarán ininterrumpidamente en buena posición hasta su consolidación ósea.
3. Ejercicio activo de las articulaciones móviles (*“Aktives üben der freien Gelenke”*). Durante el periodo de contención de los fragmentos, ya reducidos, y sin producir dolor, deben movilizarse activamente el mayor número de articulaciones del miembro lesionado y del cuerpo entero, para evitar trastornos de la circulación, atrofas musculares, decalcificaciones óseas y limitaciones de la movilidad articular.

Böhler mantuvo que el éxito de la traumatología se encuentra en la organización del tratamiento y constató los malos resultados, característicos de su época, del tratamiento cruento de las fracturas.

Otra técnica que se popularizó durante la Primera Guerra Mundial es el método de tracción continua. Como ya se ha dicho, la primera referencia a la misma es atribuida a Guy de Chauliac, aunque su uso no se generalizó hasta el siglo XIX. La introducción de férulas de tracción se debe a N. Smith, cuyo perfeccionamiento fue alcanzado el siglo XX con la férula de Thomas y las agujas de Fiz Steiman (1907), que colocadas en los cóndilos femorales permitían una tracción transesquelética de las fracturas de fémur<sup>83,89,100</sup>. Durante la primera Guerra Mundial se aplicó la férula de Thomas para la inmovilización mediante tracción de fracturas de diáfisis femoral, lo que contribuyó a reducir la mortalidad de esos pacientes de un 80% a un 20%<sup>76</sup>.

Theodor Kocher, médico militar suizo y primer cirujano premio nobel de Medicina en 1909, desarrolló los primeros estudios sobre balística de las heridas a finales del siglo XIX. Su estudios experimentales, corroborados clínicamente durante la primera Guerra Mundial en hospitales del Imperio austrohúngaro, demostraron los aspectos claves del daño producido por un proyectil en un tejido: la velocidad y la deformación del mismo, y predijeron de manera precisa el comportamiento de armamento desarrollado décadas después<sup>2</sup>.

Joseph Lister, en base a los trabajos de Pasteur, describió que las heridas eran infectadas por bacterias, lo que lo llevó a la introducción de la antisepsia, pilar fundamental de la cirugía moderna. Lister comunicó la importante mejoría que se producía en la evolución de las heridas en fracturas abiertas tratadas con ácido Carbólico<sup>50</sup> y desarrolló y empleó la dispersión de este compuesto como antiséptico en las intervenciones quirúrgicas. Mediante su empleo durante la Primera Guerra Mundial los cirujanos ganaron un sustancial control en la infección de las heridas.

El cirujano militar ruso Carl Reyher abogó por un manejo más agresivo de la limpieza quirúrgica de las heridas de guerra, mediante una limpieza mecánica extensiva que denominó “desbridamiento”<sup>50</sup>.

Fue también durante la primera Guerra Mundial cuando se llegó al conocimiento básico del shock y se comenzó a entender la importancia de la transfusión sanguínea para el tratamiento de la baja en combate<sup>29</sup>.

Durante la primera guerra mundial un grupo de oficiales médicos españoles fueron destacados como observadores dentro del grupo de oficiales enviados por el Rey Alfonso XIII y el gobierno de Eduardo Dato a los frentes europeos, en labor humanitaria y de inspección de los campos de prisioneros, de las instituciones sanitarias militares y sus procedimientos operativos<sup>101</sup>.

Durante la primera Guerra mundial comenzó el desarrollo de la que se considera la más importante contribución española a la cirugía militar de todos los tiempos<sup>102</sup>, el tratamiento de las heridas de guerra mediante cura oclusiva. El Dr. Winnet Orr (1924), a partir de las bases doctrinales y técnicas de Mathijsen (1852), Pirogoff (1954) y Ollier (1872), comunicó sus buenos resultados en el tratamiento de las osteomielitis en heridas por arma de fuego o explosivo de los combatientes americanos.

## 8.9. Guerra Civil Española

En los episodios de la revuelta de Asturias de 1934, previos a la Guerra civil, dos cirujanos militares, el Dr. Bastos Ansart, cirujano militar que en aquel momento presidía Instituto Nacional de Reeducación de Inválidos, y su discípulo y colaborador el Dr. D'Harcourt cirujano militar superviviente de la tragedia de Annual de 1921, tuvieron oportunidad de tratar las fracturas abiertas mediante una cura oclusiva. Bastos fue fundador de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología en 1935, de cuya primera junta directiva D'Harcourt fue vicesecretario.



Ambos cirujanos, en bandos distintos durante la guerra civil, siguieron aplicando la cura oclusiva en los heridos de combate con matices distintos en la técnica (cura oclusiva completa o con ventanas en el yeso) con buenos resultados clínicos y funcionales <sup>102</sup>.

El Dr. Trueta, con su experiencia durante la Guerra civil española, con los heridos tratados en Barcelona de la batalla del Ebro, sistematiza el tratamiento mediante cura oclusiva en 5 pasos <sup>103</sup>:

1. Tratamiento quirúrgico inmediato, antes de las 6 primeras horas;
2. Limpieza de la herida que estimula los mecanismos de hemostasia;
3. Desbridamiento amplio de tejidos desvitalizados, lo que retira focos potenciales de infección;
4. Cobertura con gasa vaselinada estéril;
5. Cura oclusiva e inmovilización con yeso incluyendo las articulaciones proximal y distal que protege los tejidos hasta la cicatrización.

Refugiado en Londrés en 1939, tras el triunfo del bando nacional y acogido por el profesor Girdlestone, Catedrático de Ortopedia de Oxford, Trueta publica los resultados del ya denominado “Método Español” en su obra clásica *“Treatment of war wound and fractures”* <sup>103</sup>. En la obra describe el tratamiento de 1073 heridos en combate con fracturas abiertas mediante desbridamiento y cura oclusiva con un yeso cerrado sin curas sucesivas (cura de Orr-Bastos-Trueta) sin mortalidad ni amputaciones secundarias interrumpiéndose la oclusión solo en el 0,75% de los casos por complicaciones en la evolución <sup>102</sup>. Trueta sostenía que el hueso es un tejido orgánico que reacciona de manera similar a como lo hacen otros tejidos, siendo por lo tanto la fractura una herida del hueso <sup>103</sup>. La parte más importante del tratamiento de la fractura abierta consistiría en el tratamiento de la herida. <sup>103,104</sup>. Trueta fue nombrado Catedrático de Ortopedia de la Universidad de Oxford y Doctor Honoris Causa de la misma Universidad en 1943<sup>102</sup>.

Tanto Bastos Ansart como Trueta, eran considerados en su época autoridades internacionales en el tratamiento de heridas de guerra.

## 8.10. Segunda Guerra Mundial

La cura oclusiva o “método español”, fue aceptada durante la II Guerra Mundial por los servicios quirúrgicos de los ejércitos aliados de Gran Bretaña y Estados Unidos popularizándose su uso en el esfuerzo de guerra aliado, siendo incontables las vidas y miembros salvados con su aplicación <sup>102</sup>.

En el tratamiento de las fracturas se emplearon distintos métodos novedosos. La fijación externa, que comenzó a desarrollarse en la década de los 30, no tuvo buenos resultados, debido principalmente a las complicaciones infecciosas y a tratarse de una técnica con pocos cirujanos entrenados para ella, por lo que se retiró como tratamiento en la sanidad militar aliada. Después de la segunda guerra mundial Ilizarov <sup>105,106</sup> desarrolló y perfeccionó la técnica de fijación externa para el tratamiento de deformidades postraumáticas complejas en heridos de guerra soviéticos. Empleó su fijador externo circular para realizar transportes óseos por distracción, y para el tratamiento de pseudoartrosis y de consolidaciones viciosas. Sus tratamientos se difundieron de manera mundial en los años 80 del siglo XX.

El segundo método de fijación de fracturas desarrollado durante la segunda Guerra mundial fue el enclavado endomedular. Concebido por el cirujano alemán G. Küntsher<sup>107</sup> para el tratamiento de fracturas diafisarias de huesos largos, fue un método muy controvertido en su tiempo<sup>108,109</sup>. Hoy en día es una de las principales técnicas para el tratamiento de facturas de huesos largos.

Fue también al final de la Segunda Guerra Mundial cuando se introdujo de manera sistemática el tratamiento con penicilina, el primer antibiótico descubierto por Fleming en 1929. Para el aislamiento del principio activo y su producción a gran escala se emplearon más de diez años. La mortalidad asociada a infecciones por heridas en los miembros descendió comparada

con la de la primera Guerra Mundial. En miembros inferiores de un 7.7% a un 2.1% y en miembros superiores de un 4.1% a un 1.1%<sup>110</sup>. Se dotó a los combatientes con sulfamida en polvo, si bien se demostró que su empleo no sustituía a un adecuado manejo quirúrgico precoz.<sup>111</sup>

Durante el desembarco de Normandía en 1944 se realizó un estudio prospectivo sobre 3907 soldados británicos heridos. Se administró penicilina a 436 soldados a los que se consideraba de alta probabilidad de infección por *clostridia*, mientras que el resto recibieron un tratamiento convencional. Ninguno de los pacientes del grupo tratado con penicilina desarrolló gangrena, mientras que 5 pacientes del grupo convencional murieron por esa causa.<sup>112</sup>

El cierre primario diferido de las heridas, tras los descubrimientos de Lister y Pasteur, se realizaba en el momento que una muestra cultivada de la herida resultaba estéril. Durante la segunda Guerra Mundial este criterio cambió y la apariencia clínica se tomó como principal criterio para decidir el momento de cierre de la herida. Estudios contemporáneos demostraron una tasa de fallo menor con este método que con los métodos previos<sup>113,114</sup> La técnica basada en la observación clínica de la herida, ausencia de exudado, eritema y presencia de tejido de aspecto viable es empleada a día de hoy<sup>110</sup>.

El traumatismo vascular evolucionó considerablemente tratando de realizar la reparación vascular en lugar de la ligadura, siempre que fuera posible.

La sanidad militar española desplegó durante la segunda guerra mundial en el frente del este dentro de la División Azul. Son dignas de mención múltiples mejoras en muy diversos campos, entre las que hacen referencia a las lesiones por arma de fuego y explosivos encontramos<sup>115</sup>:

1. Los cirujanos españoles idearon un método mediante radiografías en dos planos con tela metálica, que permitía la localización más eficiente de la metralla que el método de detección que empleaba la sanidad militar alemana se basado en ultrasonidos; de hecho, se adoptó el primero por su sencillez y menor variabilidad intraobservador.
2. Se ideó un método denominado “camilla caliente” que mediante el uso de ladrillos calentados al fuego sobre una estructura de madera prevenía la hipotermia y las congelaciones en los pacientes tratados.

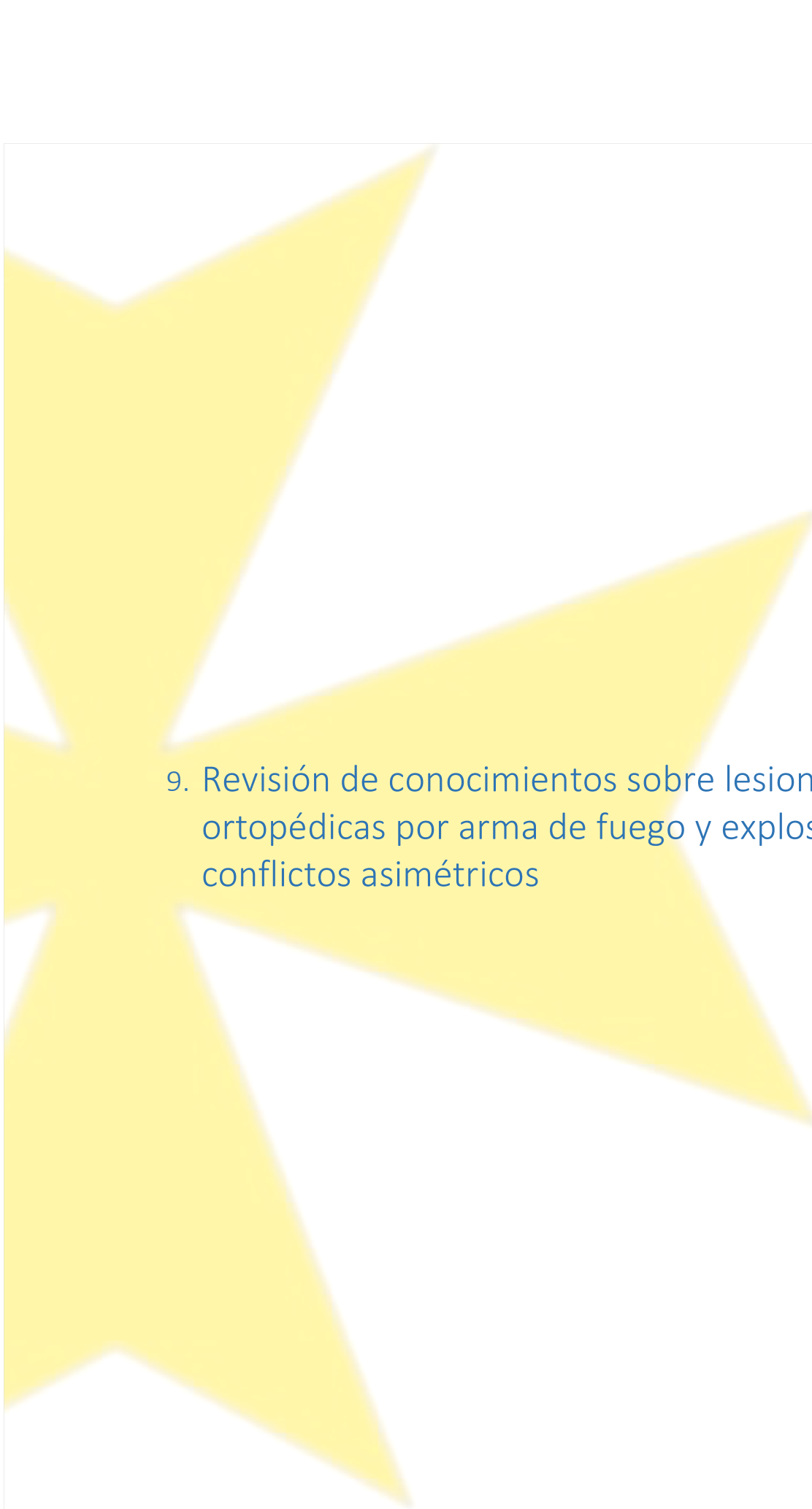
## 8.11. Guerra de Vietnam

En la guerra de Vietnam se comunicó la mejoría de permeabilidad de las arterias reparadas en las que se realizada reparación de las venas concomitantes.<sup>50</sup>

A partir de pacientes de la guerra de Vietnam se publicaron los primeros trabajos que hacían referencia a la importancia de la hipotermia, acidosis y coagulopatía en el shock. Se postularon los primeros conceptos de cirugía de control del daño y se lograron mejoras sustanciales en los tiempos de evacuación de los heridos<sup>50</sup>.

El llamado “Método español” para el tratamiento de las fracturas abiertas se empleó sistemáticamente. En palabras del Coronel Jefe de los Servicios de Ortopedia de los Estados Unidos durante la década de los 60 del siglo XX, Profesor Paul W Brown “en la I Guerra Mundial, mucho antes de conocerse el “Método Español”, los muertos por gangrena representaban el 18% de los heridos, mientras que, en la guerra de Vietnam, el porcentaje ha descendido a un 0,16%”.





9. Revisión de conocimientos sobre lesiones  
ortopédicas por arma de fuego y explosivos en  
conflictos asimétricos



## 9.1. Fisiopatología de las lesiones por arma de fuego.

La primera noticia histórica del uso de la pólvora proviene de China en el siglo IX. Existen dos teorías para explicar su introducción en Europa, una por Europa central a través del contacto con los mongoles y otra por el norte de África hacia el sur de la península ibérica, ocupada por los reinos de taifas andalusíes.

La primera noticia del uso de la pólvora en la península ibérica la obtenemos en el sitio de la ciudad de Niebla, en la actual provincia de Huelva, en el año 1262, a partir de la Crónica de Alfonso X escrita 100 años más tarde. La primera prueba documental fidedigna que tenemos del uso de la pólvora en España, la encontramos en el sitio de Algeciras de 1344 por parte de Alfonso XI.

### 9.1.1. Conceptos generales de balística: definiciones, mecanismo de acción.

Todas las armas de proyectiles comparten un mismo mecanismo de acción. Un explosivo impele la energía a un proyectil que es dirigido a partir de un tubo hueco hacia su objetivo<sup>116</sup>.

La balística es la rama de la física que estudia el comportamiento y los efectos mecánicos producidos por los proyectiles<sup>117,118</sup>. Se divide para su estudio en balística interior, balística exterior y balística de los efectos o terminal, que incluye la balística de las lesiones o de las heridas.

Proyectil es cualquier cuerpo impulsado a través del espacio, bala o fragmento, que pasa a través de los tejidos. (Este término no debe confundirse con el uso militar de la palabra, que también incluye municiones como los obuses o las granadas, mientras se desplazan por el aire y que luego pueden causar heridas por dispersión de fragmentos). Los proyectiles pueden clasificarse en:

Proyectiles primarios: que incluyen las municiones de armas de fuego, así como todos los explosivos con posibilidad de fragmentación o la metralla que contiene un explosivo.

Proyectiles secundarios: Dos tipos

- Externos: todo objeto que se convierte en proyectil tras la colisión con un proyectil primario o como efecto del impulso otorgado por la onda expansiva.
- Interno: fragmento óseo que tras una fractura provocada por un proyectil se convierte en proyectil secundario.

Balas: proyectil acelerado cuando pasa por el cañón del arma, sale por la boca vuela por el aire e impacta contra el blanco.<sup>119</sup>

- Balas “blindadas”, encamisadas o *full metal jacket*  
Bala cuyo núcleo de plomo está enteramente recubierto por un metal duro, como el acero o el níquel. Algunas balas encamisadas tienen una varilla de acero en el centro; otras están provistas de una cámara de aire en la punta, por debajo del metal duro. También se denominan “balas militares”.
- Bala semiblandas o semienlamadas  
Bala de núcleo de plomo, con la punta expuesta. También denominada “bala dum-dum” o “bala de punta blanda”.
- Bala expansiva  
Bala diseñada para expandirse y aumentar su superficie transversal al impactar contra tejidos blandos. Éste es el efecto de la mayoría de las balas semienlamadas. Existen además otras balas expansivas como las de punta hueca.

**Fragmento:** parte de una munición explosiva que se transforma en proyectil cuando detona la munición. El arma puede estar diseñada específicamente para eyectar fragmentos, o éstos pueden ser, sencillamente, trozos de la vaina de la munición, despedidos por la explosión.

#### 9.1.1.1. *Balística interna*

La balística interna estudia los procesos que ocurren en el interior del tubo del cañón y la influencia de factores como el diseño del propulsante, la transmisión de calor hacia las paredes de la caña o el desgaste de la superficie del ánima, entre otros.

Hay una gran variedad de armas de fuego, pero desde un punto de vista metodológico, comparten unas mismas características. Para disparar un proyectil ha de provocarse la combustión del propulsante mediante una carga iniciadora, colocada en el seno de la carga de proyección. El propulsante, una vez comienza a arder, continúa la combustión sin necesidad de oxígeno, produciendo los gases que impulsan al proyectil.

Los propulsores van desde la pólvora negra a los “propulsores sin humo” en base a nitrocelulosa de base simple, doble o triple. En general, se utilizan dos tipos de explosivos para la propulsión de los proyectiles en armas de fuego y cohetes, y ambos se denominan normalmente con el nombre genérico de pólvora sin humo. El término es correcto en el caso de un explosivo bajo, el nitrato de celulosa gelatinizado. La velocidad a la que arde está controlada por la forma de los granos de la pólvora. Puesto que estos arden desde la superficie hacia dentro, es posible producir granos que ardan progresivamente más despacio o más rápido, dependiendo de su forma y dimensiones. Por ejemplo, los granos esféricos tienen áreas de superficie progresivamente menores conforme arden, y por lo tanto arden paulatinamente más despacio. Este tipo de pólvoras se utilizan en armas pequeñas de cañón corto, como las pistolas.

Para mantener un vuelo estable los proyectiles necesitan un giro sobre su eje longitudinal. El cañón tiene un ánima rayada en espiral para provocar ese giro mientras el proyectil se desplaza a lo largo del ánima. La carga iniciadora y el propulsante pueden formar un saquete o estar contenidos dentro de un cartucho cuya vaina metálica se puede considerar como parte de la pared de la recámara<sup>118</sup>.

#### 9.1.1.2. *Balística externa*

La balística externa estudia el recorrido que el proyectil realiza desde que sale de la boca del cañón y deja de estar afectado por los gases propulsores, hasta que llega al blanco<sup>118</sup>

Dentro de los elementos de estudio del proyectil en su trayectoria el más interesante para el estudio de las lesiones provocadas es la denominada deriva tabular, producida porque el rayado del ánima induce al proyectil una rotación en torno a su eje de spin (eje de simetría que lo atraviesa longitudinalmente desde el culote hasta la ojiva). Esta rotación provoca una deriva lateral debida al rozamiento con el aire.

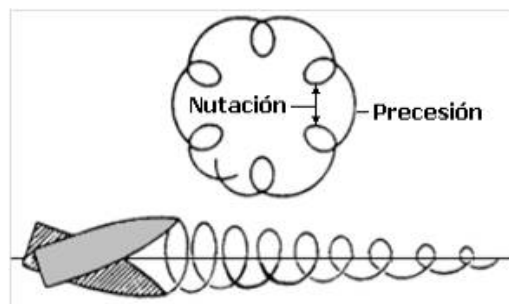


Figura 3. Precesión y nutación

Modificado de <sup>118</sup>

Son varios los efectos que se superponen para ocasionar este tipo de deriva, efecto giroscópico, efecto Magnus y efecto Poison. El más importante de todos ellos es el movimiento giroscópico producido porque el centro de empuje aerodinámico no coincide con el centro de masas. El efecto giroscópico se manifiesta en dos movimientos combinados, de precesión y nutación (figura 3), que provocan que un proyectil animado con un giro a derechas (visto desde el culote) se desvíe hacia la derecha, y otro que gire a izquierdas se desvíe hacia la izquierda<sup>118</sup>. Un ejemplo de movimiento giroscópico es el del giro de una peonza, que gira en torno a su eje de simetría, que a su vez describe un movimiento cónico de cabeceo: la precesión. Cuando la peonza pierde revoluciones, empezamos a percibir también un movimiento espiral que acompaña al de precesión: la nutación.

En realidad, durante el vuelo la bala se estabiliza contra esta deriva lateral gracias al espín. En el interior de los tejidos, debido al cambio de densidad, el espín no estabiliza la bala, por lo que tenderá a voltearse (el eje longitudinal de la bala irá formando un ángulo cada vez mayor con la trayectoria) colocándose la parte más pesada delante (en las balas que no se deforman esta parte es el culote, en las que se deforman en forma de hongo, la parte más pesada ya viaja delante) provocando en el proceso un aumento de volumen de las cavidades permanente y secundaria<sup>120</sup>.

Una bala tiene alta estabilidad cuando el ángulo de precesión se encuentra cercano a la dirección de vuelo. En general, el vuelo de una bala es estable durante el primer metro que recorre al salir del cañón. Rápidamente adopta un vuelo de baja estabilidad, el en cual el ángulo de precesión es grande en relación con la dirección del vuelo. Después la estabilidad va en aumento<sup>119</sup>.

La segunda causa en importancia de la deriva tabular es el efecto Magnus. Este efecto es el que justifica la modificación de la trayectoria parabólica cuando un tenista golpea la bola "con efecto". Para el estudio de los daños provocados por el proyectil en su objetivo este efecto tiene menor interés.

#### *9.1.1.3. Balística terminal. Mecanismo lesivo.*

La balística terminal estudia los efectos que las municiones tienen sobre los blancos (balística de efectos). El blindaje de un carro, la placa de un chaleco antifragmentos o los tejidos vivos de un combatiente son blancos de características muy diferentes. La munición adecuada para atacar un buque puede ser ineficaz contra el blindaje de un carro. Por lo tanto, los proyectiles y los blancos deben estudiarse conjuntamente.

Los efectos causados dependen fundamentalmente del tipo de blanco y de munición, la velocidad y la geometría del impacto. Para su exposición nos referiremos primero al estudio de la balística de proyectiles contra blindajes para después referirnos al estudio de la balística de las heridas<sup>74,118,121-123</sup>.

##### *9.1.1.3.1. Balística de los efectos. Proyectiles contra blindajes*

Los blancos se clasifican en función del espesor en: semi-infinitos si en la cara opuesta no se aprecia ningún efecto en el proceso de penetración, gruesos aquellos en que la cara opuesta influye en la penetración después de que el proyectil recorre un camino sustancial dentro del blanco, intermedios si dicha cara ejerce influencia durante toda la penetración y delgados en los que las tensiones y deformaciones producidas en él son despreciables. Obsérvese que un blanco puede ser semi-infinito para un tipo de proyectil y delgado para otro. Por ello es preciso, como dijimos, estudiar los blancos en función de los proyectiles que los atacan.<sup>118</sup>

La penetración es el recorrido de un proyectil o fragmento en el interior de un blanco sin atravesarlo completamente, mientras que la perforación implica atravesarlo completamente.



La penetración tiene una primera fase de impacto en la que se forma un cráter en blanco y una de penetración propiamente dicha, el cráter aumenta de tamaño, el material del blanco fluye hacia los lados y el proyectil continúa deformándose pudiendo llegar a fragmentarse.

El proceso de perforación de un blindaje es complicado. Todavía no existe una explicación completa del fenómeno. Los principales factores son la geometría y velocidad del impacto y las propiedades físicas del blanco. Los tipos de perforación más frecuentes son: fractura por tensión, fractura radial, por desconchado, por cizallamiento, con formación de pétalos, por fragmentación y por expansión dúctil.

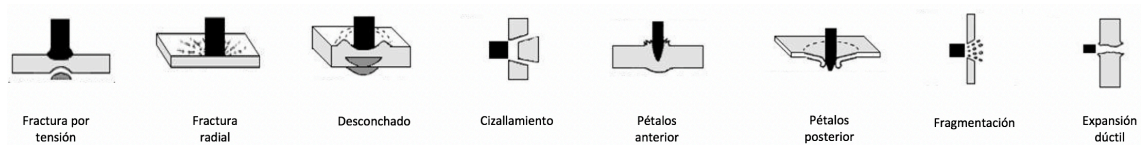


Figura 4. Tipos de perforación de blindaje

Modificado de <sup>118</sup>

### Características de los proyectiles.

Según su forma se clasifican de acuerdo a la relación longitud/calibre. Si es menor que 1 el proyectil se considera romo, si es igual o mayor que 1 se considera puntiagudo.

En cuanto a su interacción con el blindaje encontramos proyectiles rompedores o de fragmentación que contienen una cabeza de combate y emplean la energía química de los explosivos que contienen y los proyectiles perforantes que no contienen cabeza de guerra ni espoleta y emplean su energía cinética básicamente.

Otros dos tipos serían los subcalibrados o proyectiles-flecha, capaces de alcanzar velocidades enormes del orden de Mach 4 (aprox 1400m/s) y los proyectiles de carga hueca o antitanque HEAT (*High Explosive Anti-Tank*).

#### 9.1.1.4. Balística de los efectos sobre el cuerpo humano. Balística de las heridas.

En términos generales, la balística de las heridas es la parte de la balística terminal que estudia la interacción entre los agentes traumáticos (como las balas y los fragmentos de armas explosivas) y los tejidos humanos así como los efectos que provocan sobre el cuerpo humano <sup>74,118,121-123</sup>. En el laboratorio, la balística de las heridas permite la simulación mensurable de la interacción física entre los agentes traumáticos y los tejidos humanos.

Los proyectiles causan heridas y lesiones al interactuar con tejidos. Los factores relacionados con las lesiones por proyectiles son: el diámetro del proyectil, la forma, la composición, velocidad lineal y angular y el tipo de tejido sobre el que impacta <sup>116</sup>.

El estudio del trauma balístico, algunos de cuyos aspectos se superponen a la balística de las heridas, examina la reacción fisiopatológica que experimenta el cuerpo ante el proceso físico. Por lo tanto, el trauma balístico comprende la hemorragia, la conmoción, la infección de las heridas y la muerte.

Al impactar, una bala estable y no expansiva causa, inicialmente, un trayecto de herida largo y estrecho. Una bala con menor estabilidad gira rápidamente tras el impacto, pasa por los tejidos de costado y deposita su energía al principio del trayecto. A mayor distancia y menor velocidad, la estabilidad de la bala va en aumento. Esto, unido a la menor energía transmitida, explica por qué las heridas de bala causadas desde gran distancia no causan tantos daños a los tejidos como las heridas hechas a corta distancia <sup>119</sup>.

Sin embargo, es una idea errónea, aunque muy difundida, pensar que la gravedad de la lesión se puede predecir en base únicamente a la velocidad del proyectil empleado. Es cierto que la velocidad del proyectil es un factor importante, pero no es el único <sup>54,117</sup>.

### 9.1.2. Eficacia de las armas

Los resultados que se esperan de un proyectil cuando actúa sobre un blanco vivo -blando por naturaleza – son: precisión, penetración y detención o inhabilitación.

En cuanto a la precisión, el número de disparos realizados para conseguir una baja en la guerra convencional es enorme. En la Primera Guerra Mundial, por cada muerto registrado se dispararon más de un millón de cartuchos. Lo sorprendente es que este dato se confirmó 50 años después en la guerra de Vietnam a pesar de que, en pleno conflicto, los estadounidenses cambiaron el calibre 7.62x45 por el 5.56x45 con el objetivo de mejorar la efectividad del armamento empleado en la Segunda Guerra Mundial y en la guerra de Corea. Esencialmente con el calibre 5.56 mejoraron la capacidad de detención haciendo menos estable el proyectil, de manera que al impactar contra el blanco se voltease produciendo heridas más importantes que las ocasionadas por el 7.62, mucho más estable <sup>118</sup>.

La gravedad de las lesiones está determinada por el coeficiente balístico o potencial de penetración (PP) del proyectil, que se traduce como la habilidad que tiene para vencer la resistencia del medio a través del que se desplaza <sup>117</sup>.

Este coeficiente balístico o potencial de penetración está en función de los factores que modifican la gravedad de las lesiones<sup>117</sup>:

#### 1. Factores del proyectil:

- a) El calibre del proyectil
- b) La masa del proyectil
- c) La construcción del proyectil, lo que se refiere a los materiales que conforma la estructura de éste. En el caso de ser un proyectil disparado por un arma de fuego portátil, contiene un núcleo de plomo con antimonio, cubierto parcial o totalmente con una camisa de cobre; los proyectiles de armas de fuego con calibres superiores a 0.50" (12.7 mm) tienen núcleo de acero, por lo que se les llama perforantes. Los proyectiles secundarios pueden ser de diversos materiales, como roca, madera, hueso o metales.
- d) El perfil del proyectil, que determina el área de superficie que impacta.
- e) El centro de gravedad del proyectil, que determina su comportamiento dentro de los tejidos. Los proyectiles primarios son aerodinámicos. La forma de los proyectiles secundarios, generalmente asimétricos es asimilable al comportamiento de una esfera, lo que se ha demostrado experimentalmente<sup>119</sup>.
- f) La velocidad del proyectil en el momento del impacto.
- g) La dirección del proyectil en el momento del impacto respecto al blanco.

#### 2. Factores de los tejidos:

- a) Los tipos de tejidos lesionados, según su elasticidad, densidad, contenido (hueso, músculo, víscera hueca o maciza) y relaciones anatómicas; lo que determina la cantidad de tejido que se comprime y/o su ruptura.
- b) El espesor de los tejidos, que determina la distancia disponible para que el proyectil se deforme o rote en los tejidos.

#### 3. Factores externos:

- a) Medidas de protección pasiva empleadas como uso de casco, chaleco antibalas o blindajes protectores.

La energía cinética es la fuerza que lleva el proyectil y que, al contacto con el objetivo, se transmite en forma de energía mecánica y térmica, provocando destrucción a su paso por los tejidos. La energía cinética se calcula con la siguiente fórmula:

$$EC = 1/2 (m \times v^2)$$

Donde la energía cinética (EC) es igual a la mitad de la masa, es decir el peso de la munición entre la fuerza de gravedad y multiplicado esto por el cuadrado de la velocidad.

Aunque en ocasiones se ha considerado en exclusiva, la velocidad es un factor importante, pero no el único que condiciona el mecanismo de producción de las heridas.

Experimentalmente se comprueba que la energía de la bala en un punto  $s$  responde a la siguiente expresión:

$$E_s = 1p/2\delta \cdot v_s^2$$

que, si se evalúa en el instante del impacto, es:

$$E_s = 1p/2\delta \cdot v_i^2$$

donde  $v_i$  es la velocidad al llegar al blanco y  $\delta$  es la densidad del blanco. También se observa que el volumen  $V$  de la cavidad temporal es proporcional a la energía cedida por la bala a su paso por el tejido hasta el punto de parada  $s$ :

$$V = \lambda E_s$$

Esto explica por qué la bala que atraviesa los tejidos con gran energía cinética, pero cede poca apenas provoca efectos; mientras que si la misma bala incide con menos energía (menos velocidad), pero cede toda, produce mayores efectos (La constante  $\lambda$  se determina experimentalmente).

La forma y daño inducidos por la onda expansiva o la cavidad temporal provocada por sobrepresión hidráulica al paso del proyectil están claramente influenciadas por la velocidad, pero dependen también del comportamiento de proyectil en su paso por los tejidos<sup>56,120,123-127</sup>. Se ha postulado que el volumen de la cavidad temporal es proporcional a los efectos producidos<sup>118</sup>, aunque en el estudio del trauma balístico aún no se ha logrado demostrar esta relación<sup>123</sup> y algunos autores creen que está sobrevalorada<sup>55</sup>.

La deformación y fragmentación del proyectil en el interior de los tejidos es el otro factor fundamental para determinar el daño de un proyectil sobre un ser humano<sup>55,117,121,123,127,128</sup> y por ende su eficacia en cuanto a detención o inhabilitación.

### 9.1.3. Clasificación de las armas de fuego según la velocidad

Si bien ya se ha comentado que al clasificación clínica de las heridas por arma en función únicamente de la velocidad no es útil desde un punto de vista de la gravedad de la lesión y su pronóstico, sí que es útil para la clasificación del armamento en función de sus efectos<sup>117</sup>.

#### 1. Proyectiles de baja velocidad

Con velocidades por debajo de 330 m/s, no forman cavidad temporal más allá del diámetro de su propio calibre. Generalmente son producidas por:

- a) Armas antiguas, arcabuces, mosquetes etc., con la excepción de algunos rifles del siglo XVIII y XIX que ya impulsaban el proyectil a más de 700m/s. como el *Vetelli*.
- b) La mayoría de los proyectiles de armas de fuego de mano como pistolas automáticas, semiautomáticas y revólveres de calibres 0.22" y 0.25".
- c) Proyectiles secundarios.

Las heridas que producen generalmente siguen el trayecto y la forma del objeto agresor, lesionando sólo los tejidos que involucran la cavidad permanente.

#### 2. Proyectiles de media velocidad

Velocidades entre 330 y 600 m/s, son producidas por armas cortas como pistolas semiautomáticas, automáticas y pistolas ametralladoras como la Uzi israelí o la MP-5 de patente alemana, que utilizan cartuchos calibre 9 mm Parabellum. Debido a su poco peso y alta efectividad a distancias cortas entre 10 y 25 metros; las lesiones que producen siguen el trayecto de la cavidad permanente, con formación de mínima cavidad secundaria equivalente a 1 a 2 veces su diámetro transversal cuando se utilizan cartuchos encamisados. En cambio, el uso de cartuchos parcialmente cubiertos, aumenta notablemente su coeficiente balístico.

### 3. Proyectiles de alta velocidad

Velocidades superiores a 600 m/s. Son todos los fusiles automáticos y semiautomáticos de asalto como el M-16 y R-15 calibre 0.225; el HK G3 y el AK-47 calibre 7.62 mm OTAN, y todas las armas para caza mayor. También se pueden incluir en esta categoría las armas de fuego de proyectiles múltiples como las escopetas, cuando son disparadas a corta distancia.

### 4. Armas de fuego de proyectiles múltiples

Dentro de esta categoría encontramos las escopetas, que son armas de fuego portátiles de uso manual, con cañón de ánima lisa, aunque actualmente se fabrican con ánima rayada, y que disparan cartuchos con múltiples perdigones de plomo. La característica más importante de este tipo de armamento es el llamado “patrón de dispersión” que se refiere a la concentración de perdigones sobre la superficie del objetivo que está en función de la distancia del cañón al blanco. A mayor distancia, mayor patrón de dispersión. A distancias menores de 9 metros provocan lesiones graves debido a la poca dispersión de los proyectiles, lo que hace que un gran número de perdigones estén concentrados en pocos centímetros de superficie, por lo que debería considerarse como graves, para un mejor abordaje terapéutico.

Todas las balas, si van a suficiente velocidad, pueden deformarse en los tejidos blandos<sup>119</sup>. En general un proyectil de plomo puro que atraviesa tejidos blandos se deforma cuando viaja a velocidades superiores a 60 m/s, mientras que los proyectiles completamente encamisados (*Full Metal Jacket*) al girar hacia un costado en el interior del blanco o al chocar contra el hueso, se comprimen y se rompen cuando viajan a velocidades superiores a 350 m/s<sup>117,119</sup>. Esta deformación es diferente de la deformación que alcanza una bala específicamente diseñada para expandirse como las balas semiencañadas<sup>119</sup>.

Theodor Kocher predijo que el daño producido por un proyectil en los tejidos podría minimizarse independientemente de la velocidad de éste, reduciendo su calibre y evitando la deformación y fragmentación del proyectil en su trayecto a través de los tejidos corporales. Esta predicción se ha demostrado repetidamente en el campo de batalla desde 1895<sup>2</sup>.

En aquel momento, en la India, el ejército británico empleaba el proyectil Mk II calibre 7,7x56. un proyectil encamisado de 30mm disparado con rifles que le otorgaban una velocidad mucho mayor que la munición previamente empleada, pero que se demostraba ineficaz para la inhabilitación o detención del enemigo. Para aumentar la efectividad de la munición se llevó a cabo una modificación apresurada en el arsenal de Dum-Dum, India, retirando la cobertura o encamisado del proyectil, al que denominaron Mk III, con lo que el proyectil se deformaba rápidamente al contacto con los tejidos<sup>2</sup>, es decir, cedía rápidamente su energía cinética<sup>119</sup>. Posteriormente evolucionaron a la munición Mk IV, un proyectil expansivo de punta hueca que no llegó a emplearse porque fue prohibido por la Convención de la Haya en 1909<sup>118</sup>. A partir de entonces los ejércitos emplearon proyectiles totalmente encamisados o blindados (*full metal jacket*). El origen del encamisado de los proyectiles con una envoltura de metal duro, no fue humanitario, sino que se comenzó a realizar porque los proyectiles de plomo no pueden acelerarse a más de 600m/s en el interior del cañón sin deformarse y dejar residuos en el interior del mismo.

En guerra la Hispano-Americana, la guerra de los Boer, la guerra Ruso-Japonesa, la Primera Guerra Mundial, la Guerra Civil española, la Segunda Guerra Mundial, las guerras de Corea y Vietnam e incluso en la invasión soviética de Afganistán, se constató que los proyectiles encamisados disparados con rifles que los enviaban a una velocidad un 60% superior a los rifles del siglo XIX, producían una morbi-mortalidad menor que la observada en conflictos previos<sup>2</sup>.

Los proyectiles no encamisados, cuyas lesiones se observan más frecuentemente en la vida civil, es mucho más fácil que se fragmenten o deformen en el interior de los tejidos. Las lesiones por rifles de caza, pistolas de gran calibre u otras armas cortas son generalmente más graves que las heridas de combate por arma de fuego. Un soldado enemigo herido en lo suficiente como para incapacitarle para la lucha, emplea muchos más recursos que uno muerto. Además de perder un combatiente, son necesarios numerosos recursos humanos y materiales

para su cuidado<sup>120</sup>. Por el contrario en muchos países la legislación de caza mayor, obliga a emplear proyectiles de punta hueca o blanda que se deformen dando un patrón en hongo característico con el objetivo de aumentar la probabilidad de matar a la presa rápidamente sin prolongar su sufrimiento<sup>120</sup>.

La escuela de Fackler, del laboratorio de balística de las heridas del Instituto Letterman, centro de instrucción médica del ejército estadounidense, ha publicado numerosos artículos en base a sus estudios experimentales sobre el efecto del proyectil en tejidos blandos a partir de modelos de gelatina balística. En ellos, se defiende que la fragmentación es el método más efectivo para infligir daño con el armamento convencional. Afirma que las diferencias en la cavitación temporal provocadas por la guiñada del proyectil no causan normalmente daño tisular grave. Sería la cavidad permanente, o el daño anatomopatológico “real”, el mecanismo de detención primario del blanco, mientras que la cavidad temporal o el daño producido por la onda expansiva provocada por la interacción entre el proyectil y los tejidos, es en el mejor de los casos, un mecanismo secundario, cuando no irrelevante.<sup>54,55,120,121,127</sup>

Si bien los estudios experimentales sobre el efecto macroscópico en los tejidos y de su fragmentación de los distintos tipos de proyectiles han sido asumidos por la comunidad científica, sus aseveraciones acerca de la escasa o infrecuente influencia de la cavitación temporal y el cuestionamiento del “daño a distancia” de los proyectiles sí que han sido respondidos con estudios como los del grupo del laboratorio de balística de las heridas de la academia del ejército estadounidense de West Point que defienden hallazgos contrarios. (50,113,114,106)

#### 9.1.4. Ejemplos de diferentes efectos de proyectiles.

En lo que ambas corrientes coinciden es en los patrones constantes de cada arma y tipo de munición (deben estudiarse en conjunto). Mediante el análisis de morfología estática y dinámica de su paso en modelos de gelatina balística o jabón<sup>119,124,127,129</sup>, es posible desarrollar sistemas para la predicción del daño, innovar en medidas de protección así como mejorar en el manejo médico-quirúrgico de las lesiones<sup>72,117,130</sup>.

Con la excepción de los proyectiles M-193 del fusil M-16 estadounidense que se fragmenta en los tejidos blandos con una forma característica en función de la distancia de fuego<sup>127</sup>, el resto de fusiles de asalto AK-47, AK-74 y el fusil 7.62 OTAN empleados por los ejércitos tienen comportamientos similares y normalmente no se fragmentan a no ser que choquen en su trayecto contra un hueso<sup>120,127</sup>.

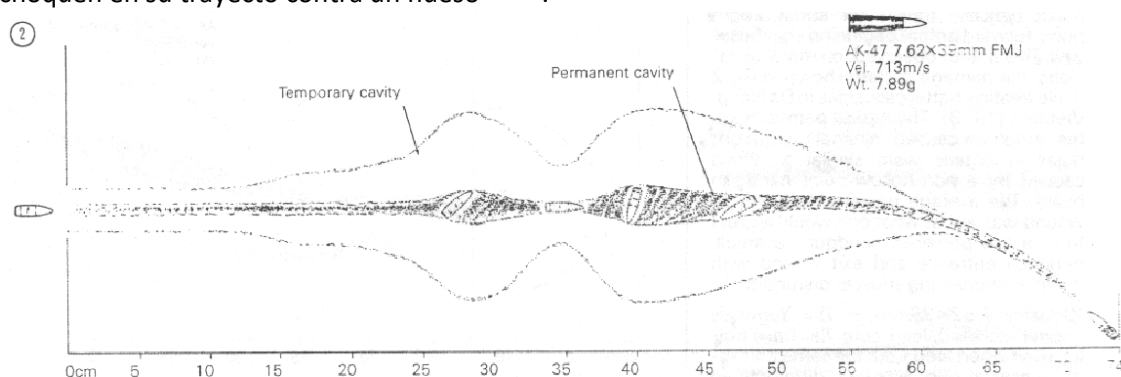


Figura 5. Morfología en gel balística de un proyectil de 7.62mm encamisado disparado por AK-47.

(Tomado de <sup>127</sup> por cortesía del Dr. Martin L. Fackler) Durante los primeros 25cm de trayecto existe una menor laceración tisular antes de que el proyectil comience a virar.

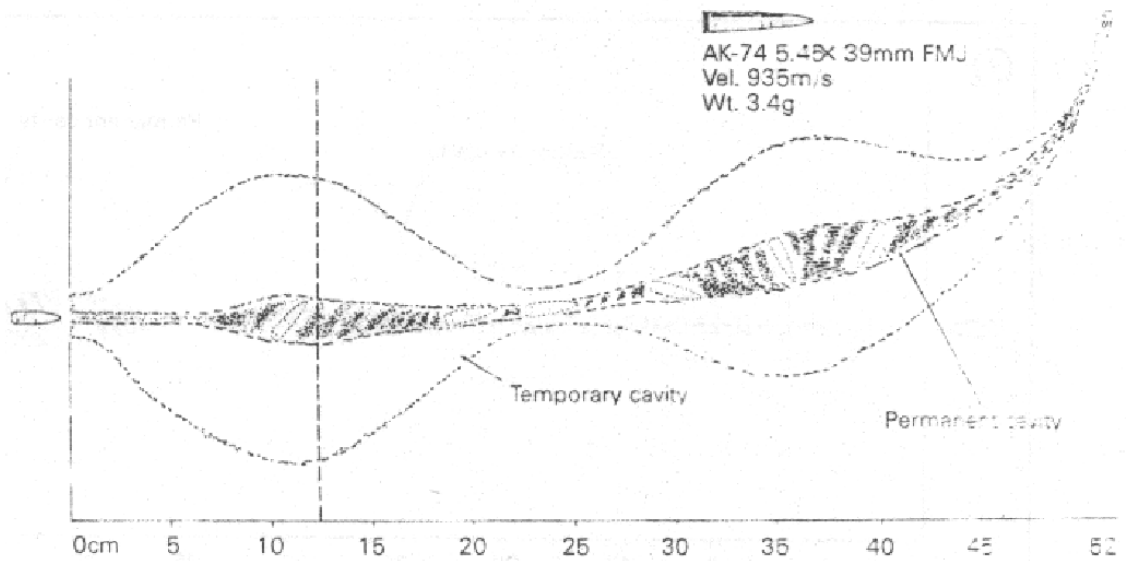


Figura 6. Morfología en gel balístico de un proyectil de 5.45mm encamisado disparado por un AK-74.

(Tomado de <sup>127</sup> por cortesía del Dr. Martin L. Fackler) El proyectil estándar no se deforma a su paso por un modelo experimental de tejidos pero comienza a virar a partir de los 7cm de penetración.

Comparando el patrón del AK-47 (rifle de asalto del bloque soviético hasta los años 80 hasta su progresiva sustitución por el AK-74) y el AK-74 se observa que el proyectil de 5.45mm del AK-74 está diseñado para cabecear antes, por lo que son de esperar lesiones más graves en los miembros por AK-74, especialmente si no afectan un hueso largo<sup>120</sup>.

El AK-47 es el fusil de asalto más empleado en el mundo en el momento actual con más de 100 millones de unidades registradas, y es el arma preferida por insurgentes y grupos terroristas.

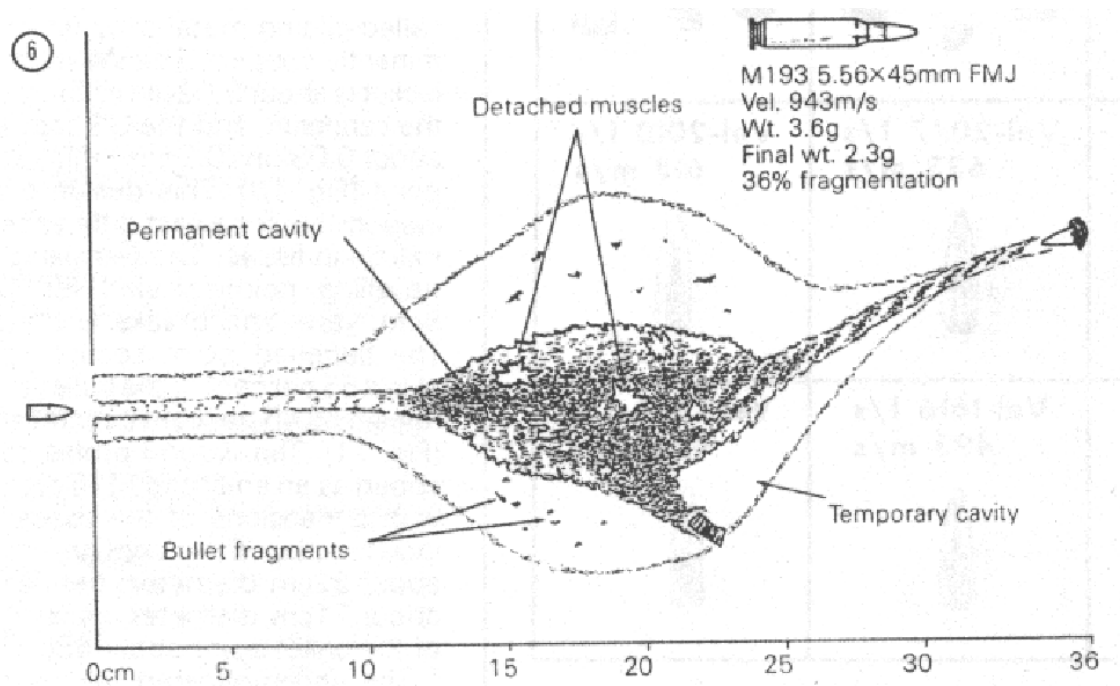


Figura 7. Morfología en gel balístico de un proyectil de 5.6mm encamisado disparado por un M16

(Tomado de <sup>127</sup> por cortesía del Dr. Martin L. Fackler). El proyectil empleado tiene una velocidad de salida de 950 m/s.



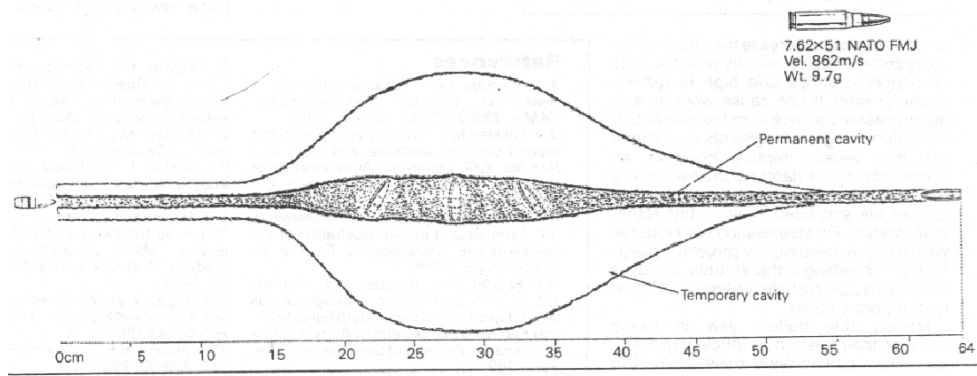


Figura 8. Morfología en gel balístico de un proyectil de 7.62mm OTAN encamisado  
(Tomado de <sup>127</sup> por cortesía del Dr. Martin L. Fackler)

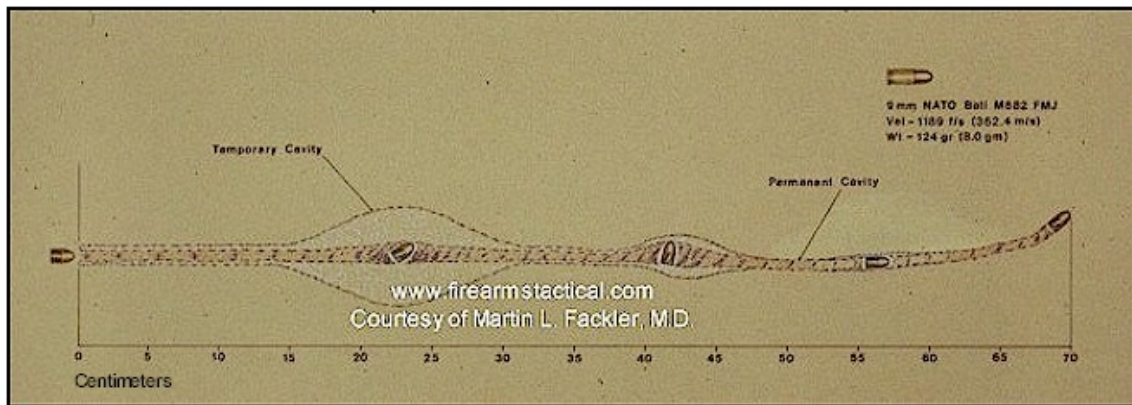


Figura 9. Morfología en gel balístico de un proyectil de 9mm OTAN encamisado  
(Tomado de <sup>127</sup> por cortesía del Dr. Martin L. Fackler)

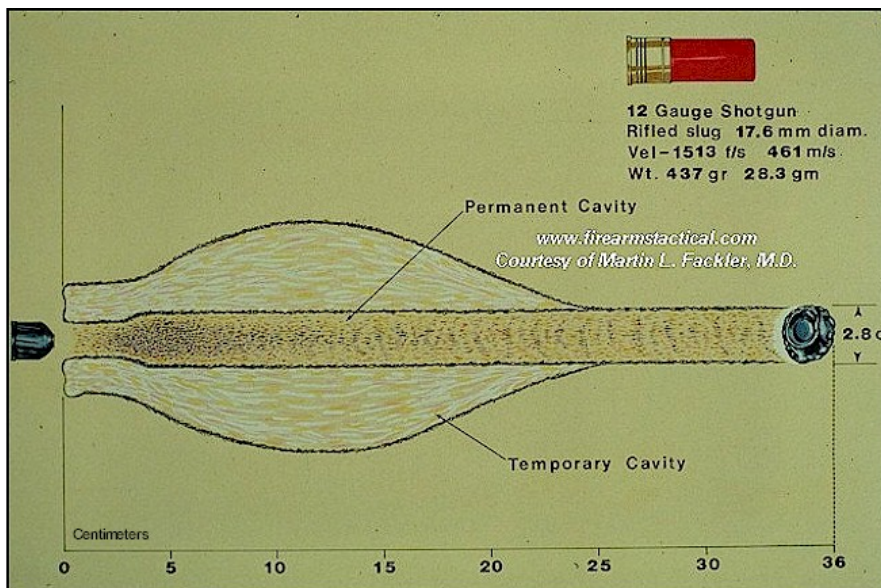


Figura 10. Morfología en gel balístico de un proyectil de 17.6mm

Disparado con escopeta de cartucho del calibre 12 (para cartuchos con perdigones de 1/12 parte de una libra de plomo) (Tomado de <sup>127</sup> por cortesía del Dr. Martin L. Fackler)

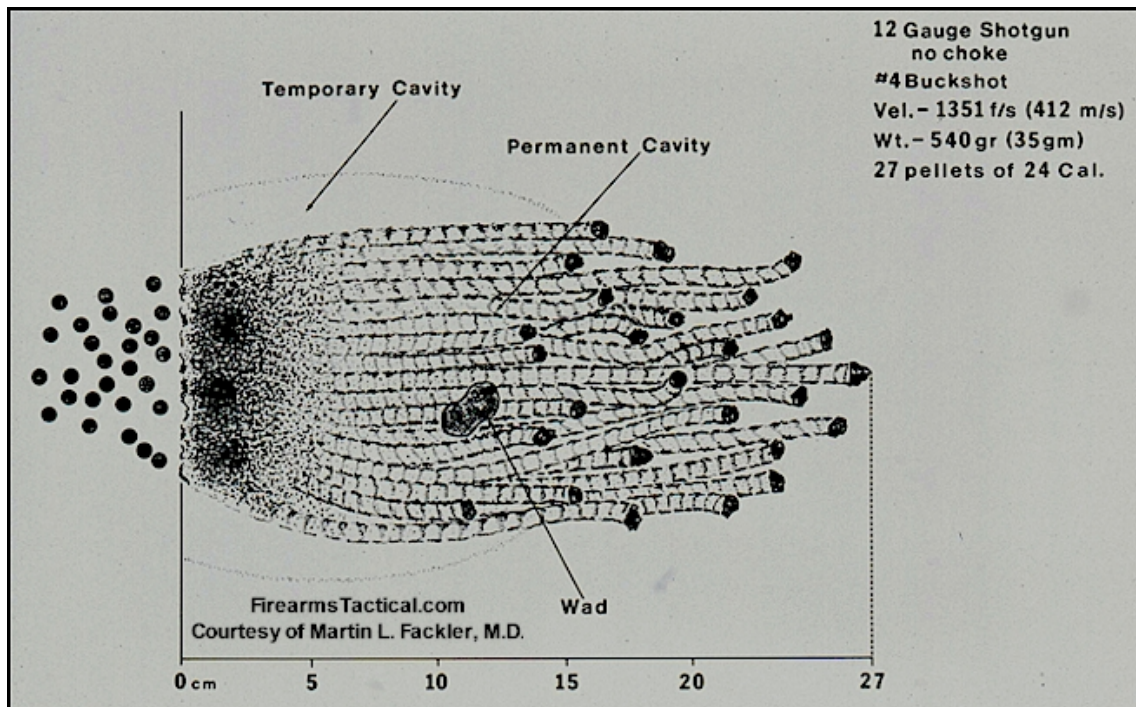


Figura 11. Morfología en gel balístico de un proyectil de 27 perdigones del calibre 24 (1/24 parte de una libra de plomo) disparados con escopeta.

(nótese el patrón de dispersión que denota un disparo hecho a corta distancia) (Tomado de <sup>127</sup> por cortesía del Dr. Martin L. Fackler)

### 9.1.5. Trauma balístico

Los mecanismos de lesión primarios son<sup>117,123</sup>:

#### 1. Mecanismos directos:

El proyectil provoca unos daños directos en los tejidos creando una cavidad permanente mediante:

- Contusión: aplastamiento por el impacto directo del proyectil sobre los tejidos
- Disrupción: laceración de los tejidos por el proyectil o sus fragmentos
- Quemadura: por transferencia de calor.

#### 2. Mecanismos indirectos:

- Efecto hidrodinámico o por la onda de choque (onda sónica que precede al proyectil) que se desplaza por el tejido a la velocidad del sonido, unos 1500 m/s, velocidad muy superior a la del proyectil al penetrar. No hay descritas lesiones que se deban a este mecanismo<sup>118</sup>, de hecho esta propiedad se emplea en litotricia<sup>120</sup>.
- Efecto hidráulico: se basa en que todo sólido al penetrar en un recipiente completamente lleno de líquido ocasiona una sobrepresión dentro del mismo, proporcional al cuadrado de la velocidad incidente, capaz de desgarrar las paredes del recipiente. Este efecto se produce sobre vísceras huecas como el corazón, el bazo o la vejiga. Sabemos que cualquier proyectil que incida a una velocidad de 400m/s o mayor provoca este efecto. Las armas cortas, salvo que se disparen a escasa distancia, prácticamente a quemarropa, no producen este efecto.
- Efecto de la onda expansiva que alarga los tejidos más allá del diámetro del proyectil provocando trauma contuso a los tejidos adyacentes y formando lo que se conoce como cavidad secundaria o temporal. La cavidad temporal máxima dura algunos milisegundos,



después que el proyectil atraviesa los tejidos y alcanza diámetros de hasta 20 veces el calibre del proyectil cuando el individuo se encuentra entre 250 y 500 m que es el rango efectivo de la mayoría de los fusiles de guerra actuales. La cavidad temporal tiende a ser asimétrica y abarcar varios planos anatómicos. Al producirse, la presión negativa dentro de la herida puede succionar cuerpos extraños como tierra y ropa. En muchas ocasiones se confunden los efectos ocasionados por la cavitación secundaria con los efectos de los proyectiles secundarios generados por fragmentación, los cuales crean su propio trayecto a través de los tejidos, siendo esto la causa de lesión más importante en la producción de heridas por armas de fuego<sup>120</sup>.

Además de la habilidad del tirador, el azar juega un papel determinante en las heridas por arma de fuego. Si la trayectoria afecta a un hueso, o la bala golpea un botón o una hebilla metálica, la gravedad de la lesión será mayor. Cualquier proyectil cuya trayectoria atraviese estructuras vitales puede ser fatal.

En general las heridas por proyectiles de arma de fuego son más graves si el proyectil cabecea pronto a su paso por los tejidos, se fragmenta, es grande o va a gran velocidad<sup>120</sup>.

### 9.1.6. Características de las lesiones musculo-esqueléticas por arma de fuego

Existen dos áreas definidas por la interacción entre el proyectil y el tejido: las cavidades temporal y definitiva. La cavidad permanente queda definida por el área de necrosis celular y es proporcional al tamaño del proyectil en su paso por el tejido. La cavidad temporal se produce por el desplazamiento lateral del tejido una vez ha atravesado el proyectil<sup>116</sup>.

En cuanto a la afectación por la cavidad temporal los tejidos más sensibles son aquellos con densidad similar al agua y que tienen baja elasticidad como el sistema nervioso central (cerebro, tronco del encéfalo y médula espinal) y el hígado. Los tejidos con cavidades rellenas de líquido como el corazón o el intestino, por el efecto hidráulico antes mencionado, también se pueden ver afectados gravemente.

Por el contrario, tejidos con una mayor elasticidad como el músculo esquelético o tejidos con baja densidad y gran elasticidad como el pulmón se ven menos afectados por la formación de la cavidad temporal.

Aunque se ha comunicado la posibilidad de que cavidades temporales grandes puedan provocar la fractura indirecta de huesos largos<sup>131</sup>, que es un tejido de muy baja elasticidad, según otros autores el efecto de la cavidad temporal en el músculo esquelético ha sido sobrevalorado<sup>120</sup>.

Las fracturas indirectas de huesos largos (que no han sido golpeados por el proyectil) y la afectación de paquetes vasculonerviosos por la cavidad temporal se encuentran con alguna frecuencia en la literatura<sup>54,132</sup>, sin embargo son muy poco frecuentes en la práctica clínica<sup>27</sup>, siendo el daño en general producido por el proyectil principal, los proyectiles secundarios o los fragmentos del primero, cuyos efectos en ocasiones se atribuyen a la cavidad temporal al alejarse del trayecto teórico del proyectil.

Estudios experimentales con el fusil de asalto AK-47 en animales demostraron que el musculo esquelético afectado por la formación de la cavidad temporal de un diámetro máximo de 14cm, no provocaban la destrucción significativa del tejido muscular<sup>120</sup>.

Los experimentos con gelatina balística demuestran que la mayoría de los proyectiles encamisados (que simulan la deformación del proyectil y la profundidad de penetración en el musculo vivo)<sup>127</sup>, cabecean en el interior de los tejidos a una distancia superior al diámetro de las extremidades humanas<sup>133</sup>, como se puede apreciar en la figura 12.

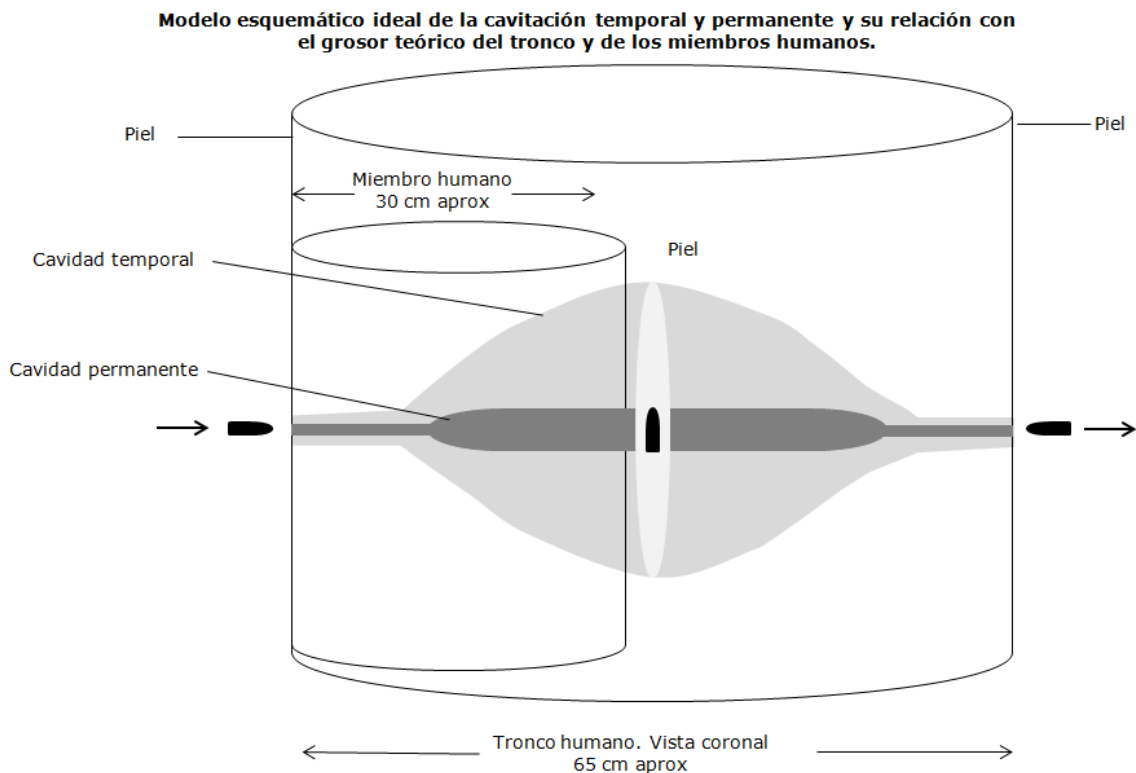


Figura 12. Modelo esquemático ideal de la cavitación temporal y permanente y su relación con el grosor teórico del tronco y de los miembros humanos

Modificado de (51, 64, 71, 106, 110,121) y elaboración propia.

#### 9.1.6.1. Lesiones raquídeas

Las lesiones penetrantes en la columna vertebral por proyectiles de arma de fuego o metralla en el campo de batalla que provocan lesiones inestables tienen una alta tasa de mortalidad inmediata<sup>135</sup>.

En cuanto a la fisiopatología de estas lesiones, el proyectil puede provocar lesiones medulares completas (pérdida total de la función bajo el nivel de lesión, una vez pasado el periodo de shock medular, que consiste en la parálisis flácida por debajo del nivel de lesión con pérdida de reflejos espinales, como el bulbo cavernoso, que se recuperan a las 24-72 h) o lesiones medulares incompletas. La presencia de una lesión medular completa no tiene por qué asociarse con una sección completa macroscópica de la médula a ese nivel<sup>135</sup>.

Los fragmentos de metralla pueden causar lesiones medulares o de la cauda equina y si hay una lesión ósea asociada el riesgo de infección es elevado<sup>6,136</sup>.

No es preciso que el trayecto del fragmento de metralla afecte directamente a la médula o a la columna vertebral para que se produzca daño medular, que puede originarse por el trauma causado por la cavitación temporal al paso del proyectil o del fragmento de metralla<sup>6,137</sup>. La cavidad temporal provocada por el proyectil se ha descrito como causa de daño microscópico medular hasta a 15cm de distancia<sup>138</sup>.

La prevención de lesiones por mecanismo secundario debe centrarse en prevenir la hipoxemia, hipoperfusión y efecto masa<sup>137</sup>.

El principal factor pronóstico es el estado neurológico del paciente, y si bien en el 90% de los pacientes con lesiones raquídeas el déficit neurológico es permanente, la mortalidad por lesión axial aislada es baja. En las guerras de Irak y Afganistán, la mortalidad por lesiones raquídeas aisladas hasta 2010 fue del 1.4%<sup>137</sup>.

### 9.1.6.2. Contaminación de la herida por proyectiles de arma de fuego o por metralla

La contaminación de las heridas en miembros por metralla se puede dividir en contaminación material y contaminación bacteriana. Las heridas de guerra están contaminadas<sup>58</sup>, con tres o cuatro especies bacterianas en la mayoría de los casos, comparado con las colonizaciones monobacterianas que se recogen más frecuentemente en la literatura sobre las heridas en el ámbito civil<sup>126</sup>. Los proyectiles de alta energía son capaces de transportar la contaminación grosera a mayor profundidad y distancia dentro de la cavidad temporal, cosa que no ocurre en los proyectiles de baja energía como la mayoría de los fragmentos y metralla<sup>58</sup>.

La contaminación, como otras muchas características, es compartida para todos los traumatismos balísticos penetrantes, armas de fuego, fragmentos o metralla.

Los microorganismos encontrados se pueden dividir en tres grupos:

1. Microorganismos formadores de esporas como *Clostridium welchii* y *Clostridium tetani*
2. Microorganismos no formadores de esporas como enterococi, proteus y *Escherichia coli*
3. Cocos piógenos, incluyendo estreptococos y estafilococos.

Los trabajos de Fleming y Gustilo describieron las fases de colonización bacteriana en las heridas de miembros y las altas tasas de contaminación bacteriana en las heridas de miembros respectivamente.<sup>104,112</sup>

A pesar de que toda herida está contaminada, solamente un porcentaje de las mismas se infectará. Esto implica que los mecanismos de defensa locales y sistémicos del paciente pueden ser suficientes para evitar la infección. Uno de los factores a tener en cuenta en el número de Unidades Formadoras de Colonias, algo ya sugerido por los cirujanos franceses durante la Primera Guerra Mundial<sup>4</sup>.

En cuanto a la osteomielitis tras fractura por arma de fuego o metralla, existen numerosas pruebas en la literatura de que la administración precoz de antibioterapia parenteral reduce la incidencia de infección ósea de manera significativa<sup>58</sup>. De hecho, en las fracturas abiertas, el factor aislado más importante para la reducción de la tasa de infección es la administración de antibióticos que cubran gram negativos y gram positivos.

Hoy en día, en los trabajos de revisión más recientes<sup>139</sup> se recomienda:

- Una primera dosis empírica intravenosa antes de tres horas tras la producción de la herida
- Evitar la cobertura sistemática de gram negativos en las heridas que no asocien fracturas.
- La profilaxis antibiótica debe tener una duración corta, no más de 48-72h.
- Amoxicilina-clavulánico en un antibiótico apropiado para heridas musculoesqueléticas y viscerales.
- Debe administrarse una dosis de recuerdo de profilaxis antitetánica<sup>31</sup>.

En resumen, la naturaleza y gravedad de una herida por un proyectil de arma de fuego depende de las características del proyectil y de las de los tejidos a través que atraviesa. Además de la masa y velocidad del proyectil, su orientación y si se fragmenta o deforma afecta a la naturaleza de la lesión. Se describen dos mecanismos principales de lesión, la dislaceración de los tejidos que forma la cavidad permanente y la elongación radial de los mismos que forma la cavidad temporal<sup>120</sup>. La contaminación de estas heridas es la norma y la infección muy frecuente.

## 9.2. Fisiopatología de las lesiones por explosivos.

Dentro de los explosivos, el grupo de los artefactos explosivos improvisados (IEDs) ha sido la primera causa de baja en combate durante las guerras de Irak y Afganistán <sup>44</sup>, su importancia es tal que, para contrarrestar su efecto, se han desarrollado grupos de estudio y trabajo específicos en todos los países aliados, así como instituciones monográficas contra-IED y en el seno de la OTAN.

### 9.2.1. Artefactos explosivos improvisados en las guerras a lo largo de la historia.

El término artefacto explosivo improvisado IED fue acuñado por el ejército británico para referirse a las bombas trampa empleadas en el conflicto de Irlanda del Norte por el IRA, que empleaban *Semtex* y fertilizante agrícola como explosivos, con elevados niveles de sofisticación y adaptabilidad técnicas.

Como precedentes históricos encontramos:

- Durante la guerra civil americana, en 1864 durante el sitio de Petersburg, los miembros del 48º Regimiento de Pensilvania, mineros antes de la guerra, construyeron un túnel tras las líneas confederadas que rellenaron con pólvora provocando la muerte de 280 soldados confederados.
- En la Segunda Guerra Mundial la guerrilla bielorrusa empleó artefactos explosivos improvisados de forma profusa contra los trenes alemanes <sup>140</sup>,
- En 1983 el cuartel general del Cuerpo de Marines de Estados Unidos de América en Beirut fue destruido por un camión cargado con explosivos y gas comprimido. La explosión y el derrumbe del edificio causaron la muerte de 241 personas.
- En atentados terroristas indiscriminados contra civiles en todo el mundo <sup>141</sup>.

Las emboscadas contra patrullas y convoyes, en general, se han empleado como tácticas de guerrilla en las confrontaciones asimétricas a lo largo de la historia. El empleo de armas ligeras, cohetes autopropulsados y fuego de mortero ha dejado paso, en las guerras de Irak y Afganistán, a los artefactos explosivos improvisados, cada vez más sofisticados, dirigidos contra los vehículos <sup>24</sup> o al uso contra civiles de grandes cantidades de explosivos de baja tecnología y de suicidas portadores de bombas, para provocar bajas masivas.

### 9.2.2. Artefactos Explosivos Improvisados (IEDs)

El departamento de Defensa de los Estados Unidos define de manera amplia el Artefacto Explosivo Improvisado como "...un dispositivo colocado o fabricado de manera improvisada que incorpora sustancias químicas destructivas, letales o nocivas, diseñado para destruir, desfigurar u hostigar..." <sup>142</sup>. Por su amplia utilización en la literatura de habla inglesa y española y para evitar confusiones empleamos en este trabajo el acrónimo inglés IED <sup>47</sup>. El Centro Superior de Estudios de la Defensa del Ministerio de Defensa de España define también de manera amplia IED como "un conjunto de elementos dispuestos de tal forma que, reuniendo determinadas condiciones, puede producir una explosión" <sup>47</sup>.

El término IED abarca un amplio abanico de armas, desde un explosivo rudimentario de fabricación casera hasta sofisticados sistemas de armas y dispositivos de disparo de alto explosivo. <sup>32,143</sup>

Además de por su fabricación, existen distintos grados de complejidad por su táctica de empleo, desde un simple explosivo al paso a ataques complejos de múltiples fases, desarrollados después de analizar la doctrina operativa de las fuerzas oponentes. Se usan, por ejemplo, IEDs secundarios contra un convoy que se ha visto forzado a detenerse tras la explosión de un IED primario, momento en el que el personal baja de los vehículos para desplegar en torno al convoy. Entonces se activa un explosivo de mayor potencia. Insurgentes y terroristas buscan también

blancos oportunistas como el personal sanitario y sus helicópteros de evacuación, identificando áreas de aterrizaje potenciales tras un ataque inicial en las que se haya colocado un IED previamente o mediante una emboscada en la zona <sup>32</sup>.

Estos son solo unos ejemplos de cómo evoluciona el empleo de IEDs como exponente más representativo y eficaz de la guerra asimétrica. Este peligro presenta unas características diferentes al tipo de amenaza existente durante la segunda mitad del siglo XX: evoluciona y cambia con enorme rapidez; es descentralizada y ubicua; es asimétrica en el tiempo y en los costes; no tiene inconvenientes en provocar daños desproporcionados. Su empleo hace que cambie el concepto de campo de batalla, de modo que existe una amenaza ubicua, incluso y especialmente con civiles.

El empleo de IEDs en conflictos asimétricos colabora en la consecución de los siguientes objetivos:

- Infligir bajas en las tropas y la población civil minando su moral.
- Poner en peligro el éxito de las misiones de estabilización y apoyo.
- Debilitar gobiernos apoyados por ese tipo de misiones.
- Influenciar en la opinión pública y política.
- Aterrorizar a la población.

Como razones para la popularización del uso de IEDs por parte de enemigos irregulares o insurgentes se han citado:

- Son baratos de producir, fáciles de usar y se pueden adaptar a las contramedidas.
- Tienen baja probabilidad de ser detectados.
- En escenarios de estabilización tras una guerra prolongada, como Afganistán, hay una gran disponibilidad de materiales para fabricarlos, incluyendo explosivos.
- Los IEDs, sus tácticas y procedimientos se experimentan a diario permitiendo una rápida evolución y adaptación de los mismos a las soluciones empleadas por las Fuerzas Armadas convencionales para contrarrestarlos.
- Estas tácticas y procedimientos se comparten y extienden rápidamente a través de internet.

En resumen, el empleo táctico con efecto estratégico, el impacto mediático de sus efectos y el relativo bajo riesgo asociado a su uso, hacen de los IEDs un arma muy efectiva <sup>47</sup>.

Si bien existen ejemplos lamentablemente muy cercanos en la sociedad española del uso de artefactos explosivos improvisados, el verdadero “renacimiento” de los IED se vio durante la segunda guerra de Irak, “Operación Libertad Iraquí”, en cuya segunda fase los explosivos causaron el 63% de todas las lesiones. Los vehículos aliados no estaban de ninguna manera preparados para esa amenaza. Desde 2005 los artefactos explosivos improvisados han causado una de cada tres muertes en combate de soldados aliados en Irak <sup>141</sup>.

La idea de combatir las tropas aliadas empleando IEDs fue rápidamente exportada al teatro de operaciones de Afganistán. Desde 2005, el número de víctimas por explosivos creció rápidamente hasta su máximo en 2010, año en el que se registraron cerca de 8000 atentados con explosivos, que provocaron el 66% de las bajas en los países aliados en Afganistán (figura 14). Durante su despliegue en Afganistán las tropas españolas han sufrido más de 500 ataques mediante IEDs (entre los que lograron llevarse a cabo y los frustrados), y los equipos de desactivación de explosivos registraron más de 1500 actuaciones (51).

### 9.2.3. Componentes de los Artefactos Explosivos Improvisados.

#### 9.2.3.1. Dispositivo de armado y disparo

El mecanismo de armado y disparo puede dividirse en cuatro categorías: electrónico, mecánico, químico y biológico.

Una característica importante es la ausencia de separación física entre el elemento de disparo y el detonador, como si ocurre en las cabezas de guerra convencionales.

Se han usado combinaciones de diferentes tecnologías. Las que más frecuentemente se emplean contra la población diana de este estudio y que más ha crecido en los últimos años es el dispositivo de armado y disparo de tipo remoto, especialmente los controlados por Radiofrecuencia (RF).

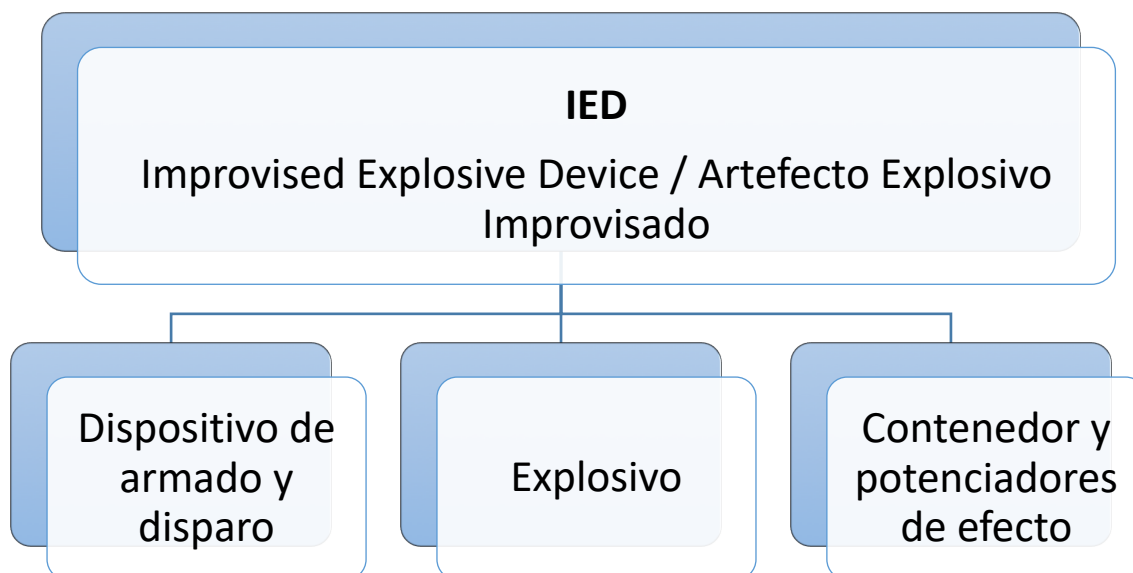


Figura 13. Componentes de un IED.

Modificado de <sup>47</sup>

#### 9.2.3.2. Explosivo

Un explosivo es una sustancia que, cuando es iniciada, es capaz de liberar su energía química en un tiempo muy breve (a velocidades lineales de reacción de miles de metros por segundo). La efectividad del explosivo se mide por la cantidad de energía liberada, que se suele referir como su «potencia» explosiva.

Los explosivos se clasifican atendiendo a la susceptibilidad de ignición (o sensibilidad de iniciación, facilidad para que se inicie la reacción de descomposición) como primarios y secundarios, de forma que los primarios son los explosivos iniciadores que se usan para iniciar los explosivos secundarios (por tanto, empleados en cantidad mucho menor que el resto); y los secundarios, formulados para que detonen sólo en condiciones determinadas, son menos sensibles y, por tanto, constituyen la carga principal. Éstos, a su vez, se desglosan atendiendo a su aplicación como: militares, civiles y de fabricación casera.

#### 9.2.3.3. Contenedor

El contenedor es lo que envuelve al IED (principalmente a su carga explosiva) pudiendo ser parte estructural de él, con el objetivo de confinarlo, enmascararlo o transportarlo y, en su caso, incrementar los efectos de letalidad, especialmente si se combina, además, con fragmentos o metralla. En ocasiones sirve incluso como transporte de los terroristas (como es el caso del coche-bomba).

#### 9.2.3.4. Potenciadores de efecto

Aunque no es un componente imprescindible en un IED, su empleo es frecuente y de gran peligrosidad. Los potenciadores de efecto sirven para aumentar o concentrar, a veces enormemente, la letalidad de un IED; además de la metralla mencionada anteriormente, un IED puede incorporar agentes Químicos o Biológicos, material Nuclear o Radiológico (en sus siglas en inglés, CBRN), lo que se conoce como bombas sucias, que provocan daños adicionales.





*Ilustración 9. Munición empleada como carga principal del IEDs desactivados.*

*Fotografía del autor, 2014*

#### 9.2.4. Clasificación de los Artefactos Explosivos Improvisados (IED)

Realizar una clasificación de los IEDs es una tarea complicada al ser un grupo tan heterogéneo, y puede basarse en múltiples criterios. En la literatura la clasificación más empleadas se basa varios criterios, lo que puede dar lugar a ciertos solapes<sup>47</sup>.

Por su forma de activación, encontramos

- IED temporizado (*TIED (Timed IED)*)
- IED accionado por la víctima o trampa explosiva (*VOIED (Victim-Operated IED/Booby Trap)*)
- IED accionado de forma remota (*Generic Command Initiated IED*)
  - o Remoto por cable (*CWIED (Command Wired IED)*)
  - o Control remoto (*RCIED (Remote Controlled IED)*)
  - o Mixto (es el más empleado en el área de responsabilidad española en Afganistán) (Ver figura 16 e ilustraciones 10 y 17)

Por el modo de presentación:

- Persona (*suicida-IEDs*)
- Vehículo bomba (*VBIEDs (Vehicle Bomb IED)*)
- Propulsados (*IPIED (Improvised Projectile IED)*)
- En vehículo no tripulado (*UVIED (Unmanned Vehicle IED)*)

## Muertes de militares aliados en Afganistán

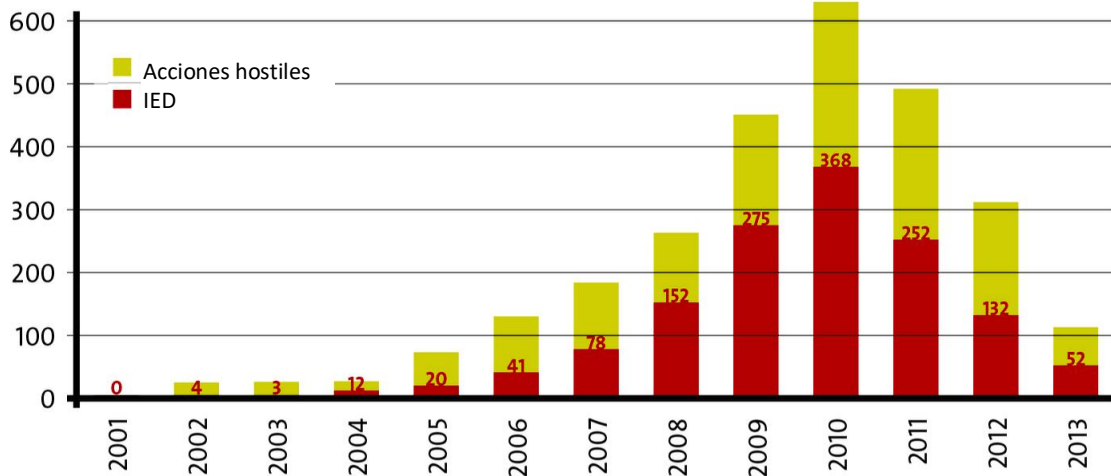


Figura 14. Muertes de militares aliados por IED en Afganistán.

Tomado de [www.css.ethz.ch](http://www.css.ethz.ch) Center for Security Studies, ETH Zurich. Fuente: [www.icasualties.org](http://www.icasualties.org).

## Civiles muertos y heridos por IEDs 2009 -2015

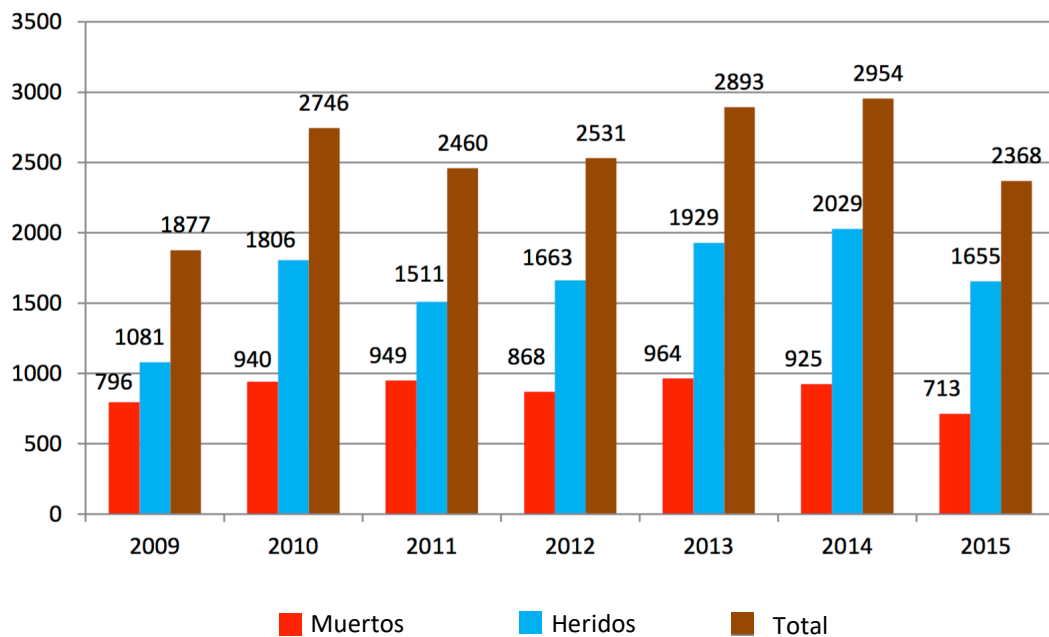


Figura 15 Civiles muertos o heridos por IED 2009 a 2015

Fuente: *Afghanistan Annual Report on Protection of Civilians in Armed Conflict: 2015*<sup>51</sup>

Tanto en la región oeste de Afganistán, de donde procedían práctica totalidad de los pacientes incluidos en la muestra, como en concreto en la provincia de Herat donde se encuentra el Hospital Militar Español Role 2E, el artefacto explosivo improvisado más empleado por la insurgencia es un IED al paso de vehículo accionado por un sistema mixto de cable y control remoto.



El concepto de “bomba en la cuneta” o “al lado de la carretera” (*roadside-bomb*)<sup>144</sup> apareció inicialmente en los medios de comunicación para referirse a la táctica empleada en guerra asimétrica que consiste en el ataque al paso de un vehículo o convoy mediante artefactos explosivos improvisados, que van desde un rudimentario explosivo a sofisticados explosivos de carga conformada.

Este dispositivo se activa generalmente mediante un teléfono móvil, conectado por un cable que separa el terminal receptor de la señal de la activación de la burbuja de inhibición proporcionada por las contramedidas inhibitoras de señales electromagnéticas que se comenzaron a instalar en 2010 en los vehículos de la coalición (figura 16).

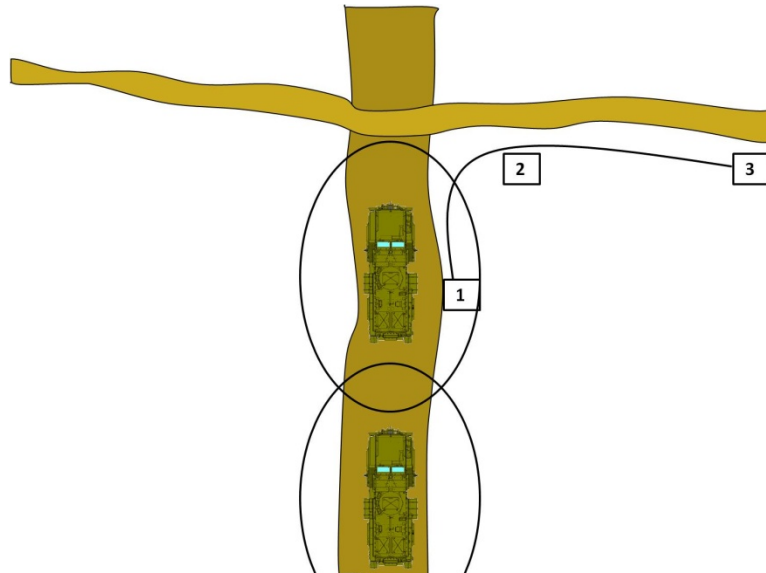


Figura 16. Esquema de IED en cuneta al paso de convoy.

1. Carga explosiva.
2. Cable de conexión
3. Detonador conectado a un teléfono móvil, fuera de la burbuja de inhibición del vehículo y a la vista de la persona que va a detonar el explosivo al paso del convoy.

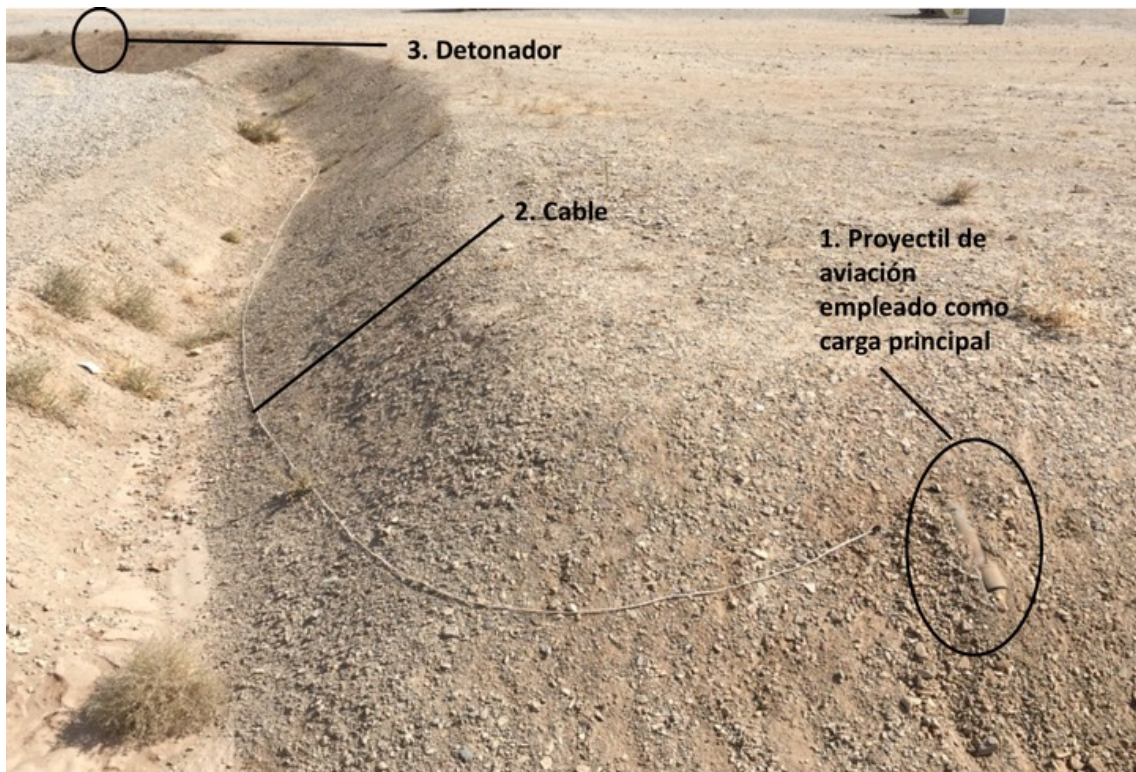


Ilustración 10. Bomba al paso en cuneta.



*Ilustración 11. Detalle del detonador.*

*Conectado a un teléfono móvil para su activación a distancia, fuera de la burbuja de protección de los inhibidores de frecuencia de los vehículos. Fotografías del autor.*

Las muertes por IED entre las tropas de la coalición ISAF han ido disminuyendo con su retirada, si bien se mantienen entre la población afgana como se ve en el gráfico 2009-2015 (figura 15) siendo en este caso los IED activados por placas de presión el tipo más frecuente (figura 19).

## 9.2.5. La lesión por explosivo.

### 9.2.5.1. Fisiopatología.

Los explosivos son compuestos o mezclas de compuestos químicos que arden o se descomponen rápidamente generando grandes cantidades de gas y calor, y los consiguientes efectos de presión repentinos.

Las sustancias explosivas se pueden clasificar por su naturaleza (deflagrantes incluidos los propelentes y detonantes), por su sensibilidad (primarios o que necesitan cantidades mínimas de energía para su activación (p.e. trióxido de nitrógeno), secundarios que responden con energías de activación intermedias (p.e. TNT o trilita) y terciarios (p.e. nitrato de amonio/fuelóleo) o por su utilización (iniciador, carga o multiplicador).

Según la energía liberada los explosivos se dividen en explosivos de orden bajo, que arden a velocidades de centímetros por segundo, y explosivos de orden alto o instantáneo que experimentan la detonación a velocidades de 914 a 9.140 metros por segundo. En general los explosivos militares fabricados a gran escala emplean explosivos de orden alto y los artefactos explosivos improvisados (IED) pueden emplear alto explosivo o bajo explosivo según la disponibilidad, así como elementos metálicos añadidos como metralla.<sup>46</sup>

### 9.2.5.2. Efecto físico de la explosión

Cuando un explosivo es detonado se genera un aumento casi instantáneo de presión entorno a la explosión que se transfiere al medio, generalmente el aire, en forma de onda de presión que se desplaza a una velocidad superior a la del sonido. Esta onda de sobrepresión denominada pico de sobrepresión (figura 18), dura unas milésimas de segundo y es seguido por un descenso brusco de la presión, generalmente por debajo de la presión atmosférica, hasta volver a la normalidad. A 0°C y 1 atmósfera de presión, el sonido más alto que se puede generar es de 194 decibelios. A partir de este valor, cualquier perturbación de presión, como la descrita, deja de propagarse por el aire y comienza a empujarlo, formando lo que conocemos como “onda expansiva”.

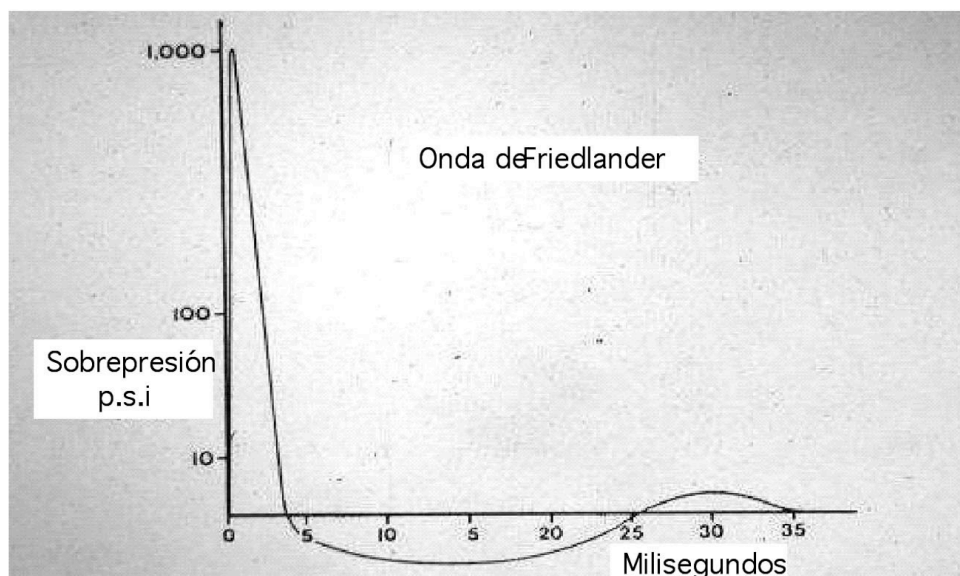


Figura 17. Curva de Friedlander

*El mayor efecto tiene lugar en la vecindad de la carga al producirse la explosión. A mayor distancia del foco, las lesiones se producen por mecanismo secundario, terciario etc. p.s.i. libra por pulgada cuadrada (pounds-force per square inch), equivale a 6894 pascales y a 0,068 atmosferas. Modificado de <sup>44</sup>*

La capacidad lesiva de una explosión depende del pico y duración de la sobrepresión producida por la rápida conversión del material en grandes volúmenes de gas. En condiciones ideales, al aire libre, la sobrepresión resultante de una explosión generalmente sigue una curva de presión/tiempo (onda o curva de Friedlander) (figura 17), con tres componentes bien definidos. Hay una subida instantánea de presión del aire ambiente que dura sólo 1 o 2 milisegundos, seguida de un período más largo de presión sub-atmosférica. Finalmente, ocurre el desplazamiento en masa del aire ambiente (viento de explosión). La forma de esta curva de presión/tiempo varía dependiendo de la topografía local, presencia de paredes u objetos sólidos, y de que el lugar sea cerrado o abierto.

La magnitud de la onda de sobrepresión también define el tipo de lesión. Considerando que una atmósfera de presión (760mmHg) equivale a 14,7 psi (libras por pulgada cuadrada), un leve aumento de sólo 5 psi puede romper la membrana del tímpano. Presiones de 80 psi provocan lesiones pulmonares en un 50% de víctimas; entre 130 y 180 psi la mortalidad es del 50%, y entre 200 y 259 psi la mortalidad es del 100% <sup>23</sup>. El efecto lesivo del explosivo disminuye exponencialmente con la distancia <sup>46</sup>.

#### 9.2.5.3. Confinamiento, efecto físico y consecuencias clínicas.

La onda de presión es reflejada y modificada al impactar contra superficies sólidas. Sabemos que el confinamiento aumenta la capacidad lesiva del explosivo <sup>15,31,145-148</sup>.

La explosión en un entorno confinado hace que las víctimas no solo sean golpeadas numerosas veces por las ondas de expansivas primaria y reflejadas, sino que además produce que el pico de sobrepresión de la onda de expansiva pueda ser hasta 10 veces mayor que la originaria como resultado de la suma de ondas de expansivas reflejadas coincidentes <sup>123</sup>

La mayor experiencia clínica sobre el tema está publicada por grupos de trabajo israelíes. Leibovici y cols. en 1996 compararon los efectos de una explosión que ocurría en espacio abierto con una en un espacio cerrado. Sobre un total de 297 pacientes de 4 atentados con explosivos, dos de ellos al aire libre (204 pacientes) y dos de ellos en situaciones de confinamiento (93 pacientes), en el interior de autobuses. Encontró que las explosiones en espacio confinado se asociaban a una mayor mortalidad (49% frente a 7.8%,  $p < 0.0001$ ), presentaban una mayor



incidencia de lesión pulmonar por explosión primaria (77.5% frente a 34.2%,  $p > 0.0001$ ), y una mayor gravedad con una mediana de ISS de 18 frente a 4 ( $p < 0.0001$ ).<sup>146</sup> En 2014 Golan y su grupo estudiaron 262 víctimas de 22 ataques terroristas con explosivos, demostrando que los pacientes víctimas explosivos detonados en confinamiento dentro de autobuses tenían índices de gravedad mayores, mayor proporción de quemados y de lesiones en cabeza y cuello y precisaban más intervenciones quirúrgicas urgentes e ingreso en UCI que el resto de pacientes víctimas de ataques con explosivos<sup>15</sup>. En 2015 Rozenfeld y su grupo diferenciaron 5 categorías de pacientes según el lugar de detonación del explosivo y la posición de los pacientes respecto a las áreas de confinamiento (autobús o interior de un edificio). En su estudio sobre 823 pacientes de 65 ataques con explosivos, encontraron que los mayores índices de gravedad, mortalidad y necesidad de tratamiento hospitalario correspondían a los grupos de pacientes víctimas de explosiones en el interior de espacios confinados<sup>145</sup>.

#### 9.2.5.4. Heridas por fragmentos o metralla

La munición de fragmentación moderna está diseñada para producir fragmentos preformados de una masa entre 0.1 y 0.2 g y un diámetro de 2 a 3mm. La metralla añadida a IEDs suele ser más pesada. La velocidad inicial de salida de esta es muy alta, de unos 1500m/s, pero sufre una desaceleración muy rápida debido a las características aerodinámicas de los fragmentos.

La energía cinética de un proyectil depende de la masa del mismo y de la velocidad de acuerdo a la ecuación  $E = \frac{1}{2}mv^2$ . El daño que produce un proyectil se relaciona más con la cantidad de energía transferida, como ya se ha comentado. En general, de acuerdo con la clasificación de transferencia de energía que valora como alta energía una  $>1000J$ , media energía de 250-1000J y baja energía  $<250J$ , los fragmentos y la metralla tienden a producir heridas de baja transferencia de energía.

El comportamiento de la metralla en el interior del organismo, la formación de cavidades temporal y permanente se han tratado en el apartado de balística de las heridas.

La fisiopatología o las consecuencias clínicas de las heridas dependerán de varios factores: el órgano o tejido afectado (con una misma energía transferida las consecuencias clínicas variarán según se vea afectado músculo, un vaso o un hueso, por ejemplo), la extensión de la lesión, la contaminación bacteriana y el tratamiento empleado en cuanto a su calidad y precocidad<sup>58</sup>.

#### 9.2.5.5. Politraumatizado y Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica (SIRS)

El paciente politraumatizado desarrolla de una respuesta inflamatoria sistémica a la lesión musculo-esquelética que puede producir alteraciones muy negativas para el paciente. El traumatismo supone el “primer golpe” para el organismo. Se produce una lesión tisular inicial inespecífica que produce daño endotelial (con adherencia de leucocitos polimorfonucleares a los vasos sanguíneos, liberación de radicales libres y proteasas, aumento de la permeabilidad vascular y edema intersticial) activación del complemento y de la cascada de coagulación, liberación de componentes celulares tras la lisis, y diferentes moléculas que forman en conjunto lo que se llama el “molde molecular de peligro” (DAMP, *danger associated molecular pattern*). Se liberan interleuquinas proinflamatorias (IL 1, 6, 10 y 18...) como respuesta del sistema inmunológico frente al daño tisular, que junto con los mediadores y productos liberados tras la muerte celular (DAMP, apoptosis, citoquinas, necrosis), dan lugar a una disfunción de la mayoría de órganos y sistemas (pulmón, sistema nervioso central, musculo-esquelético, homeostasis...), formando en su conjunto el Síndrome de Respuesta Sistémica Inflamatoria (SIRS), que se evidencia clínicamente como hipoxia, stress, hipotensión, insuficiencia renal, propensión a la infección, y que puede evolucionar, si no se corrige correctamente, hacia un fallo multiorgánico. De entre las interleuquinas proinflamatorias, la IL-6 es la más específica para los

politraumatizados y permanece elevada durante más de 5 días. La acción de la IL-6 es fundamentalmente activar a los leucocitos. El TNF (otro mediador inflamatorio) aumenta la permeabilidad capilar y favorece la migración tisular de neutrófilos. Paralelamente, se activan y secretan las citoquinas antiinflamatorias como la IL-1Ra, IL4, IL 10, IL 11 y 13.

### 9.2.6. Clasificación de las lesiones por explosión

Las lesiones del aparato locomotor, como el resto de lesiones por explosión, se manifiestan como primarias, secundarias, etc. de manera aislada o combinadas<sup>6,149</sup>.

#### 9.2.6.1. Lesiones primarias

Son las causadas por el trauma barométrico, la diferencia de presión provocada por la explosión. Toda explosión produce una onda de choque o explosión seguida por un viento de explosión que interacciona con el cuerpo del paciente. Los órganos más frecuentemente afectados son aquellos llenos de aire: oído medio, pulmones y vísceras huecas abdominales<sup>22,46,150,151</sup>. El contacto de la onda expansiva con el organismo produce una transferencia de energía al encontrar la onda expansiva diferentes impedancias acústicas a su paso<sup>149</sup>.

A pesar de que raramente la onda de choque causa lesiones aisladas en el aparato locomotor y sus estructuras asociadas, si puede provocar fracturas, amputaciones traumáticas y avulsiones. Los pacientes con lesiones ortopédicas por onda expansiva (explosión) primaria presentan un elevado índice de mortalidad, asociado a la alta energía del agente lesivo y a la afectación visceral asociada<sup>6,23,150</sup>.

#### 9.2.6.2. Lesiones secundarias

Son las producidas por los fragmentos de los explosivos y otros materiales que son impulsados desde el punto de la explosión<sup>151</sup>.

Son las lesiones que más afectan al aparato locomotor y sus estructuras asociadas<sup>6</sup>.

Los explosivos militares convencionales impulsan fragmentos y metralla a una velocidad inicial de hasta 1800 m/s<sup>152</sup>. La mayoría de las bajas que sobreviven para alcanzar las instalaciones sanitarias con capacidad quirúrgica han sido alcanzados por objetos con velocidades menores de 600 m/s.<sup>58</sup> Es decir, dependiendo de la distancia a la que se encuentre el paciente de la explosión puede ser alcanzado por metralla a alta o a baja velocidad. Esto es debido a su baja eficiencia aerodinámica y como resultado de su forma y del movimiento en vuelo (cabeceo y guiñada) pueden crear cavidades permanentes de unas 20 veces su tamaño y causar picos de hiperpresión local de hasta 7 bar<sup>54,153-155</sup>. Esto puede producir en el aparato locomotor fracturas graves y devastadoras lesiones en músculos y tejidos blandos<sup>46</sup>.

Fragmentos u objetos impulsados lo suficientemente grandes pueden provocar la amputación traumática por si solos, aunque este no es el mecanismo más frecuente<sup>150</sup>.

Con frecuencia los fragmentos y metralla causan lesiones mucho más graves que los proyectiles convencionales a la misma velocidad<sup>152,156</sup>.

#### 9.2.6.3. Lesiones terciarias.

Incluyen todas aquellas lesiones causadas por el movimiento del paciente impulsado por la onda expansiva<sup>151</sup>. Además se incluyen las lesiones provocadas por el derrumbamiento de edificios, vehículos o el golpeo por objetos proyectados tras la explosión así como las lesiones por empalamiento<sup>155</sup>. El mecanismo lesional puede ser el contuso o penetrante y provocar fracturas abiertas o cerradas, amputaciones de miembros, síndrome compartimental o síndrome de aplastamiento.

En el caso de derrumbamiento de edificios y atrapamientos, el número de muertes es mayor que las causadas por mecanismo de explosión secundario, que en el resto de los casos son el mecanismo causante de la mayor mortalidad por explosión<sup>32,147</sup>.

#### 9.2.6.4. Lesiones cuaternarias.

Son las quemaduras y las lesiones por inhalación causadas por calor o por sustancias químicas derivadas de la explosión. Sus consecuencias pueden agravar el estado de pacientes ancianos, con patología cardiopulmonar previa o mujeres embarazadas <sup>157</sup>. En este grupo las lesiones sobre el sistema musculoesquelético por quemaduras son mucho menos frecuentes que el grupo de las lesiones por explosión secundarias <sup>6</sup>.

#### 9.2.6.5. Lesiones Quinarias

En el pasado las lesiones cuaternarias eran también la miscelánea de las lesiones no encuadradas en las tres previas. Se ha propuesto el término “lesión quinaria por explosión” para referirse a las reacciones tóxicas causadas por agentes infecciosos, químicos o radiactivos que se añaden a los artefactos explosivos. Este nuevo término es un reflejo de la nueva dimensión de las guerras asimétricas y el terrorismo. Tras el uso de estos artefactos explosivos contaminados p.e. las conocidas como “bombas sucias” es posible encontrar un estado hiperinflamatorio en fases iniciales en los pacientes afectados <sup>32,158</sup>.

Tabla 1. Mecanismos lesivos de los explosivos.

Modificado de <sup>157,158</sup>

<b>PRIMARIO: Efectos directos (p.e. sobrepresión)</b>
Ruptura de la membrana timpánica
Daño pulmonar
Rotura de víscera hueca
Daño pulmonar
Amputación traumática (ver texto)
<b>SECUNDARIO: daño balístico</b>
Traumatismo penetrante
Heridas por metralla y fragmentos
<b>TERCIARIO: efectos de derrumbamientos y de proyecciones de las víctimas impulsados por el viento de blast</b>
Síndrome de aplastamiento y traumatismo contuso
Fracturas y amputaciones traumáticas
Traumatismo craneoencefálico
<b>CUATERNARIO: Quemaduras, asfixia e inhalación de tóxicos</b>
<b>QUINARIO: reacciones tóxicas causadas por agentes infecciosos, químicos o radiactivos que se añaden a los artefactos explosivos.</b>

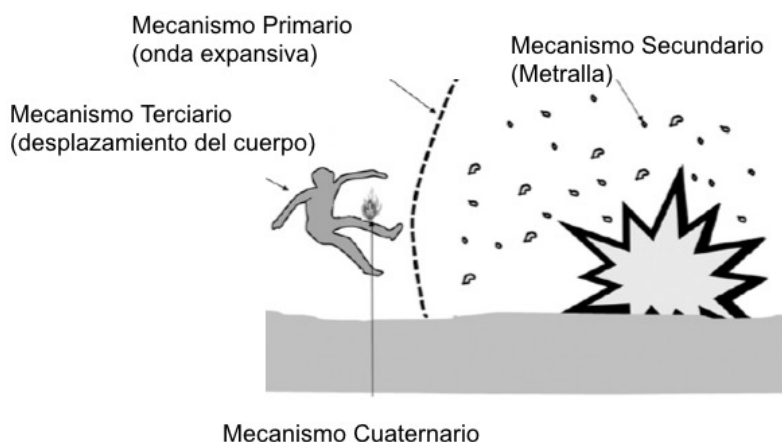


Figura 18. Mecanismos lesivos de los explosivos.

Modificado de <sup>142</sup>

### 9.2.7. Formas clínicas. Patrón lesivo por IED

No es posible establecer un patrón general de lesiones por IED, al ser este grupo etiológico demasiado heterogéneo y amplio<sup>66,142</sup>. En los casos específicos de los IEDs al paso de vehículos sí parece haber una tendencia a presentar fracturas en miembros inferiores y lesiones raquídeas<sup>28,39,159,160</sup>, de la misma manera que en las víctimas de atentados por terroristas suicidas portadores de IED parece observarse un patrón de lesiones similar<sup>13,161</sup>.

Existen lesiones conocidas como marcadores de exposición a explosión como la rotura de membrana timpánica. Esta lesión podría emplearse como indicador de riesgo de presentar lesiones asociadas.<sup>162,157</sup>.

Sobre el patrón más frecuente en los pacientes víctimas de atentados con explosivos, sabemos que la abrumadora mayoría de pacientes presentan lesiones leves o moderadas, que no suponen una amenaza para la vida<sup>22,60,63,163,164</sup>. Estas lesiones se producen generalmente por mecanismos secundario y terciario sobre el aparato locomotor, sus estructuras asociadas y sobre piel y otros tejidos blandos.

Como en el resto de lesiones por explosivos, los pacientes con lesiones por IED tienen afectas más frecuentemente las extremidades<sup>165</sup>. En los estudios ingleses y norteamericanos basados en el *JTTR* se ve que tras una explosión, el 70% de las lesiones afectan a las extremidades, con un 20% de lesiones en cuello y cabeza mientras que las lesiones de tórax y abdomen representan solo un 10%<sup>32,28,38</sup> lo que se ha atribuido a la protección pasiva que ofrecen el casco y chaleco antifragmentos<sup>142</sup>.

### 9.2.8. Lesión raquídea por explosión.

Las bajas en combate por explosivos en la actualidad se producen mayoritariamente por artefactos explosivos improvisados<sup>25,32</sup>. Entre las bajas en combate ha aumentado la incidencia de lesiones raquídeas poco frecuentes: fracturas de Chance<sup>166</sup>, fracturas estallido de vértebras lumbares y disociaciones lumbosacras<sup>167,168</sup>, así como lesiones raquídeas asociadas a gran afectación de partes blandas, como por ejemplo a hematoma de Morel-Lavallee o a contaminación grosera.

El 47% de los pacientes con lesiones raquídeas y el 64% de los pacientes con lesiones medulares en el ámbito civil en Estados Unidos, presentan lesiones asociadas en cabeza, tórax y huesos largos. En el medio militar en Afganistán e Iraq se han comunicado porcentajes similares de lesiones intercurrentes<sup>137,169-171</sup>.

Las lesiones medulares sin fractura vertebral, muy infrecuentes en otros mecanismos de trauma en adultos<sup>137</sup>, se pueden explicar, al igual que las lesiones cerebrales, por concusión o embolia gaseosa. La fisiopatología de esta concusión medular no está bien definida, y ocurre más frecuentemente en las dos regiones más inestables, cervical y unión toraco-lumbar. El rasgo clínico típico de estas lesiones, tanto a nivel cerebral como medular, es la resolución rápida y completa de los déficits neurológicos<sup>171-173</sup>.

### 9.2.9. Amputación por explosión

En general, la amputación en el contexto de un paciente con lesiones por explosivos, puede ser de tres tipos:

1. La amputación traumática de un miembro, es una lesión aguda por acción directa del explosivo que puede producirse por los siguientes mecanismos<sup>149</sup>:
  - a. Mecanismo primario. Por acción directa de la onda expansiva, suele observarse en pacientes que no sobreviven a la explosión<sup>22,23,162,174</sup>. La fractura del hueso se produce por la transmisión de energía de la onda expansiva a los tejidos dada la diferencia de impedancia acústica, lo que se traduce en disrupción celular,

destrucción de partes tejidos blandos y microfracturas. Esto se produce antes de que el miembro sufra ningún desplazamiento. Inmediatamente después, el miembro se ve sometido a una la acción del viento de explosión, que tiene como resultado su movilización violenta y la generación de puntos de estrés por la tendencia a la angulación. En ese punto de produce la fractura y posteriormente el cizallamiento del resto de tejidos lo que tiene como consecuencia la amputación traumática de ese miembro<sup>148</sup>. La experiencia clínica demuestra que el tercio distal de fémur y tibia son los lugares más frecuentes de amputación traumática por mecanismo primario, y el trazo de fractura suele ser una fractura diafisaria oblicua corta. El patrón es distinto en el caso de un explosivo que detona mientras es sostenido por una mano, provoca un aplastamiento axial y un patrón de lesión en paraguas y en el caso de una mina en el que se produce un patrón combinado primario y secundario<sup>148,149</sup>.

- b. Mecanismo secundario. Por impacto de uno o múltiples objetos impulsados por la explosión. Característicamente se produce una fractura conminuta<sup>6,149</sup> y se puede producir la amputación traumática de ese miembro según sea la lesión de partes blandas que lo acompañe.
  - c. Mecanismo primario y secundario combinado. Se aprecia en las áreas de distales de miembros inferiores tras una lesión por mina (área catastrófica). El patrón en paraguas provocado por la onda expansiva se ve inmediatamente seguido por el impacto de tierra y materiales presentes entre la mina y el organismo.
  - d. Mecanismo terciario. Por el desplazamiento del cuerpo impulsado por el viento de explosión y el choche contra una estructura sólida. En este caso los patrones de fracturas pueden ser variados.
2. La amputación electiva primaria es un procedimiento salvador de la vida. La presencia de una lesión vascular que requiere reparación en un paciente inestable hemodinámicamente es su principal indicación<sup>175</sup>.
  3. La amputación electiva diferida, es un procedimiento que se realiza más tarde de 12 semanas de producida la lesión, a menudo la secuela de lesiones complejas de extremos distales de los miembros.

No existe completa certeza del cual es el mecanismo más frecuente de amputación traumática. Algunos autores afirman sería el debido a un mecanismo primario (fractura provocada por la onda expansiva o fuerzas coaxiales exclusivamente). Se ha discutido esta hipótesis ya que, si la amputación traumática se debiese a la avulsión del miembro por la onda de sobrepresión, esta debería producirse a nivel de las articulaciones. Esto ocurre por ejemplo en los pilotos de caza al eyectarse a gran altura y velocidad en la que se ven expuestos a vientos de cerca de 1100 km/h, una velocidad aproximada a la que se ve sometido una víctima de viento de explosión tras una explosión<sup>150</sup>.

Otros autores sostienen la hipótesis de que la amputación se produce por el viento de explosión y por el acoplamiento o resonancia de la onda expansiva, seguido de la avulsión del miembro distal a la fractura (por la onda de sobrepresión dinámica generada por el viento de explosión<sup>66, 137,165</sup>).

En la muestra estudiada por Hull en 1992 sobre las amputaciones de miembros inferiores causadas por explosivos<sup>148</sup>, se revisaron 100 casos consecutivos de pacientes muertos por explosivos, 34 de ellos tenían una o más amputaciones traumáticas mayores. Se realizó un análisis de elementos finitos y se llevaron a cabo ensayos empleando cuartos traseros de cabra. De las 73 amputaciones traumáticas de su muestra solo una ocurrió a través de la articulación. Se constató por tanto que las amputaciones traumáticas se producían más por el sitio de fractura que a través de la articulación. Las amputaciones de miembros inferiores ocurrían más frecuentemente, de manera estadísticamente significativa, a nivel de la tuberosidad tibial



anterior. En los miembros superiores había una tendencia a que la amputación fuera distal, pero sin significación estadística.

Hull <sup>148</sup>, postuló que se produciría un proceso de resonancia mecánica, es decir, la actuación de una fuerza de manera intermitente sobre un cuerpo, que sufre un desplazamiento o deformación o puntual debido al impulso y luego vuelve a la posición inicial, donde la misma fuerza vuelve a actuar sobre él y amplifica el movimiento.

En otros estudios retrospectivos se ha constatado que las amputaciones traumáticas se producen, sobre todo, a lo largo de la diáfisis de los huesos largos siendo excepcionales las que se producen en la vecindad de la articulación<sup>148,177</sup>.

Las localizaciones predilectas son el tercio proximal de la tibia, y los tercios proximal y distal del fémur en la extremidad inferior y los tercios proximales de brazo y antebrazo<sup>22</sup>.

Otros autores sostienen que el mecanismo más frecuente de amputación traumática es el terciario, mediante la proyección del cuerpo de la víctima contra estructuras sólidas impulsado por la explosión<sup>148,178,179</sup>.

Las amputaciones traumáticas se ven con poca frecuencia en supervivientes de explosiones, con la excepción de los heridos por minas antipersonales, pero es relativamente frecuente entre aquellos que mueren en las siguientes 5 horas de la explosión <sup>23</sup>.

Desde un punto de vista forense, se pueden considerar como marcadores de proximidad al epicentro y se asocian a la lesión por explosión pulmonar <sup>174</sup> y otras lesiones muy graves por mecanismos secundarios y terciarios (traumatismos craneo encefálicos abiertos, decapitación, grandes heridas torácicas abiertas o evisceraciones, exanguinación por amputación) <sup>140</sup> que suelen producir muerte inmediata o muy precoz.

#### 9.2.10. Lesiones por minas terrestres.

En el mundo las minas terrestres se encuentran en unos 88 países y provocan lesiones o matan a unas 2000 personas al mes<sup>50</sup>. En Afganistán, los IED activados por platos de presión, es decir aquellas que emplean el mecanismo de armado y disparo de una mina terrestre, han sido el IED más empleado contra la población civil en el periodo de 2009 a 2015<sup>51</sup>(figuras 19).

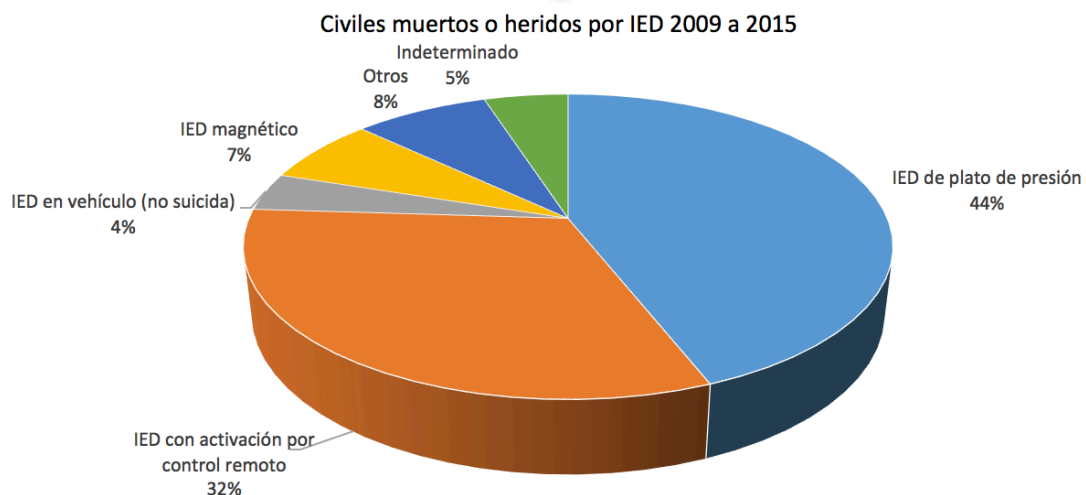


Figura 19 Porcentajes por tipo de IED de 2009 a 2015 en Afganistán.

Fuente: Afghanistan Annual Report on Protection of Civilians in Armed Conflict: 2015<sup>51</sup>

Las minas terrestres antipersonales merecen una especial consideración por las lesiones que producen, no solo por el efecto de la explosión sino por la contaminación bacteriana asociada a con cuerpos extraños, tierra, ropas y fragmentos en tejidos blandos y hueso, lo que

frecuentemente provoca graves infecciones<sup>6</sup>. Las lesiones provocadas por minas antipersonales se clasifican de acuerdo a tres patrones<sup>6,180-182</sup>:

- 1.- Al pisar la mina se produce la amputación traumática de pie o tobillo.
- 2.- Al detonar una mina en la cercanía de la baja se produce un patrón de lesión por metralla y fragmentos.
- 3.- El explotar una mina mientras se manipula, lo que provoca graves lesiones en cara y miembros superiores.

En el caso de las minas antipersonas pisadas, basándose en los estudios sobre las bajas en combate durante la ocupación soviética de Afganistán y en modelos animales, el grupo de Nechaev<sup>183</sup> describió tres áreas principales de lesión los miembros inferiores (figura 20)

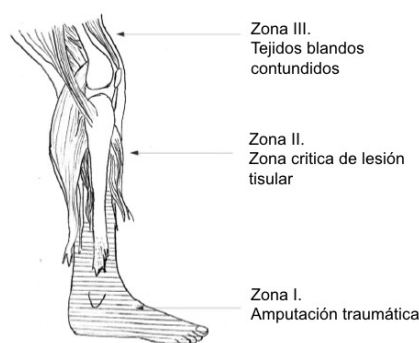


Figura 20. Zonas de lesión en una lesión por explosión de mina.

Modificado de<sup>184</sup>

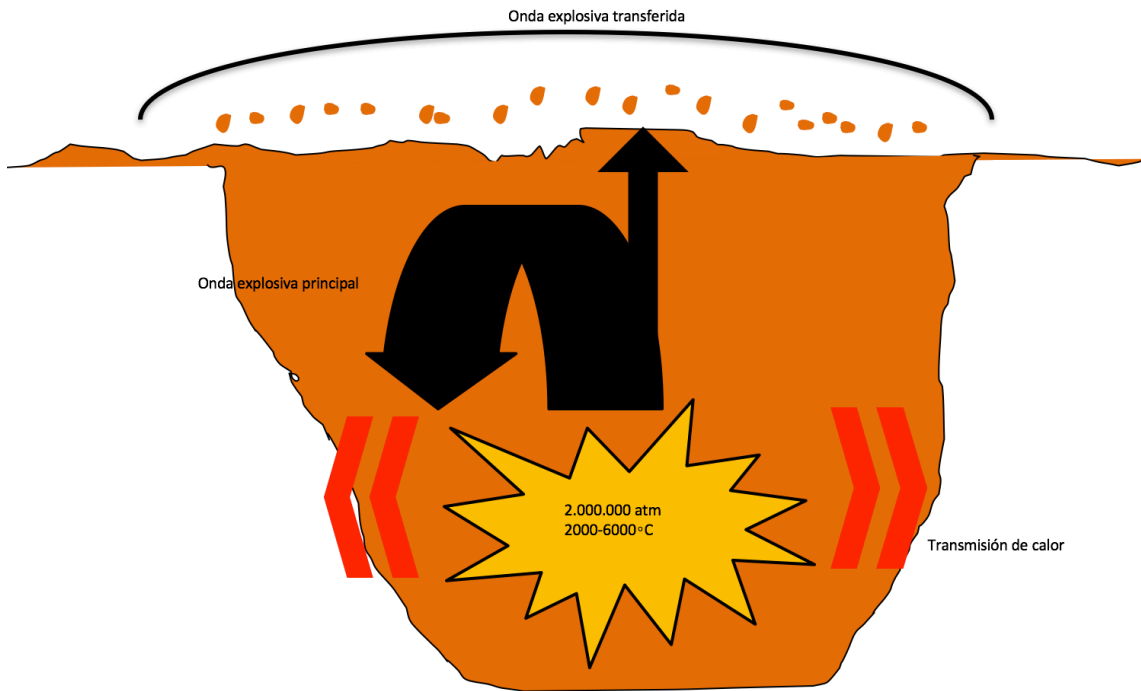
La zona I es la más cercana a la explosión. Suele producirse una amputación traumática con destrucción anatómica de piel tendones, músculos, estructuras neurovasculares y hueso. En todos los casos hay contaminación con fragmentos del explosivo y del suelo, con la característica presencia de tierra proximal al nivel de amputación ósea, impulsada disecando espacios interfasciales por los gases de la explosión<sup>176,185</sup>.

En la zona II hay áreas de microlaceración en la fascia y de los vasos sanguíneos, que se traducen en pequeñas áreas hemorrágicas, rodeadas por áreas isquémicas debido al vasoespasmo segmentario con dilataciones de arteriolas y vénulas vistas en estudios animales con angiografía.

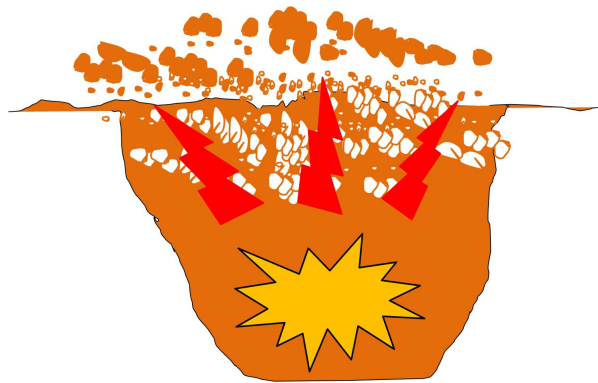
Las principales lesiones presentes en la zona III con la avulsión de arteriolas pequeñas de los vasos principales, dificultada para el retorno venosos y cambios reactivos en los axones de los nervios periféricos. En una revisión de 19 amputaciones quirúrgicas a través de la zona 3 a la que se realizaron biopsias seriadas, se comprobó que en los primeros 5 días persistía el edema, con necrosis del límite muscular reseca o desmielinización de los nervios periféricos; del día 6 al 14 los vasos del muñón mostraron signos de panvasculitis, se constató hiperplasia de las células de Schwann y la formación de neuromas y neurofibromas postraumáticos.

Basándose en estos hallazgos, Nechaev recomendaba que el nivel óptimo de amputación quirúrgica debiera estar en el límite de la zona II con la zona III. Clínicamente, la identificación de este límite puede hacerse mediante la observación de fibras musculares que mantienen contractilidad y que están rodeadas de tejidos blandos mínimamente edematosos<sup>176</sup>.

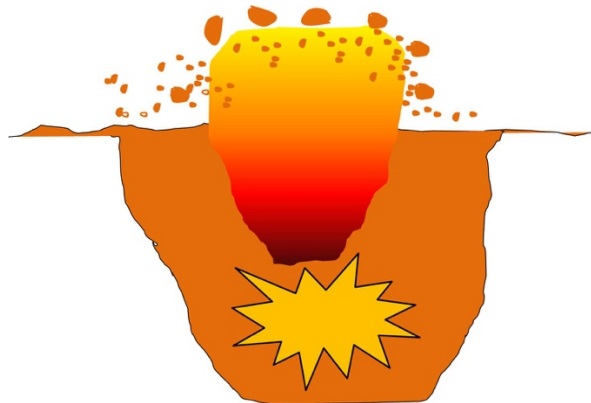
Las minas contra carro emplean una cantidad importante de explosivo para provocar un daño directo sobre el vehículo y sus ocupantes. En la guerra convencional las minas se emplean para limitar la capacidad de movimiento del enemigo<sup>143</sup>. Al ser relativamente baratas, fáciles de emplear y seguras para el que las maneja son ampliamente empleadas por grupos insurgentes que emplean tácticas asimétricas.



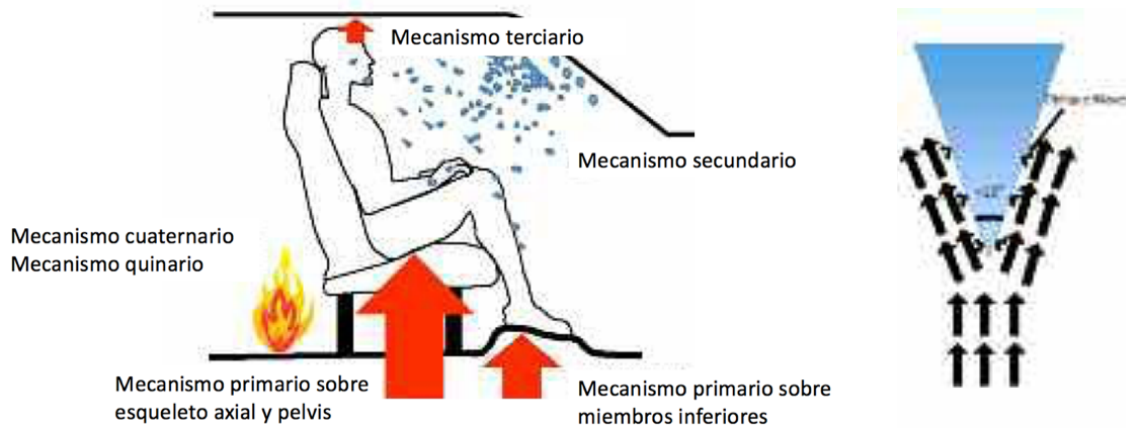
- a. La detonación de una mina anticarro provoca una reacción explosiva exotérmica que provoca la formación de una onda de choque seguida por una rápida expansión de gases. Al llegar a la interfase suelo/aire la onda de choque produce la deformación del suelo, solo una pequeña parte se transmite al aire, la mayor parte se refleja hacia el lecho de la explosión.



- b. La reflexión de la onda de explosión en la interfase suelo/aire que provoca la ruptura de la capa de tierra alrededor de la mina.



- c. Los productos de la detonación impulsan los fragmentos de tierra. El resultado es un cono invertido con los gases de la detonación y los fragmentos de tierra fracturada.



- d. El cono invertido formado por los gases de detonación y la tierra fracturada eyectada interacciona con el vehículo y provoca las lesiones en sus ocupantes. La energía cinética que se transmite provoca la aceleración global del vehículo. El flujo de los productos de detonación se relaciona con la geometría de la panza del vehículo. Un perfil en V permitirá que los productos de detonación fluyan a los lados y por lo tanto la transferencia de energía sea menor que una base plana que recibirá una concentración de presión, con una mucho mayor transferencia de energía al vehículo y sus ocupantes.

Figura 21. Efectos de una mina anticarro o explosivo bajo el vehículo sobre sus ocupantes.

Figuras a,b,c y d modificadas de<sup>31</sup>

### 9.2.11. Explosivos de carga hueca y penetradores explosivos conformados

Los explosivos de carga hueca se han empleado en la munición de alto explosivo anticarro desde la segunda guerra mundial. Entonces se descubrió que, si el hueco practicado en la superficie del explosivo que entra en contacto con el blanco se cubre de una capa de metal blando, el daño producido se incrementaba enormemente<sup>118</sup>.

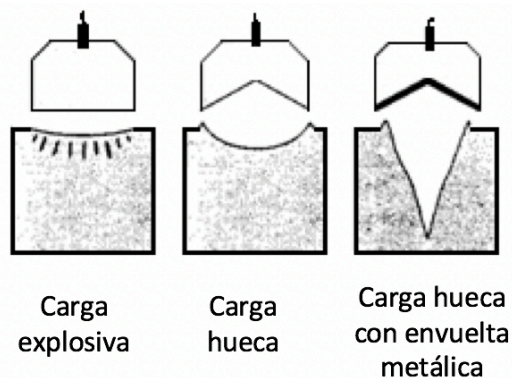


Figura 22. Esquema del desarrollo de una carga hueca

Modificado de<sup>118</sup>

Se emplea el explosivo como propulsor de este material de baja masa, una velocidad 5 veces la del sonido. El proyectil resultante es capaz de atravesar la coraza de vehículos blindados y ocasionar gravísimos daños a cualquier persona que se encuentre dentro del mismo<sup>186</sup>.

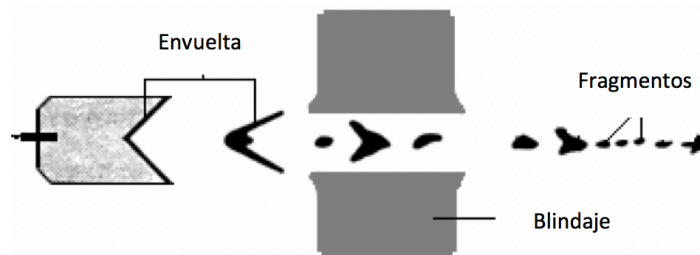
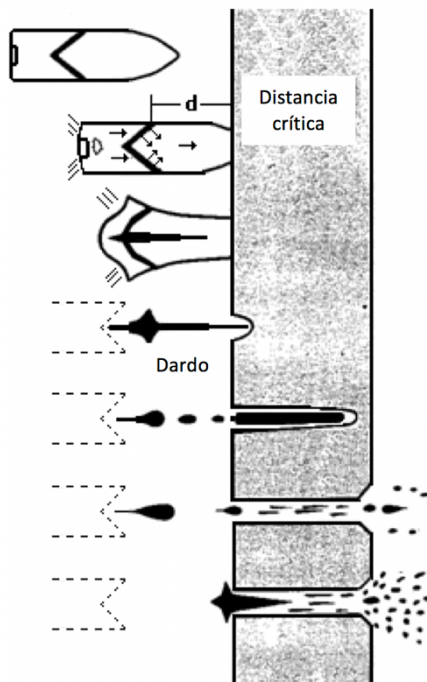


Figura 23. Capacidad perforadora de una carga hueca

Modificado de <sup>118</sup>



Los proyectiles de carga hueca o antitanque HEAT (High Explosive Anti-Tank) aprovechan estas propiedades (figura 24). Una característica muy singular de los proyectiles HEAT es que su capacidad de perforación es prácticamente independiente de la velocidad de impacto. Esta curiosa propiedad ha permitido desarrollar armas anticarro relativamente ligeras, como cañones sin retroceso, lanzacohetes y lanzagranadas.

El frente de chorro, formado por gases y parte del material de la envuelta metálica se desplaza a velocidades de hasta 12000 m/s. Esta enorme energía cinética sobre una pequeña superficie del blindaje provoca unas presiones del orden de 200000 atm, capaces de perforar blindajes de gran espesor.

Figura 24. Efecto HEAT

Modificado de <sup>118</sup>

Para conseguir daños “detrás” del blindaje, los fragmentos que se desprenden de la propia coraza se convierten en proyectiles secundarios que se desplazan en forma de cono a lo que hay que añadir la elevación casi instantánea de la temperatura al interior del carro hasta los 3000°C.

Los Explosivos de Carga Conformada (ECC) (*Explosively Formed Penetrators*) son una variante de los explosivos de carga hueca que emplean una mayor masa a una menor velocidad. Desde la guerra de Irak se ha constatado el uso de Artefactos Explosivos Improvisados que emplean carga conformada por grupos insurgentes contra vehículos blindados <sup>186</sup>.

Los explosivos de carga conformada no son bombas, sino dispositivos balísticos diseñados para penetrar blindajes impulsando un material mediante un explosivo de carga hueca colocado adecuadamente dentro de un cilindro generalmente con un extremo cónico y otro extremo plano. La explosión genera una onda de propulsión de hasta 30 millones psi (2040000 atmósferas de presión), a lo largo del eje de simetría del cilindro en el que se haya contenido, deforma el disco de metal colocado en el otro extremo del cilindro y convirtiéndolo en un cono penetrador a una velocidad de entre 10 y 15 km/s.

En una revisión de 53 bajas de combate por el empleo de ECC-IED en la guerra de Irak en 2006, Ramasamy y cols. Encontraron que el patrón lesivo de las bajas por ECC-IED seguía la

regla de todo o nada: las bajas bien morían por politraumatismos catastróficos como resultados del impacto directo o bien tenían lesiones menos graves como resultado de indirecto de la energía disipada con el impacto <sup>28</sup>.

### 9.2.12. Atentados suicidas con bombas

La primera referencia histórica a un terrorista suicida portador de bombas fue el empleado en el asesinato del Zar Alejandro II en 1881 <sup>123</sup>. En épocas más recientes, los terroristas suicidas portadores de bombas aparecen en la literatura en 1983 en el ataque producido en Beirut contra el cuartel general de la infantería de marina estadounidense <sup>187</sup>. En la década de los 80 del pasado siglo, se registraron este tipo de ataques en Líbano, Kuwait y Sri Lanka principalmente y a partir del 2000 en India, Paquistán, Chechenia, Yemen, Argelia, Turquía, Gran Bretaña, y con especial virulencia en Afganistán, Irak e Israel.

Entre 1980 y 2004 los ataques suicidas en todo el mundo provocaron un 48% de las muertes de causa terrorista, representado solo el 3% de los incidentes terroristas registrados <sup>52</sup>. Esta tendencia se mantiene al alza. En 2014, 3400 personas murieron por ataques terroristas suicidas, comparados con los 2200 del año 2013, un 37.55% más. Se produjeron 592 atentados con explosivos en 2014 comparados con los 305 recogidos en 2013. <sup>16</sup>. En la actualidad este método es especialmente empleado por grupos terroristas yihadistas.

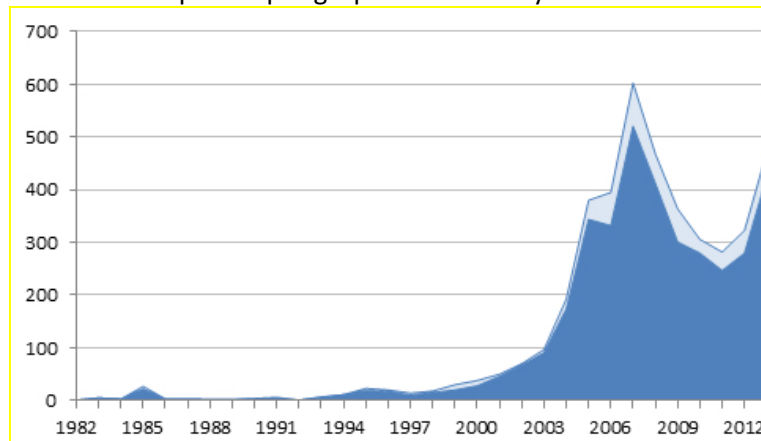


Figura 25. Ataques suicidas, posibles y confirmados, desde 1982 a 2012.

*En tono oscuro los ataques conformados, en tono más claro los ataques posibles.  
Modificado de University of Chicago Project on Security and Terrorism.<sup>188</sup>*

Una revisión de los suicidas portadores de bombas en Israel muestra como la letalidad de este método ha aumentado, de tres muertes de mediana por cada ataque en la década de los 80, a nueve muertes en 2004. Esto se ha atribuido al empleo de alto explosivo y a la adición de metralla <sup>53</sup>.

No solamente la habilidad para escoger el momento y el lugar del ataque sino el empleo de metralla y la elección de entornos cerrados hacen de estos ataques un método devastador <sup>13</sup> tanto físico como psicológico <sup>31</sup>.

Se ha demostrado una frecuente asociación entre síntomas de estrés postraumático en pacientes tras un traumatismo ortopédico <sup>189</sup>, efecto que este caso se potenciaría.

Uno de los objetivos de las armas suicidas es emplearlos en un entorno densamente ocupado por potenciales objetivos y si es posible en un entorno cerrado (por ejemplo, un autobús o un bar) que multiplique el efecto como se ha comentado previamente al referirnos al efecto físico del explosivo en confinamiento. <sup>123</sup>.

Otro aspecto importante de la proximidad del agente lesivo y las víctimas es la alta energía con la que la metralla impacta en su objetivo. Por su forma, la metralla pierde energía rápidamente en su trayectoria balística, por lo que la distancia al explosivo es otro factor determinante en la letalidad o en la gravedad de las lesiones provocadas.





Figura 26. Chaleco explosivo preparado para su empleo como IED suicida.

Fotografía del autor. Texto modificado de <sup>47</sup> y Adaptado de AC/259-D(2004)0037 NLAG-D(04)09, volumen III, OTAN

#### 9.2.12.1. Mecanismos lesivos por suicidas portadores de bombas.

**Mecanismo primario:** la lesión pulmonar por onda expansiva y lesión gastrointestinal por explosión son las principales entidades. Sobre la lesión gastrointestinal, si bien la experiencia israelí muestra que se trata de lesiones secundarias fundamentalmente, otros grupos han comunicado lesiones primarias en situaciones de confinamiento <sup>123</sup>.

**Mecanismo secundario:** una de las principales características del suicida portador de bombas es la inclusión deliberada de metralla para aumentar el daño en las víctimas. El patrón de lesiones es menos predecible que el que aparece con munición convencional. Desde el punto de vista del cirujano ortopédico, nos encontraremos con un amplio abanico de lesiones. Además, los materiales empleados como metralla pueden quedar alojados en el interior del organismo y migrar por vasos, vísceras huecas, etc. Esta es una de las razones por las que el protocolo israelí recomienda la realización de pruebas de imagen de todo el cuerpo (en general Tomografía Computarizada) <sup>123</sup>

**Mecanismo terciario:** Quizá la lesión ortopédica que más se ha atribuido al mecanismo terciario es la amputación traumática mediada o no por lesiones previas por mecanismo primario o secundario.

**Mecanismo cuaternario:** Desde el punto de vista ortopédico solo tendrían consideración en este grupo los síndromes de aplastamiento y las quemaduras que puedan condicionar el manejo y la cobertura postquirúrgicas de las lesiones del aparato locomotor y sus estructuras relacionadas.

**Mecanismo quinario:** las consideraciones inmunológicas de aquellos microorganismos vehiculizados por la metralla y la presencia de material alogénico del terrorista que se comporta como metralla y se aloja dentro del cuerpo de la víctima se han clasificado como lesiones quiniarias <sup>158</sup>. Se debe administrar profilaxis antitetánica (gammaglobulina y/o toxoide tetánico

según la inmunización previa del paciente) y se deben conjugar los intereses forenses de la investigación con las necesidades asistenciales.

En el caso de terroristas suicidas, los fragmentos óseos del suicida convertidos en proyectiles causan lesiones por mecanismo secundario en las víctimas en su vertiente balística y por mecanismo quinario al ser vehículo para la transmisión de agentes patógenos. Los fragmentos óseos del suicida, convertidos en metralla producen traumatismos penetrantes en las víctimas, pueden inducir una respuesta inmune a un tejido alogénico al quedar incluidas en tejidos blandos así como transmitir enfermedades infecto-contagiosas como la hepatitis B y C o VIH<sup>190-192</sup>. Para el manejo de los pacientes afectados se sigue la clasificación propuesta ad hoc por la Agencia británica de Protección de la Salud tras los atentados terroristas del 7 de Julio de 2005 en Londres (tabla 2).

*Tabla 2. Clasificación de pacientes afectados por suicida portador de explosivo.*

*Vacunación y profilaxis post-exposición. Adaptado de<sup>123</sup>*

Categoría	Descripción de la herida	Tratamiento
1	Herido directamente en la explosión con lesiones penetrantes mayores destacando las lesiones en la piel y que requiere ingreso	Profilaxis post-exposición mediante vacunación.
2	Herido directamente en la explosión con lesiones penetrantes destacando las lesiones en la piel y que es dado de alta tras recibir tratamiento en el Servicio de Urgencias.	Si el paciente no ha recibido una vacunación previa se ofrece una profilaxis post-exposición
3	Herido directamente en la explosión con lesiones penetrantes destacando las lesiones en la piel y no atendido en un Servicio de Urgencias.	La localización sistemática de esas víctimas es compleja, pero si los pacientes contactan con servicios de emergencia se les debe ofrecer profilaxis post-exposición.
4	Herido indirectamente en la explosión al estar atendiendo a las víctimas (cortes con fragmentos de metal o cristal sobre el cuerpo o ropas de las víctimas).	
5	Contacto superficial sobre piel o mucosas con sangre de las víctimas	Manejo por su médico de urgencias o su médico de atención primaria según el protocolo habitual de exposición a sustancias biológicas.

Las lesiones más graves por terroristas suicidas portadores de explosivos ocurren en entornos cerrados como autobuses, pero aun en entornos abiertos, las lesiones provocadas en las víctimas suelen presentar una mayor gravedad que otros tipos de traumatismos con bombas, y suelen afectar a un mayor número de pacientes<sup>13</sup>, probablemente por la cercanía que busca el terrorista con el mayor número de víctimas potenciales.

En las series publicadas las lesiones ortopédicas por terroristas suicidas no difieren en número con las provocadas por otro tipo de explosivos pero si se encuentran lesiones de mayor gravedad medidas según las escalas de gravedad anatómicas<sup>13</sup>.

En la literatura, la comparación más exhaustiva entre el traumatismo "civil" y el producido por terroristas portadores de explosivos fue publicada en 2006 por Aharonson-Daniel y cols.<sup>13</sup> Analizaron a 1155 personas heridas por terroristas suicidas portadores de explosivos, en Israel entre 2000 y 2004 incluidos en el Registro Nacional de Trauma Israelí con lesiones traumáticas por actos terroristas de esas características, y lo compararon con el total de 93498 pacientes incluidos en el registro nacional durante ese periodo. Encontraron que el 29% de las víctimas tenían lesiones graves (ISS>15) comparado con el 10% que se encontraba en las víctimas de traumatismos no terroristas. Encontraron una mayor frecuencia de víctimas con más de tres áreas corporales afectadas (18% vs 5%). También encontraron una mayor frecuencia de lesiones internas (32%) heridas abiertas (59%), quemaduras (19%) y lesiones neurológicas y vasculares (8% y 4%) comparado con los pacientes afectados por traumatismos no terroristas. En su muestra, un 28,1% de los pacientes precisaron cirugía mayor, un 10.1% de los pacientes fueron



ingresados en UCI y un 58% fueron hospitalizados en planta. De los pacientes afectados por la explosión suicida un 21% precisaron cirugía mayor ortopédica frente al 29.8% de la serie histórica. En cambio, en los pacientes clasificados como graves por el autor, ISS> de 15, el porcentaje de pacientes que requirieron cirugía ortopédica mayor fue del 33.6%, frente al 17.4% del mismo grupo en la serie de los pacientes incluidos en su registro nacional.

Otro detalle interesante de este estudio es que, comparando la región corporal afectada y la gravedad, el grupo de pacientes por terrorista suicida presentaba un porcentaje similar de afectación de extremidades 45% aproximadamente, siendo su índice ISS grave un 5% más.

## 9.3. Medidas de protección

### 9.3.1. Medidas de protección activa

Las medidas de protección activa son aquellas que suponen la realización de actos para neutralizar la amenaza antes de que se produzca o durante el momento del ataque. Son medidas de protección activa el despliegue de zapadores en vanguardia de los convoyes, el reconocimiento en tiempo real de la ruta mediante avanzadillas o aeronaves no tripuladas, rodillos en el frontal de vehículos para provocar la detonación precoz de minas, inhibidores de frecuencia que crean burbujas de seguridad en torno a los vehículos para evitar la detonación de explosivos a distancia con radiofrecuencia, en general procedimientos tácticos anti IED, etc.



Ilustración 12. Pelotón de zapadores con capacidad EOR a vanguardia de un convoy en la región oeste de Afganistán.

(Fotografía cortesía Regimiento de Infantería nº 45 Garellano, ASPFOR XXXV)

### 9.3.2. Medidas de protección pasiva.

Las medidas de protección pasiva son de dos tipos, medidas de protección balística contra proyectiles (munición de arma de fuego, metralla y fragmentos de explosivos) y medidas de protección contra explosivos. Ambos se emplean simultáneamente tanto en la armadura personal del combatiente (*personal armour* o dispositivo personal de protección), como en la protección de los vehículos.

El objetivo de la protección completa es muy difícil de conseguir sin emplear equipamientos muy pesados y voluminosos (ilustración 13). En el caso de los dispositivos personales de

protección, sería deseable disponer de materiales ligeros que además no limiten la capacidad de movimientos del usuario.



*Ilustración 13. Traje de protección para desactivación de explosivos.*

*(sin guantes de protección que formarían parte del equipamiento). Ejemplo de dispositivo personal de muy alta protección de que limita enormemente la capacidad de movimientos de usuario, empleado por los desactivadores de explosivos. Fotografía del autor*

### **9.3.2.1. Medidas de Protección pasiva balística.**

Para detener un proyectil (munición o metralla) a gran velocidad y de esta manera reducir o mitigar el daño producido, los medios de protección pasiva deben resistir la penetración del proyectil y disipar gran parte de su energía.

#### **9.3.2.1.1. Materiales**

Los materiales más empleados tanto en dispositivos personales de protección como en el blindaje de los vehículos son:

- Coraza metálica. El proyectil se destruye durante el impacto. Se suelen instalar en puertas de vehículos. Son muy pesados y se deforman permanentemente. Pueden resistir más de un impacto en la misma zona. Empleados en chalecos, tanto la deformación como la onda de choque puede provocar lesiones en el usuario.
- Corazas de material plástico. Deben sustituirse tras cada impacto, son especialmente eficientes para fragmentos y esquirlas procedentes de explosivos.
- Corazas cerámicas. Las zonas del impacto deben sustituirse, esto se une a un elevado coste de fabricación.
- Corazas textiles. Densas capas trenzadas de Nylon y Kevlar. Detienen el proyectil al deformarlo. Son relativamente livianas y flexibles pero el usuario puede resultar dañado por las propias fibras de protección, aunque en menor medida que por el impacto.
- Corazas transparentes. Cristal, que en varias capas es el único material transparente capaz de detener proyectiles de alta velocidad, o metacrilato que puede detener proyectiles de baja velocidad.
- Corazas compuestas. Se utilizan para disipar gran cantidad de energía cinética sin transmitirla al objeto protegido. Para ello se aprovechan de las características de las capas metálica, cerámica y plástica que las conforman. Como inconveniente tienen una limitada capacidad de reutilización debido al deterioro de la cerámica.

La eficacia de la protección balística de un material se mide en función de la velocidad del proyectil de salida a una distancia dada y la frecuencia de penetración del mismo. Se define V50 como la velocidad a la cual un 50% de los proyectiles dados logran penetrar el material de protección.

#### 9.3.2.1.2. Casco antifragmentos.

Dentro de los países OTAN, los cascos balísticos están fabricados con compuestos textiles mixtos. Además de la protección frente a proyectiles, presentan un alto nivel de protección frente a traumatismos contusos.

En el periodo estudiado el casco empleado por las fuerzas armadas españolas era el modelo Marte IV/97 (ilustración 14), fabricado con una combinación de resinas sintéticas aradmídicas ( Kevlar® o Twaron®) para la protección del combatiente contra los impactos directos de proyectiles a baja velocidad <sup>193</sup>.

Las Fuerzas Armadas españolas van a dotarse próximamente de un nuevo tipo de casco antifragmentos, que se encuentra en proceso de fabricación y cuya denominación será Cobat 01.



Ilustración 14. Casco Marte IV/97 de dotación en las Fuerzas Armadas Españolas

#### 9.3.2.1.3. chaleco antifragmentos.

Coraza textil a la que se le añaden placas cerámicas o metálicas para la protección frente a proyectiles de alta velocidad.



Ilustración 15. Chaleco antifragmentos de dotación en las Fuerzas Armadas Españolas

### 9.3.2.2. Medidas de protección contra explosivos en los vehículos blindados.

Para mitigar las lesiones por explosivos se han desarrollado diferentes mejoras en los vehículos blindados y en el equipamiento de sus ocupantes. Estas mejoras en las medidas de protección pasiva de los vehículos blindados, se clasifican atendiendo al momento de su desarrollo en cuatro generaciones:

Primera generación: equipos de protección improvisados por los soldados sobre el terreno. Consisten en colocación de sacos terreros, sujeciones para el personal y protecciones improvisadas en el suelo del vehículo, que consiguen reducir las lesiones por explosión secundaria, y reducen la velocidad del vehículo.

Segunda generación: Equipos de refuerzo desarrollados para su montaje sobre el terreno. Consisten en deflectores de onda expansiva colocados sobre los arcos de paso de las ruedas o cadenas. Mejoran la ventilación de gases de la explosión y mejoran la resistencia a metralla.

Tercera generación: Vehículos equipados con cascos resistentes a minas montados sobre el armazón del vehículo (ilustraciones 16 y 17). Consisten en cascos en V, aumento del espacio libre entre el casco del vehículo y el suelo y mallas de protección para activar la espoleta de munición tipo RPG en una superestructura alejada unos centímetros del casco (ilustración 16).



*Ilustración 16. Vehículo tipo Stryker, ejército de Estados Unidos.*

*Casco del habitáculo en V (compartimentos de almacenaje en los laterales) sobre ejes altos, superestructura con malla de protección. Fotografía del autor.*

Cuarta generación: Vehículos especialmente contruidos monocasco antiminas en V. Alejan el compartimento de la tripulación de la zona de lesiones <sup>143</sup> (ilustración 18).





*Ilustración 17. Vehículo RG-31. Ejército de Tierra, España.*

*Monocasco en V (cubierto en los laterales por compartimentos de almacenaje), sobrelevado (medidas de protección pasiva), equipado con rodillo para la activación previa de minas contracarro e inhibidor de frecuencias (medidas de protección activa). Fotografía del autor.*

Las medidas de protección pasiva empleadas para los blindados y sus ocupantes son, según el mecanismo lesivo que combate:

**Mecanismo primario:** Mayor alejamiento del personal del suelo, mejora del blindaje y empleo de materiales que mitigan la explosión<sup>194</sup>, empleo de protecciones auditivas (la lesión timpánica por explosivo es la lesión más prevalente en estos pacientes)

**Mecanismo secundario:** mejorar el blindaje en la panza del vehículo y bajo los asientos del personal<sup>194</sup>. Gafas tácticas de protección. Eliminación del material FOD (*Foreign Object Debris / Damage* o Daño por Objetos Extraños o de Desecho) de manera análoga a los procedimientos de la industria aeronáutica; se ha propuesto emplear bolsas FOD para la eliminación de todo este tipo de objetos, tanto por el personal de mantenimiento como por los tripulantes.

**Mecanismo terciario:** Mayor alejamiento del personal del suelo. Diseño del casco en V. Sujeciones para el personal que eviten las lesiones por proyección<sup>194</sup>.

**Mecanismo cuaternario:** Materiales resistentes al fuego en el interior de los vehículos y uniformes fabricados con materiales retardantes<sup>194</sup>. Cobertura completa de los miembros y uso de guantes tácticos.



Ilustración 18. VMMD (Vehicle Mounted Mine Detector ó Vehículo de Caballería de Detección de Minas).

Nótese el monocasco en V ( en este caso se aprecian perfectamente al no existir compartimentos de almacenamiento), la elevación de la cabina blindada y la separación de los ejes alejados de la cabina (medidas de protección pasiva), equipado con georradar (radar de penetración GPR que emitiendo microondas en pulsos cortos con un gran ancho de banda puede medir los cambios en la constante dieléctrica del medio, normalmente debido a la presencia de objetos, de los que se puede obtener una imagen en dos dimensiones)<sup>47</sup> (medida de protección activa).

(Fotografías cortesía Regimiento de Infantería n° 45 Garellano, ASPFOR XXXV)

### 9.3.3. Aspectos médicos de las medidas de protección.

El conocimiento de las consecuencias clínicas y las lesiones que ponen en riesgo la vida producidos por las lesiones penetrantes y lesiones por explosivos es necesario para mejorar la colocación y el diseño de las medidas de protección <sup>195</sup>.

La interacción del proyectil con las medidas de protección modifica las características balísticas de este. En base al estudio del impacto de proyectiles de 7.62 mm contra coraza plásticas de para- amidas, se ha postulado que estas variaciones provocarían un incremento en el daño corporal <sup>196</sup>. Sin embargo, experimentos similares con otros tipos de proyectiles arrojan resultados distintos <sup>197</sup>.

Desde el punto de vista médico, dada la absorción de energía por parte de la coraza, es muy improbable que la lesión ocasionada por un proyectil al atravesar una coraza sea superior la originada en ausencia de ninguna protección <sup>81,197</sup> pero siempre hay que considerar el efecto del azar y del paso de un proyectil deformado<sup>120</sup>.

A partir de los trabajos realizados en tres áreas: por los investigadores israelíes; a partir de los registros de patología traumática en combate de Estados Unidos; y en las líneas de investigación del *Imperial College* británico sobre el traumatismo explosivo; se han modificado los procedimientos operativos para los ocupantes de vehículos blindados. En la actualidad se insiste en la importancia del empleo de las medidas de sujeción en el interior del mismo, así como la de minimizar la cantidad de objetos potencialmente móviles en caso de recibir el un ataque mediante explosivos al paso del vehículo.

#### 9.3.3.1. “Lesiones bajo la armadura”. Epidemiología en los conflictos actuales.

El empleo de chalecos anti fragmentos y casco ha demostrado ser un método efectivo para proteger al personal de heridas penetrantes en cabeza, torso y abdomen con un aumento de la supervivencia. Sin embargo no es útil en la protección frente al barotrauma de la lesión primaria por explosivo <sup>157</sup>.

Durante los últimos años el uso por el enemigo de explosivos improvisados al paso de vehículos en Irak y Afganistán ha provocado un aumento de la exposición de nuestros militares al denominado efecto del explosivo tras el la armadura (*Under body armour explosion*) <sup>198</sup>.

En las lesiones por explosivos en el interior de vehículos blindados se ha observado la siguiente distribución en la frecuencia de fracturas (tabla 3):

*Tabla 3. Porcentaje de bajas con fracturas específicas en el interior de vehículos blindados en las guerras de Irak y Afganistán.*

*Modificado de* <sup>198</sup>

<b>Muertos en Combate</b>		<b>Heridos en Combate</b>	
Cráneo	51%	Cráneo	4%
Facial	39%	Facial	8%
Carpo	9%	Carpo	2%
Miembro sup	44%	Miembro sup	10%
C. Cervical	18%	C. Cervical	5%
C. Torácica	21%	C. Torácica	12%
C. Lumbar	26%	C. Lumbar	18%
Costillas/Esternón	54%	Costillas/Esternón	5%
Pelvis	46%	Pelvis	5%
Fémur	33%	Fémur	7%
Tibia/ Peroné	32%	Tibia/ Peroné	18%
Pie y tobillo	32%	Pie y tobillo	26%

#### 9.3.3.2. Lesiones por explosivo al paso de un vehículo blindado.

Se ha comunicado que los pacientes con lesiones por explosivos que viajaban dentro de un vehículo blindado padecen lesiones con un patrón de lesiones específico. Éste incluye fracturas vertebrales lumbares por estallido asociadas a fracturas en miembros inferiores <sup>35,156</sup>. Los ocupantes se ven sometidos a una carga axial sobre su columna que provoca la lesión de gravedad variable según el tipo de vehículo, el tipo de explosivo y la posición del paciente respecto a la explosión <sup>6</sup> (figura 21d).

En base al análisis forense de víctimas de ataques con explosivos producidas sobre pacientes en espacio abierto frente a pacientes en el interior de vehículos se han encontrado, en el grupo de pacientes que viajaban en el interior de vehículos, una menor proporción de lesiones por mecanismos primario y secundario que parece atenuarse por la protección de vehículo; una mayor proporción de fracturas de tibia, peroné y pie, por la importante sobrecarga axial de los miembros inferiores, y una menor proporción de fracturas de fémur y en miembros superiores (figura 27) <sup>24</sup>.

## Localización fractura

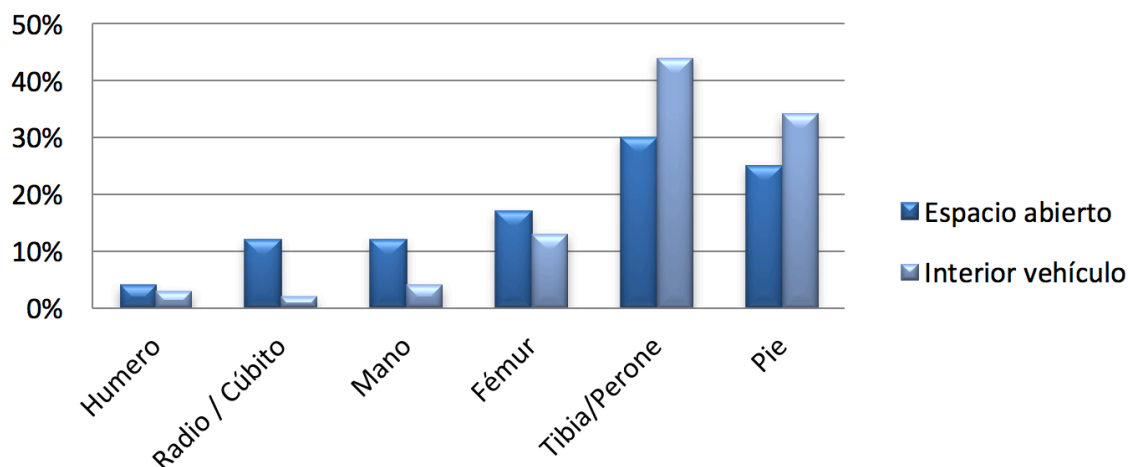


Figura 27. Fracturas en extremidades por explosivos paciente en espacio abierto vs paciente interior vehículo.

Modificado de <sup>149,184</sup>

En estudios experimentales con cadáveres se ha demostrado que la flexión de caderas y rodillas (sentado), en los ocupantes de vehículos blindados, protege frente a las lesiones esqueléticas en miembros inferiores en especímenes sometidos a un traumatismo por explosivo en el interior de un vehículo, comparado con los especímenes colocados en posición anatómica <sup>199</sup>.

### 9.4. Papel del agente lesivo para el manejo de la baja en combate

#### 9.4.1. Distribución del agente lesivo en las guerras modernas, de la Segunda Guerra Mundial a los años 80 del Siglo XX.

En los conflictos bélicos convencionales del siglo XX (como fueron las dos Guerras Mundiales o la guerra de las Malvinas) se registraron un mayor número de bajas por explosivos, sobre todo metralla, mientras que las guerras en las que predominaba el combate urbano, en terreno poco practicable como jungla o con enfrentamiento a fuerzas no regulares predominaban los pacientes con lesiones por proyectiles de arma de fuego <sup>177,200</sup>.

Como ejemplo tenemos la comparación del agente lesivo predominante en conflictos bien documentados:

- En el conflicto de Irlanda del Norte entre el ejército regular de Reino Unido y la Organización Terrorista denominada Ejército Republicano de Irlanda, Owen-Smith y cols. recogieron los pacientes de las fuerzas armadas británicas atendidos hasta 1980 con 878 (61%) heridos por proyectiles de arma de fuego y 572 (39%) por explosivos <sup>201</sup>.
- En la guerra Libano-Israeli, Rogov y cols. estudiaron 1274 pacientes israelíes de los cuales 907 (77%) presentaban heridas por explosivos frente a 267 (23%) que presentaban lesiones por arma de fuego <sup>202</sup>.
- En la guerra de las Malvinas solo el 31% de los pacientes británicos atendidos en los hospitales desplegados presentaban heridas por arma de fuego, siendo el resto provocados por explosivos <sup>200</sup>.



Esa tendencia ha cambiado en los conflictos del inicio del siglo XXI, localizada principalmente en Oriente Medio en la que, a pesar de tratarse de enfrentamientos contra fuerzas no regulares en terrenos poco practicables o combate urbano, el principal agente lesivo es el explosivo.

#### 9.4.2. Área corporal afectada en conflictos modernos.

Con mucha diferencia las lesiones más frecuentes son las que afectan a tejidos blandos (piel, tejido celular subcutáneo y músculo esquelético) en los miembros y las fracturas de huesos largos con una elevada coincidencia en los datos a lo largo de los conflictos del siglo XX <sup>33</sup>.

Tabla 4. Área corporal afecta en los conflictos modernos

Modificado de <sup>33</sup>

	Cabeza y cuello (%)	Tórax (%)	Abdomen (%)	Miembros (%)	Otros (%)
I GM	17	4	2	70	7
II GM	4	8	4	75	9
Corea	17	7	7	67	2
Vietnam	14	7	5	74	
Borneo	12	12	20	56	
Irlanda del Norte	20	15	15	50	
Malvinas	16	15	10	59	
Golfo	11	8	7	56	18 *
Afaganistán	16	12	11	61	
Chechenia	24	9	4	63	
Somalia	20	8	5	65	2*

\* Lesiones múltiples

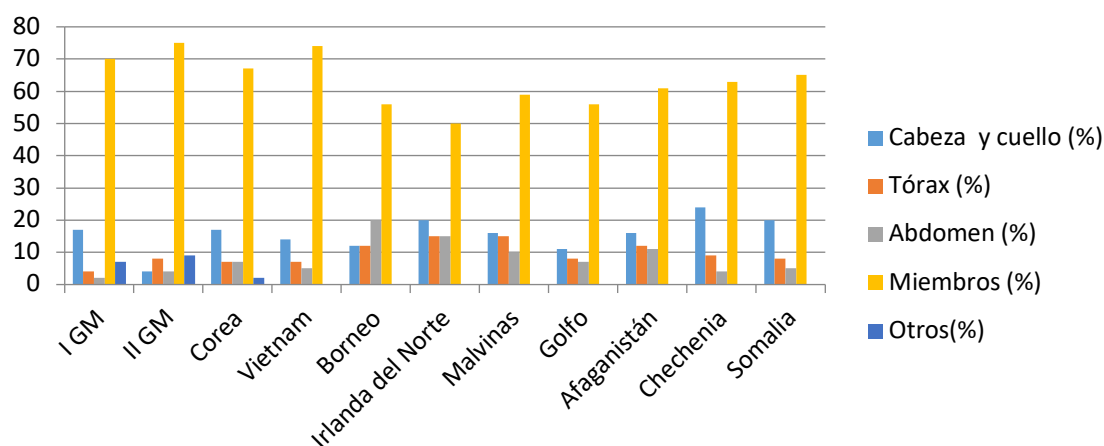


Figura 28. Comparación de áreas corporales afectadas.

Modificado de <sup>33</sup>

### 9.4.3. Mortalidad por armas de fuego o explosivos en cada conflicto.

Los datos históricos acerca de las bajas de combate obtenidos a partir de hospitales o instalaciones sanitarias de campaña suelen subestimar la magnitud del problema ya que suelen incluir solamente la mortalidad de aquellos pacientes que llegan con vida al hospital. La mortalidad precoz y el retraso en la evacuación, distintivos de la baja en combate, unidos al retraso para acceder al tratamiento definitivo crean un sesgo de selección de estos pacientes.

La mortalidad comunicada en los hospitales de campaña en situaciones de combate convencional durante la Segunda Guerra Mundial fue de un 4% y hasta del 2% en la guerra de las Malvinas, con unas cifras de mortalidad total de 5 a 10 veces mayor<sup>33</sup>. La supervivencia de los heridos en combate ha ascendido del 69.7% de la Segunda Guerra Mundial al 88.6% en la guerra de Irak<sup>203</sup>.

Sabemos que entre un 30 y un 50% de las muertes evitables en combate se producían por hemorragias exanguinantes en las extremidades<sup>33,67</sup>. Otras causas de muerte evitable en los estudios de la segunda mitad del siglo XX incluyen las debidas a problemas de la vía aérea<sup>27,32</sup>.

Los dos principales conflictos bélicos de la primera década del siglo XXI han sido la Guerra de Irak y la Guerra de Afganistán. El grupo de Eastridge y colaboradores<sup>67</sup> estudió las causas de mortalidad en combate en los conflictos asimétricos de Irak y Afganistán. De octubre de 2001 a junio de 2011 se revisaron 4596 muertes en combate de militares estadounidenses. El 87.3% de las bajas se produjeron antes de llegar a instalaciones de tratamiento sanitario. De estas, un 75.7% n=3040 se consideraron muertes no evitables y un 24.65% (n=976) se consideraron potencialmente evitables. La causa principal de la muerte en el 90.9% fue la hemorragia, la localización de la misma fue en el tronco en un 67.3%, seguidos por cintura pélvica y escapular (19.2%) y en extremidades (13.5%).

Es decir, la mayoría de las muertes en combate se producen antes de llegar al cirujano. De estas, la mayoría no son evitables, de manera que la prevención de la lesión debería ser el principal objetivo. Para reducir las muertes potencialmente evitables se deberían desarrollar estrategias para mitigar el efecto de la hemorragia (incluida la estabilización de fracturas de pelvis y huesos largos) y optimizar el manejo de la vía aérea o bien reducir el tiempo de evacuación entre el punto donde se produce la lesión en el campo de batalla y la intervención quirúrgica<sup>3,33,67-70</sup>.

Se ha observado un claro descenso de la frecuencia relativa de mortalidad por hemorragia exanguinante en miembros representando solo un 13% de las mismas frente al 50% previo. La aplicación de los protocolos de tratamiento inicial de la baja en combate (*Tactical Combat Casualty Care*) y el uso de torniquetes para heridas de combate en los miembros, son los factores que se han citado como responsables de este cambio de tendencia<sup>68</sup>.

## 9.5. Conflicto asimétrico. Concepto e importancia actual.

Desde el final de la guerra fría, y a pesar de que el fantasma de una guerra de frentes entre dos ejércitos regulares no puede descartarse completamente, el combate moderno se suele describir como asimétrico, de baja intensidad (p.e. Afganistán) o urbano no lineal (p.e. Mogadiscio, Somalia)<sup>32</sup>.

El concepto de guerra asimétrica es antiguo como la historia de la guerra. No podemos remontar hasta el pasaje del antiguo testamento de David contra Goliat. En los años 80 del siglo XX, aparece el concepto de "riesgos de cuarta generación"<sup>204</sup>, no es hasta 1995 cuando aparece la primera mención a la asimetría en un documento oficial norteamericano, considerándose ésta como un mero enfrentamiento entre fuerzas distintas. En 1997 aparece como tal la definición de guerra asimétrica explicada entonces por Paul F. Herman como "un conjunto de prácticas

operacionales que tienen por objeto negar las ventajas y explotar las vulnerabilidades (de la parte más fuerte), antes que buscar enfrentamientos directos”<sup>205</sup>.

Es sabido desde antiguo que la guerra es siempre un choque de voluntades, y que cualquier actor lucha con los medios que tiene a su alcance y emplea las estrategias que más beneficios le pueden aportar<sup>206</sup>.

Así, frente a la supremacía militar del más fuerte, el contendiente más débil puede optar por adaptarse y plantear respuestas que anularan o mitigaran tal superioridad y explotaran las vulnerabilidades políticas, sociales, jurídicas, morales, económicas o militares de esos ejércitos que le resultarían imposibles de batir en el terreno convencional.

Se puede definir conflicto armado asimétrico, como aquel que se produce entre varios contendientes de capacidades militares normalmente distintas y con diferencias básicas en su modelo estratégico<sup>9</sup>. Estas diferencias consisten en que uno de ellos buscará vencer utilizando el recurso militar de forma abierta en un espacio de tiempo y lugar determinados y ateniéndose a las restricciones legales y éticas tradicionales. Su oponente u oponentes trataran de desgastar, debilitar y obtener ventajas actuando de forma no convencional mediante éxitos parciales de gran trascendencia en la opinión pública, agotamiento de su adversario por prolongación del conflicto, recurso a métodos alejados de las leyes y usos de la guerra, empleo de armas de destrucción masiva, atentados terroristas contra la población civil, tomándola como escudo o intentando confundirse con ella. Todo ello con el objetivo principal de influir en la opinión pública y en las decisiones políticas del adversario.

Por el contrario, y por exclusión, el conflicto armado simétrico es aquel que se produce entre fuerzas armadas de naturaleza similar, y en el que se usan los modelos estratégicos militares. Este conflicto se caracteriza normalmente por el enfrentamiento abierto entre fuerzas regulares, una elevada intensidad y ritmo y una situación final que suele ser consecuencia directa del resultado del enfrentamiento militar.

Para comprender la importancia que el término guerra asimétrica ha adquirido en la actualidad hay que hacer un repaso por los tres puntos de inflexión de nuestra historia reciente.

El primer hito estratégico se produjo con la caída del «telón de acero». Se pasó de la disuasión nuclear entre grandes potencias a afrontar problemas tales como «Estados fallidos», movimientos migratorios incontrolados, las crisis humanitarias, las catástrofes ambientales, el terrorismo internacional, la criminalidad transnacional o la proliferación de armamento.

Los ataques del 11 de septiembre de 2001 contra las ciudades de Nueva York y Washington con los epílogos de los ataques en Madrid de 2004 y Londres 2005, constituyen el segundo de los puntos de inflexión. Estos actos mostraron al mundo que las acciones terroristas indiscriminadas eran, sin duda, actos de guerra sin restricciones. En ese contexto se iniciaron las campañas afgana e iraquí. Inicialmente, los resultados de las campañas fueron excelentes. En Afganistán una pequeña fuerza constituida para la misión, con apoyo aéreo permanente, muy bien equipada tecnológicamente y empleando tácticas avanzadas logró entrar triunfante en Kabul en poco más de un mes<sup>207</sup>; en Iraq fue una fuerza conjunta terrestre y anfibia con apoyo aéreo logró una victoria en cuestión de semanas.

Sin embargo, con el paso de las operaciones de invasión a las labores de estabilización, se constató que el reducido volumen de fuerzas sobre el terreno, su imposibilidad para ejercer un control efectivo del territorio, su escasa preparación en tareas de seguridad, estabilización, apoyo militar a la reconstrucción o antiterrorismo, la inexistente inteligencia humana de la que disponían y el férreo control de las operaciones desde estados mayores situados a miles de kilómetros del teatro de operaciones; y la influencia de las decisiones político-estratégicas que se tomaron, posibilitaron que en ambos escenarios estallara una insurgencia que ha permanecido activa hasta hoy en día a pesar de los esfuerzos de la comunidad internacional para acabar con ella<sup>8</sup>.

Las potencias occidentales se adaptaron, tratando de acabar con la violencia insurgente que asolaba Afganistán e Iraq y poder continuar con el proceso de construcción nacional de ambos países.

El último hito de nuestra historia reciente se inicia en septiembre de 2008 con la quiebra del banco de inversiones Lehman Brothers y la subsiguiente crisis económica mundial. Esta crisis ha provocado una importante reducción del presupuesto de defensa en los países occidentales, con un aumento paralelo de las tareas a realizar por los ejércitos. Igualmente se ha puesto de manifiesto las enormes dificultades que tienen las democracias avanzadas para mantener largas campañas militares, como la de los Balcanes, Libia, Irak o Afganistán.

En la actualidad los países occidentales se enfrentan a una nueva manifestación de la guerra asimétrica más compleja, trascendente y potencialmente peligrosa que las anteriores: el conflicto híbrido. El concepto de conflicto híbrido fue originalmente definido en el año 2002 para advertir de las tácticas empleadas por la insurgencia chechena contra el ejército ruso <sup>208</sup>.

El término de conflicto híbrido se hizo famoso tras la guerra de 2006 entre Israel y el Hezbollah. Se trata de una forma de lucha en la “era de la información” en la que uno de los contendientes aprovecha las posibilidades que brinda la globalización y el libre acceso a las tecnologías avanzadas. Existe una plena integración de procedimientos típicamente convencionales, con tácticas propias de la guerra irregular (desde acciones de propaganda, agitación e insurgencia hasta actividades de guerra informativa, guerra legal o ciberguerra), mezcladas con actos terroristas y conexiones con el crimen organizado para la obtención de fondos y la provisión de apoyos. La guerra híbrida entraña también el empleo de tecnologías avanzadas (sistemas no-tripulados, proyectiles guiados o sistemas de posicionamiento global); y como objetivo transversal la explotación de la propaganda y de la información para difundir su mensaje político y debilitar las opiniones públicas de sus oponentes; tiene mayores ambiciones políticas que los grupos insurgentes tradicionales; opera con total indefinición normativa y desprecio absoluto por los usos y costumbres de la guerra. El más claro ejemplo de conflicto híbrido en la actualidad es el mantenido frente al autodenominado Estado Islámico.

### 9.5.1. Atentados terroristas en los últimos años

El uso de explosivos es el método preferido por los grupos terroristas. Esta proporción se ha mantenido constante como podía observarse en la figura 2. La distribución geográfica de las víctimas por terrorismo puede observarse a partir de la figura 1 y de la figura 29

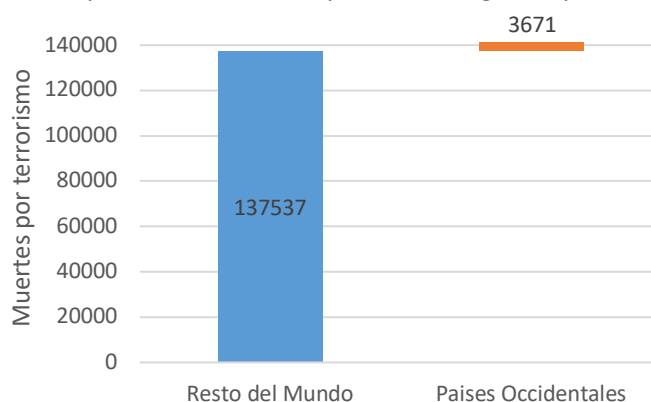


Figura 29 Muertes por terrorismo de 2000 a 2015

*Las muertes por terrorismo en los países Occidentales constituyen el 2,6% de todas las muertes por terrorismo desde el año 2000. La mayoría de estas muertes ocurrieron en los ataques en Estados Unidos del 11 de septiembre de 2001 que provocaron la muerte de 2996 personas. Modificado de <sup>17</sup>*

En 2016, el grupo de Edwards realizó un metaanálisis que incluía 58095 atentados terroristas en los últimos 42 años recogidos en la base de datos global sobre terrorismo (*Global*

*Terrorism Database*) y un total de 41 artículos acerca de 167 ataques terroristas con explosivos. Según sus resultados los atentados terroristas siguen una tendencia al alza con mayor porcentaje de atentados por explosivos, en particular los atentados suicidas están aumentando en frecuencia probablemente por los efectos devastadores y la precisión de este mecanismo.

De los 58.095 atentados recogidos, el 5% correspondían a atentados suicidas. El número de incidentes por año registra un aumento estadísticamente significativo, la tasa de mortalidad en atentados terroristas es significativamente mayor en atentados suicidas. Geográficamente Oriente Medio concentra el 27% de los atentados, siendo Europa la cuarta localización geográfica más frecuente. Las lesiones ortopédicas en extremidades fueron las lesiones más frecuentemente observadas <sup>10</sup>.

## 9.6. Índice de gravedad del paciente traumático.

Los índices de gravedad para el paciente traumático son sistemas para evaluar, clasificar y codificar lesiones. Se trata de clasificaciones numéricas, vinculadas a una o más características del traumatismo o del paciente, en la que existe una relación entre el incremento de la gravedad de los traumatismos y un aumento en la puntuación. Su uso tiene como objetivo reducir los datos complejos de las lesiones a un número que represente el nivel de gravedad del paciente.

Se han propuesto múltiples índices con el objeto de evaluar y comunicar de manera objetiva la gravedad de las lesiones y el pronóstico del paciente que las sufre <sup>209</sup>. Se pueden dividir básicamente en:

- sistemas de clasificación fisiológica: el más empleado de este grupo sería GCS (*Glasgow Coma Scale*) <sup>210</sup> Otras escalas utilizan otros parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica o la frecuencia respiratoria del sujeto, bien en el lugar del accidente, bien camino del hospital o durante su tratamiento en este. Por ejemplo, el *Revised Trauma Score* (RTS) <sup>211</sup>, que combina el GCS, la frecuencia respiratoria y la presión arterial.
- sistemas de clasificación anatómica. Los más empleados son: escala AIS (*Abbreviated Injury Scale* ó Escala Lesional Abreviada), escala ISS (*Injury Severity Score* o Puntuación de Gravedad Lesional) y la escala NISS (*New Injury Severity Score* o Nueva Puntuación de Gravedad Lesional)
- sistemas mixtos. Como el Trauma and Injury Severity Score (TRISS) <sup>212</sup> que combina el RTS con el tipo de mecanismo lesivo (según sea penetrante o no), la edad y el ISS para producir un estimador de la probabilidad de muerte del paciente.

### 9.6.1. AIS

El sistema de puntuación de lesiones AIS (*Abbreviated Injury Scale* ó Escala Lesional Abreviada) es un sistema de puntuación anatómico propuesta en 1971 por la Asociación para el Avance de la Medicina Automovilística <sup>213</sup> en Estados Unidos. Es un sistema descriptivo en el que se otorgan siete dígitos a cada lesión: el primero región corporal, el segundo tipo de estructura anatómica, el tercero y cuarto para la estructura anatómica precisa (en el caso de lesiones externas, la naturaleza específica de esa lesión) el quinto y el sexto dígitos identifican el nivel de afectación en una región específica (3er a 6º dígitos según el sistema de clasificación CIE-9) (*International Classification of Diseases*) <sup>214</sup> y el séptimo dígito, colocado a la derecha del punto decimal, identifica la puntuación de gravedad de 1 (menor gravedad) al 6 (incompatible con la vida)

dependiendo de la amenaza para la vida del paciente que se otorgue a la misma<sup>215,216</sup> que es un valor de riesgo de muerte asignado por consenso por un grupo de expertos.

Inicialmente el AIS no se empleaba para el traumatismo penetrante. En 1985 se realizó una revisión que demostraba que un aumento de sus valores en traumatismos penetrantes se asociaba a un aumento de la mortalidad. El AIS constituye la base en la que se fundamentan los índices ISS y NISS<sup>215</sup>.

Tabla 5. Dígitos de AIS

Adaptado de AIS 2005-2008<sup>217</sup>

1º	2º	3º y 4º	5º y 6º	7º
REGION CORPORAL	TIPO ESTRUCTURA ANATOMICA	ESTRUCTURA ANATOMICA	NIVEL	GRAVEDAD
1= cabeza	1=depende de región corporal	Los valores cambian mucho según región corporal	02=duración pérdida conciencia, 04,06,08=nivel conciencia, 10=concusión	1=menor
2= cara	2=vasos			2=moderada
3= cuello	3=nervios			3=seria
4= tórax	4=órganos (incluye músculos y ligamentos)			4= grave
5=abdomen y contenido pélvico	5= esqueleto (incluye articulaciones)			5= crítica
6=médula espinal	6= Cabeza –pérdida de conciencia		En médula 02=cervical, 04=torácica, 06= lumbar	6=máxima (actualmente no tratable)
7=extremidad superior				
8= extremidad inferior, pelvis y "buttocks"				
9= externa y quemaduras				9= indeterminada
0= otros	0= área completa		En área completa 02= abrasión, 04= contusión, 06=laceración, 07=avulsión, 10=amputación, 20=quemadura, 30="crush", 40="degloving", 50= sin especificar, 60= penetrante, 90= trauma no mecánico	

El séptimo dígito, que clasifica la lesión según su gravedad, es el aspecto que ha justificado el uso continuado de la AIS. La gravedad de una lesión se define aquí como un valor ordinal de 0 (no gravedad) 1 (leve), 2 (moderado), 3 (importante, pero sin riesgo vital), 4 (grave con riesgo vital), 5 (crítica con grave riesgo vital) a 6 (máxima gravedad o intratable).

El valor de gravedad se otorga independientemente de que la víctima haya fallecido o no. Es decir, el hecho de morir no significa que las lesiones tengan un AIS de gravedad de 6. Cada diagnóstico (esto es, cada secuencia de 6 dígitos pre punto que describen la lesión) sólo puede tener un valor de gravedad, y este valor viene establecido por el consenso que se deriva del panel de expertos implicados en revisar la escala AIS periódicamente.

El consenso necesario para asignar la gravedad de la lesión se rige por algunas condiciones: la asignación debe ser independiente de las características personales de la víctima (edad, sexo) y del tratamiento médico recibido post accidente y se ha de asumir que la víctima estaba sana previa al accidente. A este respecto, cabe señalar que numerosos estudios confirman que esta opinión de los expertos correlaciona razonablemente con la mortalidad (es decir, a un número más alto, mayor probabilidad de muerte).

### 9.6.2. ISS

Para solucionar la limitación del AIS en lo referente a la descripción de la gravedad del paciente cuando éste presenta múltiples lesiones, se creó la escala ISS (*Injury Severity Score* ó Puntuación de Gravedad Lesional)<sup>218</sup>. ISS es una escala anatómica que permite obtener una puntuación global para pacientes con lesiones múltiples. La puntuación resulta de la suma de los cuadrados de los 3 AIS más A en 3 regiones corporales diferentes de las 6 definidas (cabeza-cuello, cara, tórax, abdomen-contenido abdominal, extremidades y externa-quemaduras).

El ISS es una escala ordinal que va de 0 (no gravedad) a 75 (cuando al menos uno de los tres AIS es 6 o cuando los tres tienen el valor 5). Por su estructura, el ISS presenta numerosos “vacíos” en el rango entre el 0 y el 75 (es decir, resultados imposibles de obtener: 7, 15, 23, 28, 31, 37, 39-40, 44, 46-47, 49, 52-53, 55-56, 58, 60-65 y 67-74), por lo que ISS no puede considerarse una variable continua<sup>219</sup>.

Probabilidad de supervivencia

$$ISS = (\text{Peor AIS})^2 + (\text{Peor AIS})^2 + (\text{Peor AIS})^2$$

Región 1                  Región 2                  Región 3

Ilustración 19 Cálculo ISS

Modificado de <sup>218</sup>

La escala ISS se correlaciona con la mortalidad, morbilidad y estancia hospitalaria como marcadores de gravedad. Existe una relación lineal entre la supervivencia y los valores del ISS. Por debajo de 10 puntos, la mortalidad es casi nula, y aumenta en una progresión aritmética en función de la elevación de la puntuación ISS. No se ha comunicado la supervivencia de pacientes traumáticos cuya puntuación sea superior a 50 <sup>218</sup>. Se considera trauma grave aquel con una puntuación ISS superior a 15.

Un mismo valor de ISS puede corresponder a distintas lesiones. Además esta escala no ha demostrado utilidad para la clasificación de los pacientes <sup>215,218</sup>.

### Porcentaje de supervivencia. ISS

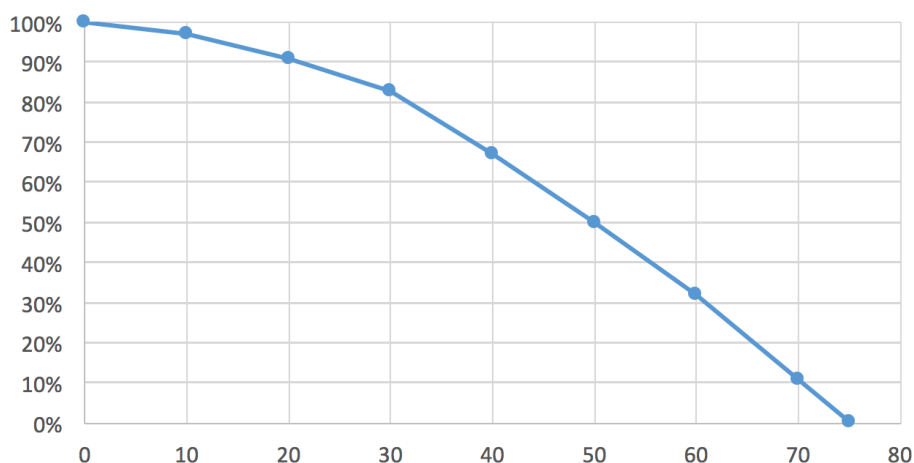


Figura 30. Relación supervivencia y puntuación escala ISS.

Porcentaje de supervivencia (eje vertical) Puntuación en la escala ISS (eje horizontal). Modificado de <sup>220</sup>

### 9.6.3. NISS

Una revisión en 1997 de esta clasificación derivó en la propuesta del *New ISS* (o NISS) para corregir el sesgo que se producía al considerar, en pacientes con lesiones múltiples en un mismo área corporal, solo el valor de la lesión más grave en cada área corporal <sup>61</sup> lo que



subestimaba los problemas por lesiones musculoesqueléticas múltiples. La escala NISS, en lugar de utilizar los 3 AIS más graves de 3 regiones corporales diferentes, emplea los 3 AIS más graves independientemente de la región corporal donde ocurriesen.

La escala NISS ha demostrado una mayor precisión estadística, tiene un mayor valor predictivo positivo y valor predictivo negativo y simplifica su cálculo con respecto al ISS<sup>61</sup>. Las investigaciones que compararon el ISS con el NISS aconsejan la nueva versión de la escala<sup>209</sup>. En la práctica se emplean ambas escalas siendo el ISS la más empleada y considerada como estándar en la literatura científica<sup>36,62</sup>.

Tanto el AIS como sus derivados, el ISS y el NISS utilizan la descripción anatómica de la lesión como fundamento para definir la gravedad de la misma. La única excepción son los códigos para los cuales la presencia y duración de una pérdida de conciencia sirven para cualificar la gravedad asignada a determinados traumatismos craneoencefálicos. Ninguna de estas escalas anatómicas tiene en cuenta la edad del paciente.

Se ha recomendado el desarrollo de definiciones y escalas de valoración específicas para las lesiones en el ámbito militar<sup>63,198</sup>. De hecho, la recomendación para aplicar la escala AIS y sus escalas derivadas ISS y NISS, es excluir las lesiones en combate<sup>63</sup>. En base a una adaptación para el medio militar hecha también por un grupo de expertos del diccionario de lesiones del AIS se han desarrollado dos escalas anatómicas de gravedad.

1. La escala mISS (*military ISS*) desarrollada para mejorar la codificación de lesiones complejas en las regiones I (cabeza y cuello) y V (abdomen contenido abdominal), y cuyo uso se ha validado como predictor de mortalidad en militares desplegados en Irak y Afganistán, demostrando su superioridad en esta población frente al ISS<sup>36</sup>.
2. La escala MCIS (*Military Combat Injury Scale*) desarrollada para considerar las lesiones complejas por IED, demostrando mayor precisión en la evaluación de la gravedad de los pacientes y que además integra una escala militar de incapacidad funcional. Su uso está lejos de estar generalizado en la práctica<sup>63</sup>.

## 9.7. Diagnóstico y Tratamiento inicial.

Los principios para el tratamiento de las lesiones por arma de fuego o por explosivo en general son los mismos que para cualquier patología traumática<sup>221</sup>.

El primer objetivo del tratamiento sería la estabilización del paciente. Para este propósito se han desarrollado diferentes protocolos complementarios e interoperables entre sí, como son: TCCC (*Tactical Combat Casualty Care*), PHTLS (*Pre Hospital Trauma Life Support*), ATLS (*Advanced Trauma Life Support*), y métodos de tratamiento del paciente traumático como: DCR (*Damage Control Resuscitation*) DCS (*Damage Control Surgery*) y DCOS (*Damage Control Orthopaedic Surgery*). El uso de estos protocolos y de estos métodos de tratamiento han demostrado su utilidad según la literatura para el tratamiento del paciente traumático en combate.<sup>6,68,222-224</sup>

Las bajas de combate se producen en un entorno en la que la contaminación grosera de las heridas y los retrasos en la evacuación son frecuentes<sup>22,156,200,225</sup>.

El tratamiento comienza en el campo de batalla guiado por los principios de la resucitación de control de daños, que forma parte de la doctrina sanitaria militar moderna.

Definimos “cirugía mayor” como aquellos procedimientos quirúrgicos más complejos, con más riesgo, frecuentemente realizados bajo anestesia general o axial y asistencia respiratoria, que comportan cierto grado de riesgo para la vida del paciente o de grave discapacidad (cirugías intracavitarias, extensas o profundas en el aparato locomotor, las extremidades y toda la cirugía raquídea. Por exclusión, los procedimientos de “cirugía menor”, son aquellos con baja complejidad, que habitualmente no requieren reanimación postoperatoria, habitualmente con anestesia local o troncular y con un período mínimo de observación postoperatoria.



### 9.7.1. Control de daños.

El “control de daños” es un término naval que se refiere a los procedimientos empleados para mantener a flote un buque que haya recibido un daño penetrante de importancia en el casco. Los procedimientos para estabilizar el barco van desde empaquetar colchones para taponar los boquetes del casco, sofocar los fuegos o aislarlos para impedir su propagación, clausurar esclusas para limitar la inundación dentro del casco y corregir la escora del buque mediante el uso prudente de contra-inundaciones controladas. Estas acciones mantienen el buque a flote y dan tiempo para evaluar otros daños asociados y para establecer un plan para realizar las reparaciones definitivas. La analogía con el tratamiento del paciente herido grave es obvia<sup>226</sup>.

La resucitación de control de daños combina los protocolos de actuación TCCC, PHTLS y ATLS antes mencionados, con una serie de técnicas encaminados a minimizar la pérdida de sangre, maximizar la oxigenación tisular y mejorar el resultado clínico del paciente<sup>227</sup>.

Por otro lado, para el paciente con fracturas múltiples, y al igual que ocurre en la sanidad civil, el concepto de “*Early Total Care*” o *Cirugía Definitiva Temprana* (tratamiento quirúrgico definitivo a la baja en un primer momento) se ha reemplazado por un concepto de *Control de Daño*<sup>228</sup>. En esta, la *Cirugía de Control de Daño Ortopédica*, se realiza una intervención inicial que tiene como objeto estabilizar al paciente, minimizando la agresión adicional provocado por los gestos quirúrgicos, de manera que pueda recibir lo antes posibles los cuidados intensivos y se detenga la cascada de acontecimientos y fenómenos biológicos que, en la fase inicial de los cuidados del paciente politraumatizado, conduce a la triada letal de acidosis, coagulopatía e hipotermia<sup>229,230</sup>.

El tratamiento definitivo se pospone hasta que la situación clínica haya mejorado lo suficiente. Se ha propuesto como plazo ideal el comprendido entre los 5 y 10 días del traumatismo<sup>46</sup>.

El desarrollo del concepto del control de daño se ha producido en base a la experiencia adquirida en hospitales de referencia para el tratamiento del paciente traumático (en general por accidentes de tráfico) siguiendo el modelo de atención empleado en América del Norte. Este modo de tratamiento parece aumentar la supervivencia de los pacientes. Sin embargo, en el ámbito militar faltan trabajos que demuestren sus resultados. A la hora de extrapolar al medio militar su empleo, hay que tener muy en cuenta las limitaciones logísticas de personal y material a las que se enfrenta el cirujano de guerra, que difieren mucho de los medios humanos y materiales disponibles en un centro de referencia. Se ha recomendado que el cirujano desplegado a vanguardia, contemple los siguientes aspectos sobre la cirugía de control de daños a la hora de tratar a uno o más pacientes graves:

1. Resultados esperables del paciente teniendo en cuenta todas sus lesiones y el nivel de cuidados que se le puede asegurar a medio plazo.
2. Personal y material disponible.
3. Situación táctica en el momento de atender a la baja y la prevista para el postoperatorio que podría condicionar los cuidados que se podrían dar al paciente<sup>226</sup>.
4. Continuidad de cuidados. Deben realizarse intervenciones planificando los cuidados postoperatorios disponibles a medio plazo para ese paciente (esto tiene gran importancia para el tratamiento de personal local).

En el caso de las bajas por armas de fuego o explosivos, y especialmente en el ámbito militar, el número de pacientes y la disponibilidad de personal y material juegan un importante papel en el proceso de toma de decisiones<sup>227</sup>. En un escenario de bajas masivas, esto es, aquel en que el número de bajas sobrepasa claramente las capacidades sanitarias disponibles, los pacientes deben clasificarse para centrar los esfuerzos en aquellos con lesiones potencialmente graves, pero con un pronóstico lo suficientemente bueno como para sobrevivir si reciben atención inmediata. Aquellos con menos posibilidades deben recibir un tratamiento posterior<sup>6,225</sup>.

### 9.7.2. Lesiones musculoesqueléticas por explosión.

Las lesiones críticas por explosivos, incluidos los artefactos explosivos improvisados, son muy diferentes de las producidas por armas de fuego. La lesión de los tejidos blandos y hueso, en combinación con la contaminación, origen potencial de infecciones, suele precisar un manejo quirúrgico agresivo<sup>6,142</sup>.

Revisando los tratamientos quirúrgicos a pacientes víctimas de actos terroristas con explosivos, en distintos lugares del mundo durante el último tercio del siglo XX, encontramos que un 85% de las mismas se realizaron por fracturas o por lesiones de partes blandas<sup>20,22,32</sup>. Por otro lado, exceptuando la amputación traumática, la presencia de estas lesiones no tenía una relevancia estadísticamente significativa en la mortalidad<sup>231</sup>.

En diagnóstico y tratamiento inicial de pacientes con lesiones por explosivos debe recordarse que:

1. Durante el reconocimiento secundario y terciario es necesario mantener un elevado grado de sospecha de fractura oculta<sup>159</sup>.
2. La metralla y fragmentos no siempre se desplazan en línea recta,
3. Pequeños orificios de entrada pueden comunicar con lesiones internas extensas,
4. Orificios de entradas en nalgas, muslos o periné pueden asociarse con lesiones intrabdominales,
5. Debe mantenerse un elevado grado de sospecha de síndrome compartimental
6. Un orificio de entrada en axila, ingle o sobre un hematoma de cualquier localización puede asociarse a una lesión vascular grave.<sup>73</sup>

### 9.7.3. Pruebas de imagen

**Radiografía:** La presencia de lesiones óseas graves puede determinar el tipo de tratamiento y en la decisión de intentar salvar un miembro catastrófico<sup>225,232</sup>. Los cuerpos extraños radiopacos dan una idea del tipo de explosivo y la profundidad de la herida y su ausencia debe hacer pensar al cirujano en una herida en sedal por lo deben buscarse puertas de entrada y salida<sup>156</sup>. Los cuerpos extraños no radiopacos como calzado, ropas y plásticos pueden causar daños graves<sup>35</sup>. La presencia de cuerpos extraños intrarticulares indica la presencia de lesión articular abierta<sup>233</sup>.

**Ecografía:** además de la utilidad del ECO FAST (*Focused Abdominal Sonography for Trauma*) en el manejo del traumatismo urgente, la ecografía permite la caracterización de lesiones musculotendinosas con la limitación de ser una técnica cuya rentabilidad diagnóstica es muy dependiente del observador.

**Tomografía Computarizada:** Su utilidad para las lesiones musculoesqueléticas se basa en la mejor caracterización tridimensional de las lesiones y de los trayectos provocados por fragmentos de metralla. Es especialmente útil en la patología del aparato locomotor para la valoración del esqueleto axial y de fracturas articulares.

### 9.7.4. Sistemática de tratamiento de lesiones de aparato locomotor por arma de fuego o explosivos

La sistemática de tratamiento inicial incluye<sup>57</sup>:

- Retirada de restos de ropa y de contaminación grosera
- Lavado preoperatorio con un volumen copioso de agua jabonosa para retirar la contaminación cutánea y para identificar completamente las heridas presentes.

- Documentar fotográficamente el caso, como parte de la futura preparación quirúrgica y como respaldo a decisiones terapéuticas p.e. amputación de un miembro.
- Desbridamiento por planos de forma circunferencial alrededor de la herida y de una manera sistemática. Debe hacerse exéresis del tejido macroscópicamente no viable.
- Evitar el empleo del bisturí eléctrico salvo para la hemostasia de vasos musculares no controlables mediante otra técnica, para minimizar el volumen de tejido muerto que pueda favorecer la infección.
- El uso de un torniquete neumático en la raíz del miembro, si bien permite una mejor visualización del campo, puede dificultar la viabilidad de los tejidos distales, por lo que su uso debería ser juicioso.
- Las fasciotomías deben emplearse para acceder a partes más profundas de la herida cuando esto es necesario, como tratamiento de un síndrome compartimental instaurado, en curso o de manera profiláctica para evitar el síndrome compartimental oculto cuando se precisa una evacuación prolongada bajo sedación del paciente.
- Si bien se debe ser conservador con la cantidad de piel a desbridar, la clave de esta cirugía es la retirada de todos los cuerpos no metálicos y extirpación de todo el tejido celular subcutáneo, fascia y músculo no viable. La vitalidad del músculo se suele valorar mediante su color, consistencia, contractilidad (en el caso del músculo), y su capacidad de sangrar<sup>234</sup>, de todos ellos, el mejor indicador parece ser color<sup>57</sup>.
- En el desbridamiento inicial si puede ser necesaria la reparación arterial<sup>18,57,130,235-237</sup>. Las recomendaciones sobre la reparación de nervios o tendones en la cirugía inicial son contradictorias. Lo más razonable en el medio militar, sería referenciar las estructuras para su tratamiento en una cirugía secundaria<sup>6,72,233,238</sup>.
- El hueso esponjoso expuesto debe ser cureteado y el hueso cortical expuesto contaminado debe ser fresado o cruentado.  
El tejido óseo sin continuidad perióstica con el hueso circundante debe ser extirpado para evitar su secuestro<sup>221,239-244</sup>.<sup>245</sup>
- La irrigación debe realizarse con soluciones salinas. Si no se dispusiese de ella el agua potable templada es una buena alternativa. Las soluciones jabonosas, antisépticas o antibióticas se asocian con un repunte en los recuentos de unidades formadoras de colonias a las 48h<sup>246</sup> por lo que deben evitarse. Las soluciones antisépticas se asocian a citotoxicidad<sup>247,248</sup> y reducen el flujo capilar<sup>57,249</sup>. El empleo de soluciones antibióticas se ha asociado a problemas con el cierre de las heridas sin mostrar una reducción en el número de cultivos positivos<sup>237,250,251</sup>.
- La irrigación debe hacerse con sistemas de baja presión, como una jeringa o por caída libre, y el volumen apropiado en heridas por proyectiles de armas de fuego varía entre 3 y 6 litros<sup>57</sup>.
- El empleo de técnicas de cierre temporal de las heridas mediante aspiración con presión negativa continua (*Vacuum Assisted Closure* V.A.C.® Therapy System, KCI Inc, San Antonio, Texas)<sup>252</sup>, se emplea de forma generalizada desde hace 10 años<sup>238,253</sup>. Se ha publicado que es un método adecuado para el tratamiento de las heridas contaminadas o infectadas y para estimular la formación de tejido de granulación<sup>46,253</sup> aunque para el medio militar cuenta de momento con un nivel de evidencia bajo en la literatura<sup>57</sup>.
- En el medio civil, el empleo de piel sintética puede prevenir la formación de abscesos, preparan el lecho de la herida y evitan la infección antes del trasplante de piel. Su uso no está contemplado en zona de operaciones<sup>254</sup>.
- La cirugía de revisión debe hacerse a las 48h en los casos en que preservase tejido de dudosa viabilidad y debe dilatarse hasta los 5 días, para el cierre definitivo, en heridas con un desbridamiento óptimo y sin signos infecciosos generales ni locales<sup>57,224</sup>.

Se debe administrar profilaxis antitetánica y antibiótica de amplio espectro<sup>31</sup>. Las guías clínicas recomiendan la administración más precoz posible de antibiótico para heridas en miembros, tejidos blandos o músculo<sup>3157</sup>. La administración de antibiótico no sustituye a una cirugía apropiada para la prevención de la infección<sup>255</sup>.

#### 9.7.4.1. Tejidos blandos:

El tema del tratamiento de heridas en miembros que solo afectan tejidos blandos sigue siendo controvertido. La doctrina quirúrgica militar clásica considera que todas las heridas por proyectiles están contaminadas, por lo que deberían tratarse quirúrgicamente mediante desbridamiento y lavado<sup>58</sup>

El tratamiento conservador (no quirúrgico) de pacientes seleccionados que presentes heridas pequeñas por metralla en miembros puede ser efectivo<sup>6,72,256,257</sup>. Este tratamiento no quirúrgico se ha empleado para heridas por metralla de menos de 1cm de diámetro, superficiales y no asociadas a cavidad (aquellas que no permiten ser exploradas por un solo dedo), sin hematoma, sin signos de afectación de estructuras vitales vasos o nervios, ni fracturas.<sup>258</sup>

Los estudios experimentales en animales demuestran que la transferencia de energía a los tejidos blandos la metralla, cuyo peso suele ser de unos pocos cientos de miligramos, es de 25 a 30J y el daño solo se extiende a unos milímetros de la herida<sup>58,257</sup>. Las lesiones por metralla suelen dar lugar a heridas penetrantes de pequeño tamaño, así como contusiones y quemaduras<sup>31,154</sup>.

Sobre la infección, se sabe que el proyectil transporta partículas y microorganismos desde el punto de entrada a lo largo del trayecto. Además, se ha demostrado que existe colonización bacteriana retrógrada desde el orificio de salida.<sup>129</sup>

En un estudio durante la guerra soviética en Afganistán (1979 a 1989), se demostró la viabilidad de este tratamiento sobre 866 heridas que solo afectaban tejidos blandos sin afectar vasos, pleura o peritoneo, con orificio de entrada menor de 2cm sin signos de infección franca y no causados por minas<sup>259</sup>. El tratamiento consistió en lavado, vendaje, profilaxis antitetánica y antibiótica comunicándose solamente dos casos de abscesos superficiales<sup>259</sup>.

Un estudio más reciente en la guerra de Irak muestra como más del 80% de las heridas con baja transferencia de energía como las descritas pueden ser tratadas no quirúrgicamente sin registrarse complicaciones<sup>260</sup>.

La extracción quirúrgica de fragmentos metálicos pequeños y metralla en los tejidos blandos es generalmente innecesaria y debe ponderarse la agresión traumática necesaria para llevarla a cabo frente al beneficio esperable<sup>6,58,233,258</sup>.

La presencia de lesiones neurovasculares asociadas, edema, fracturas inestables o riesgo de síndrome compartimental obliga a la exploración quirúrgica, ya que en un escenario de combate en el que la evacuación debe realizarse lo antes posible, no es posible observar la evolución clínica de un paciente durante el tiempo necesario<sup>58</sup>.

El desbridamiento del tejido necrótico y lavado por irrigación debe ser igual de exhaustivo tanto en el orificio de entrada como en el de salida si existiese, lo antes posible para prevenir la infección<sup>261</sup>. El desbridamiento inapropiado de la herida se considera la causa más frecuente de infección de la herida de combate<sup>262</sup>

En la actualidad se recomienda el manejo quirúrgico mediante limpieza, desbridamiento con extirpación de tejidos desvitalizados para todas las heridas de combate profundas en cuello, torso y miembros<sup>3,71</sup> sin efectuar un cierre primario de las mismas, o en todas aquellas heridas, aunque sean de pequeño tamaño, en las que existe duda sobre la viabilidad de los tejidos o en la que se prevé retraso entre la lesión y el tratamiento definitivo.. Se deben retirar los fragmentos accesibles siempre que la agresión quirúrgica no aumente el trauma local. El cierre primario de la herida no está indicado<sup>71</sup>. A pesar de que en la literatura sobre cirugía de guerra

se insiste en la necesidad de un desbridamiento cuidadoso, es incorrecta la presunción de que es un acto quirúrgico sencillo, por lo que frecuentemente se realiza de manera inadecuada <sup>156</sup>.

#### 9.7.4.2. Quemaduras.

Las quemaduras, solas o asociadas a otros traumatismos, aparecen en un 5-10% de las bajas en combate en la actualidad <sup>263</sup>.

Para su tratamiento además de fluidoterapia y analgesia parenteral es preciso realizar una escarectomía quirúrgica en aquellas quemaduras circunferenciales de grado II y mayores. Además, debe realizarse fasciotomía si se sospecha síndrome compartimental. El lavado debe realizarse con solución desinfectante tibia para evitar la hipotermia. En las quemaduras de tercer grado se realizará necrosectomía en las primeras 72h. En los pacientes politraumatizados cuya situación clínica lo desaconseje por el previsible empeoramiento tras la agresión quirúrgica esta podrá dilatarse hasta 7 días.

#### 9.7.4.3. Lesiones vasculares:

El uso prehospitalario de torniquetes ha aumentado la frecuencia relativa de bajas con lesiones vasculares que llegan vivas a los hospitales de campaña <sup>18,130,223,264</sup>.

La valoración clínica (presencia de signos de isquemia, y ausencia de pulsos, signos de edema y congestión venosa) y si es posible mediante Doppler, debe realizarse para continuar aplicando los principios de la cirugía de control de daños ortopédica: control del sangrado, restauración de la perfusión distal y prevención del síndrome compartimental <sup>18</sup>.

Desde un punto de vista teórico, dependiendo de la experiencia del cirujano en procedimientos vasculares, la gravedad de la lesión, el número de víctimas y la situación logística podría elegirse entre la reconstrucción vascular definitiva o un shunt temporal. Como norma general, de inicio se realiza una reconstrucción vascular temporal con un shunt intravascular de silicona o polivinilo (tipo *Pruit-Inahara*) seguido de estabilización de las fracturas asociadas.

Tras la osteosíntesis definitiva, se puede optar por un injerto vascular autólogo con vena invertida empelando una accesible (en miembros superiores cefálica y en miembros inferiores las safenas) o una prótesis vascular de polietileno tereftalato o Dacron<sup>TM</sup>. <sup>130,235,265</sup>.

Sobre las lesiones venosas existe controversia. Algunos autores han comunicado que fracturas y ligadura venosa podrían ser factores de riesgo independientes para amputación por lo que recomiendan la reconstrucción venosa <sup>266</sup>, aunque otros autores no encuentran más riesgo de complicaciones con la ligadura venosa. La recomendación actual se basa en la situación clínica del paciente, experiencia del cirujano en reparaciones vasculares y condicionantes tácticos y logísticos en el momento de la cirugía <sup>265</sup>.

#### 9.7.4.4. Síndrome compartimental y fasciotomías

El síndrome compartimental es una urgencia para el miembro. El aumento de la presión dentro de un compartimento anatómico provocado por fracturas, hemorragias, aplastamiento, lesión por reperfusión tras un periodo isquémico, quemaduras o iatrogénica por inmovilización con yeso, provoca el descenso o el cese de la perfusión al compartimento o región afecta <sup>31</sup>.

Teniendo en cuenta que la presión de perfusión capilar PPC se define como la diferencia entre la tensión arterial media (TAM) menos las presión intracompartimental PIC (PPC=TAM-PIC) los pacientes politraumatizados con shock por explosión o shock isquémico hemorrágico tienen un mayor riesgo de desarrollar un síndrome compartimental al descender su TAM <sup>267</sup>.

El diagnóstico clásico se basa en la presencia de dolor desproporcionado, parestesias, palidez cutánea, poikilotermia y ausencia de pulso (5 "Ps" en inglés: *Pain, Paresthesia, Pallor, Poikilothermia, Pulselessness*) <sup>268</sup>.

Sin tratamiento, el síndrome compartimental provoca lesiones musculares y neurológicas irreversibles a las 12h. Si el compartimento se descomprime antes de 6h el pronóstico es de recuperación completa <sup>268-271</sup>.

La medición de la presión intracompartimental es una herramienta útil, poco practicable en la atención extrahospitalaria inicial a la baja en el medio militar <sup>271,272</sup>. La evaluación clínica en pacientes consciente es superior en el diagnóstico y seguimiento, su uso quedaría reservado a pacientes inconscientes p.e. traumatismo craneo encefálico.

Las indicaciones de fasciotomía preventiva en el medio militar deben ser amplias <sup>273</sup>. Como indicaciones absolutas de fasciotomía encontramos: lesión vascular o ligadura arterial o venosa de vaso principal, tiempos de traslado prolongados antes de un procedimiento de revascularización, síndrome de aplastamiento y antes de un traslado prolongado o evacuación estratégica de pacientes con fracturas de alta energía o quemaduras de más del 9% de superficie corporal en miembros <sup>18,236,274,275</sup>.

En los conflictos de Iraq y Afganistán se han comunicado las complicaciones clásicas las asociadas a la realización de esta técnica <sup>57</sup>, como son:

- Retraso en la realización tras el diagnóstico <sup>276</sup>.
- Falta de descompresión de alguno de los compartimentos. En el miembro inferior el compartimento que más frecuentemente no se libera es el posterior profundo <sup>275</sup>.
- Liberación de longitud incompleta, lo que hace probable la recidiva.
- Fallo en la planificación de las incisiones que deja sin cobertura hueso (por ejemplo, al realizar demasiado anterior la incisión medial en una pierna) o paquetes vasculonerviosos.
- Fallo en la planificación de las incisiones que complique el planeamiento quirúrgico posterior.
- Ausencia de estabilización previa de las fracturas de ese miembro.

#### 9.7.4.5. Amputaciones

La amputación electiva primaria, a pesar de los avances en cirugía, continúa siendo una intervención común en guerra <sup>277</sup>. La decisión de amputar un miembro es difícil para un cirujano. Entre los factores a considerar ante un paciente con una extremidad catastrófica tras lesión por arma de fuego o explosivo están: la edad (el paciente suele ser joven), situación local de la lesión tras el desbridamiento, el daño neurovascular, el grado de lesión de tendones y tejidos blandos, el periodo de isquemia, la disponibilidad de cuidados tras la primera intervención, la experiencia del cirujano, el trauma psicológico y la negativa de muchos pacientes a que se les lleve a cabo un amputación primaria <sup>31,175,278</sup>.

Las indicaciones absolutas para amputación en el medio militar son:

- Lesión vascular que precisa reparación en un paciente hemodinámicamente inestable <sup>175</sup>, con la amputación como maniobra salvadora de la vida.  
(Se ha sugerido que en el medio militar la presencia de una lesión vascular confirmada y no reparable de inmediato, en un paciente con hipotensión prolongada, es la indicación primaria para la realización de una amputación). <sup>279</sup>
- Extremidad avulsionada (amputación traumática)
- Isquemia de más de 6 horas de evolución con necrosis de tejidos blandos y previsible síndrome tras reperfusión potencialmente letal.

La ausencia de pulso distal no es sinónimo de lesión arterial. En la baja de combate la ausencia de pulso se ha descrito como un falso positivo en la exploración física en pacientes con ISS de más de 15, hematócrito disminuido, pH ácido, déficit de bases, frecuencia cardiaca asociada y politrasfundidos.

Las indicaciones relativas de amputación son:

- Pie catastrófico ipsilateral <sup>280</sup> (la presencia de un pie viable desaconseja la amputación)<sup>281-283</sup>.
- Lesiones óseas y de tejidos blandos no reconstruibles (hoy en día esta determinación no debe hacerse sin consultar el caso con un centro especializado)<sup>29,57,283</sup>.

En la literatura encontramos varias escalas de puntuación diseñadas para guiar la toma de decisiones terapéuticas a la hora de enfrentarse a un miembro catastrófico objetivando la observación clínica. Algunas de ellas son:

- MESS (*Mangled Extremity Severity Score*, Escala de Gravedad de la Extremidad Catastrófica). Es la escala más empleada en la práctica clínica la más referida en la literatura. (Tabla 6)
- LSI (*Limb Salvage Index* o Índice de Salvamento del Miembro),
- PSI (*Predictive Salvage Index* ó Índice Predictivo de Salvamento)
- NISSA (*Nerve injury, Ischemia, Soft-tissue injury, Skeletal injury, Shock and Age of patient Score* ó Escala de lesión nerviosa, isquemia, lesión partes blandas, esqueléticas, Shock y edad del paciente)
- La escala de fracturas de Hannover -98 (*HFS-98 Hannover Fracture Scale*)

No existe ninguna escala desarrollada específicamente para el traumatismo balístico o por explosivo <sup>57</sup>. En la literatura científica hay acuerdo en que ninguna de estas escalas ha podido ser validada ni en medio civil <sup>284</sup>, ni en el medio el militar <sup>175</sup>.

Tabla 6. Escala MESS

(*Mangled Extremity Severity Score, Escala de Gravedad de la Extremidad Catastrófica*). En la escala MESS una puntuación de 7 o mayor aconsejaría realizar la amputación del miembro <sup>285</sup>.

<b>Lesión ósea / partes blandas</b>	
Baja energía (puñalada, fractura simple, herida arma de fuego arma corta)	1
Mediana energía (fractura abierta o múltiples fracturas, luxación)	2
Alta energía (tráfico en vehículo a alta velocidad o herida por arma de fuego arma larga)	3
Muy alta energía (traumatismo de alta velocidad + contaminación grosera)	4
<b>Isquemia del miembro (se dobla la puntuación si es &gt;6h)</b>	
Pulso disminuido o ausente con perfusión normal.	1
Sin pulso, parestesias, disminución del relleno capilar	2
Miembro frío, paresia, anestesia.	3
<b>Shock</b>	
Tensión arterial sistólica siempre >90mmHg	1
Hipotensión transitoria	2
Hipotensión persistente	3
<b>Edad</b>	
< 30	1
30-50	2
>50	3

No se ha podido demostrar que la escala MESS, a pesar de ser la más empleada, pueda aplicarse para la toma de decisiones sobre un paciente individual. Además sabemos que dos pacientes con una misma puntuación en la escala MESS pueden tener resultados clínicos diferentes<sup>175</sup>.

Estudiando la aplicabilidad de la escala MESS al medio militar se ha comprobado que no es una escala predictiva de amputación primaria en un entorno de combate <sup>175</sup>. Existen varios artículos que coinciden en que esta escala no se puede extrapolar al ámbito militar <sup>6,31,76,175,278</sup>,



aunque si puede contribuir a la evaluación global del paciente <sup>130,266</sup>. Esto es común para otras escalas de valoración del miembro catastrófico. Ninguno de estos índices o escalas puede tampoco predecir los resultados funcionales en un miembro catastrófico <sup>46</sup>.

Estas escalas han sido evaluadas individualmente en distintos trabajos y de forma conjunta por la línea de investigación del grupo de estudio LEAP (*Lower Extremity Assessment Project*). En su trabajo original este grupo realizó un estudio prospectivo de 556 casos de lesiones de alta energía en accidentes de tráfico en el medio civil, excluyendo aquellos miembros que precisaron amputación inmediata. Los resultados de este estudio muestran que las escalas evaluadas tienen una alta especificidad pero unas sensibilidades mucho menores que las comunicadas por sus desarrolladores <sup>286</sup>. Esencialmente, el trabajo de este grupo ha dejado obsoletas las escalas mencionadas anteriormente, por lo que se trata de un tema abierto a la investigación en la comunidad científica.

En la práctica, la decisión de realizar una amputación electiva debe tomarse de manera colegiada si es posible<sup>76</sup>. En el medio militar es difícil encontrar la presencia conjunta de dos cirujanos ortopédicos, pero si suele contarse con médicos de otras especialidades<sup>283</sup>, o puede emplearse el recurso de la telemedicina síncrona<sup>287</sup>. Tras el lavado inicial se realiza una evaluación cuidadosa, se documenta fotográficamente el caso y debería disponerse de un diagnóstico radiológico. La indicación debe estar guiada por el principio de “primero la vida, después el miembro después la función”. La disfunción neurológica periférica no debe formar parte de los criterios a valorar, ya que se sabe que existe al menos un 50% de recuperaciones <sup>29,31,237,261</sup>.

La técnica quirúrgica de la cirugía inicial debe tratar de preservar el máximo tejido viable <sup>29,35,57,76,178,233,261,288</sup>. El nivel de la osteotomía debe ser lo más distal posible, evitando los focos de fractura salvo que ese sea el nivel marcado por los tejidos blandos; se deben evitar las amputaciones en guillotina; los colgajos definitivos no deben ser diseñados en la primera intervención; no se realizará ningún cierre primario; no se realizará ninguna técnica encaminada a evitar la retracción de la piel y la amputación transarticular a nivel de la rodilla es aceptable si el nivel es el adecuado.

Se debe efectuar un concienzudo desbridamiento y limpieza con exéresis de todos los tejidos desvitalizados y/o contaminados teniendo en cuenta que en la lesiones por explosión, los fragmentos, metralla y suciedad suelen ser impulsados más allá de lo apreciado inicialmente <sup>180,289</sup>.

Se debe repetir el lavado y desbridamiento a las 24 o 48h si había signos de contaminación grosera o si hay signos clínicos de infección. La amputación debe completarse a los 6 o 7 días, y realizarse en las mejores condiciones posibles <sup>18,142,156,283,290,291</sup>.

#### 9.7.4.6. Fracturas

Hay que diferenciar entre las fracturas cerradas y las fracturas abiertas.

Se define como fractura abierta aquella en la solución de continuidad en la piel y los tejidos blandos permite la comunicación entre el foco de fractura y el exterior. <sup>292</sup>.

Las fracturas cerradas serían aquellas provocadas por explosivos mecanismos primarios, secundarios o terciarios exceptuando el traumatismo balístico por metralla. Estas fracturas se tratan como las fracturas cerradas en el ámbito civil.

Una fractura por proyectil de arma de fuego o por el traumatismo balístico de un fragmento de metralla es una fractura abierta (o “expuesta” como se denomina en la literatura anglosajona) de la alta energía por definición, y debe tratarse como como parte de una herida compleja <sup>35,103,243,245,293</sup>. El calor generado durante el disparo o la explosión no hace estéril a la bala o el fragmento de metralla <sup>292</sup>.

Los objetivos del tratamiento de estas fracturas son:

- Retirar todo el material extraño, tejido desvitalizado y fragmentos de hueso.
- Lograr la cobertura cutánea.



- Lograr la consolidación ósea
- Recuperar la función

En la cirugía inicial se debe seguir la sistemática de las heridas por arma de fuego<sup>57</sup> o por explosivos con énfasis en conservar toda la cantidad de periostio posible<sup>221,245,293</sup>.

Existen varios estudios *in vitro* para comprobar el comportamiento del hueso tras el traumatismo balístico<sup>126,132,239,243,294</sup>, la clasificación clínica más extendida<sup>74,128,295</sup>, para orientar el tratamiento de estas fracturas es la propuesta por Gustilo y Anderson<sup>104,296</sup>.

Recientemente, en 2010, el grupo de estudio de fracturas abiertas de la Asociación Ortopédica Y Traumatológica de Estados Unidos ha publicado una propuesta de nueva clasificación<sup>297</sup> basada en cinco aspectos (lesión cutánea, lesión muscular, lesión vascular, contaminación y pérdida ósea). Los estudios de validación de esta nueva clasificación están en marcha, aunque sigue siendo la clasificación de Gustilo la más empleada en la práctica clínica.

El tratamiento mediante inmovilización con férula, de yeso u otro material, en un entorno de combate, se emplea en fracturas cerradas, provocadas por traumatismo de baja energía, estables o para fracturas inestables que no pueden estabilizarse mediante fijador externo en un entorno austero. Para minimizar las posibilidades de aparición de un síndrome compartimental debería evitarse el uso de yesos cerrados<sup>272</sup>.

El tratamiento de fracturas mediante yesos tiene, como desventajas, la deficitaria estabilización de algunas fracturas y la dificultad de acceso a la herida, lo que es especialmente importante en el caso de lesiones múltiples<sup>126</sup>.

Las fracturas de acetábulo y fémur se manejan, como tratamiento inicial, mediante tracción, sea esta cutánea, transesquelética o asociada a una férula de tracción tipo Sager™ (empleada para traslados en medio prehospitalario) o la clásica férula de Thomas.<sup>298-300</sup> La férula de Thomas fue diseñada a finales del siglo XIX para tratar deformidades del miembro inferior,<sup>301</sup> tras las guerras mundiales su uso se puso en entredicho por las posibles complicaciones en el ámbito civil<sup>100,302</sup>. Otros estudios centrados en el ámbito militar defienden su empleo enérgicamente<sup>300</sup>. En la práctica clínica actual su empleo es habitual para fracturas femorales tanto en el medio civil como el militar<sup>229,231,298</sup>.

Para el caso concreto de las fracturas abiertas de fémur por proyectiles o por metralla, el desbridamiento quirúrgico de la herida unido a tracción (figura 31) se ha demostrado útil desde la Primera Guerra Mundial<sup>76,301,303</sup>. Este método clásico se ha empleado en la época actual para el tratamiento de este tipo de fracturas en Irak y Afganistán en Hospitales militares Británicos y Hospitales del Comité Internacional de Cruz Roja<sup>231,239,300</sup> y es el método recomendado tras la cirugía inicial para el tratamiento de las heridas de guerra en civiles con fractura femoral<sup>245</sup>.

Para fracturas de extremo proximal de humero y luxaciones glenohomerales se emplean inmovilizadores de hombro (*sling*, cabestrillo, vendajes de *Velpeau* o *Gilchrist*), colocándose al paciente en condiciones para su evacuación estratégica, hasta recibir el tratamiento definitivo, que según el tipo de lesión puede ser conservador o quirúrgico. Para las fracturas simples del territorio distal se puede emplear también inmovilizaciones con férula.

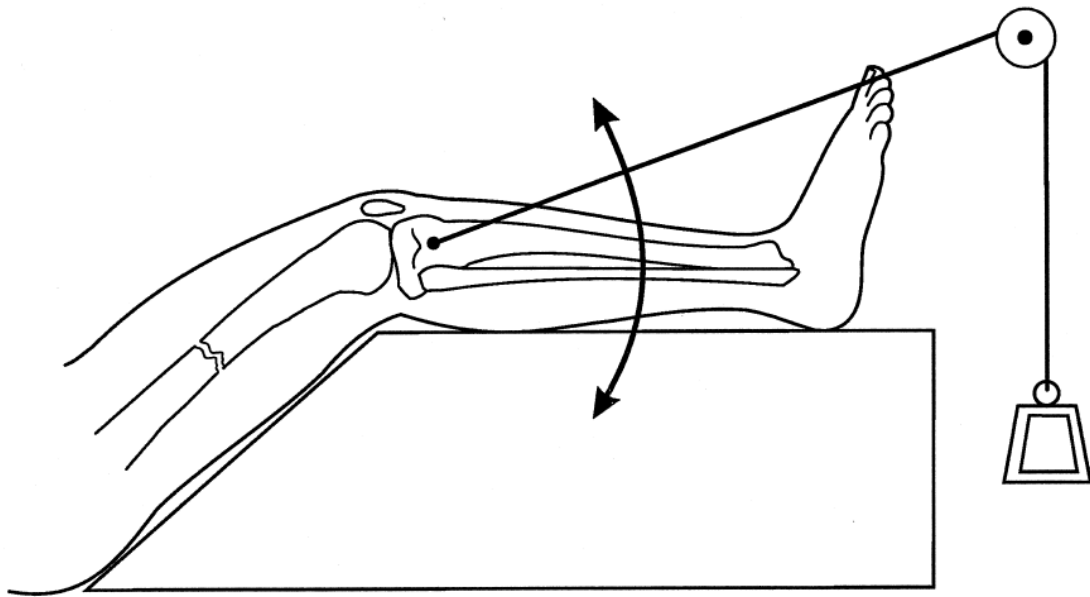


Figura 31. Tracción para fracturas femorales.

Principio en el que se basa el empleo de férula de Thomas. Modificado de <sup>245</sup>

#### 9.7.4.7. Fijadores externos: de la Segunda Guerra Mundial a la cirugía ortopédica de control de daños.

Conceptualmente un fijador externo es un dispositivo externo, barra o marco, unido a un mínimo de dos puntos de fijación proximal y distal a la fractura (105,106,304).

La fijación externa de fracturas en combate fue propuesta durante la segunda Guerra Mundial por Bradford, sus complicaciones en el periodo de postguerra, recogidas en el trabajo de Cleveland, aconsejaron su abandono<sup>142</sup>.

En la década de los 60 del siglo pasado, el ámbito civil sobre todo y también en el ámbito militar, la reducción y fijación interna precoz de fracturas de huesos largos y en pacientes con otras lesiones concomitantes se asociaba a tasas de mortalidad de hasta el 50% <sup>228</sup> atribuidos a fallos respiratorios asociados al síndrome de embolia grasa y protocolos de ventilación subóptimos. Se emplearon tracciones e inmovilizaciones con férulas y yesos en pacientes con fracturas múltiples de huesos largos. En los años 80 los estudios de Bone y cols. demostraron que una fijación quirúrgica precoz tenía menos complicaciones respiratorias y era preferible al tratamiento mediante tracciones o inmovilizaciones y fijación interna tardía <sup>304</sup>.

El estudio demostró que la estabilización precoz de las fracturas de huesos largos se asociaba a una mejoría de las condiciones fisiológicas del paciente. Para conjugar esta necesidad de estabilización precoz de las fracturas con la desventaja de tiempos quirúrgicos prolongados, pérdidas sanguíneas elevadas y el estrés generado por la agresión quirúrgica, se desarrolló el concepto de cirugía ortopédica de control de daños <sup>229</sup>, que comprende la estabilización precoz de fracturas de huesos largos mediante fijación externa, minimizando el sangrado y disminuyendo la morbilidad de la cirugía inicial, hasta que la situación general del paciente mejora para poder llevar a cabo una cirugía ortopédica definitiva <sup>305</sup>.



*Ilustración 20. Paciente con fracturas múltiples tratado mediante estabilización temporal con fijación externa.*

*Fotografía del autor.*

Como se ha visto en el ámbito civil, en situaciones de aislamiento o poco acceso a hospitales de referencia para la atención al paciente traumático (del concepto americano *Trauma Center*), la cirugía ortopédica de control de daño aporta un método de tratamiento adecuado para el paciente politraumatizado<sup>306</sup>.

Los estudios de las Fuerzas de Defensa israelí en las guerras de 1973 y 1982 sobre el empleo de fijadores externos como tratamiento definitivo o inicial de fracturas en combate aconsejaban su utilización<sup>305</sup>. Desde entonces, el empleo de fijadores externos se ha ido retomando paulatinamente hasta quedar establecido como el método de fijación preferido por los cirujanos ortopédicos estadounidenses en combate tras el estudio realizado a raíz del conflicto de Somalia el primer año del presente siglo<sup>307</sup>.

Existe literatura que apoya en empleo de fijadores externos sobre bajas de combate como primera etapa en una terapia secuencial para el tratamiento de las fracturas de pelvis y huesos largos<sup>272</sup> de acuerdo a los principios de la cirugía de control de daños ortopédica<sup>35,228,308-310</sup> adaptándolo a las lesiones del paciente. En pacientes con lesiones vasculares asociadas, la estabilización de las fracturas en miembros es inexcusable

Las indicaciones actuales de fijación externa para la estabilización de fracturas en una baja de combate son (31,303,309):

1. Fracturas inestables o con conminación grave o pérdida de masa ósea que no pueden estabilizarse adecuadamente con férulas
2. Lesión grave de partes blandas, para la que se prevé necesidad de tratamientos microquirúrgicos o colgajos de cobertura
3. Fracturas que asocien lesión vascular que deba ser reparada<sup>18,130</sup>.
4. Pacientes con lesiones múltiples o pacientes inestables
5. Pacientes en los que el tratamiento definitivo se deba postponer para optimizar la relación riesgo/beneficio.
6. Paciente que precise evacuación, para reducir el dolor y la morbilidad asociada a otras inmovilizaciones en un entorno de combate.

Los fijadores externos pueden emplearse en entornos hostiles y de recursos limitados, incluso sin control radiológico, con el objetivo de obtener una estabilización temporal, facilitar el traslado y mejorando el control de la lesiones de partes blandas<sup>305</sup>.

Para su uso es necesario dominar la técnica quirúrgica ya que pueden aparecer complicaciones derivadas de una incorrecta colocación de los pines o por su movilización<sup>221</sup>. Esto, unido al principio previamente mencionado de que el tratamiento a pacientes del país en conflicto debe adaptarse a las capacidades sanitarias disponibles para asegurar los cuidados evolutivos del proceso<sup>142</sup>, hace que la fijación externa como método temporal no sea el tratamiento de elección para todas las fracturas de guerra ni para todos los pacientes locales civiles o militares<sup>221,245</sup>.

En el tratamiento de las fracturas por arma de fuego y explosivos, con gran destrucción tisular, la fijación externa se ha propuesto como tratamiento definitivo en algunas ocasiones.

En el trabajo de Keeling<sup>240</sup> se describe como en base a la experiencia del hospital naval de Bethesda, (Maryland, Estados Unidos) en el tratamiento de numerosas fracturas abiertas en bajas de combate con un mecanismo “de fuera a dentro” con importante contaminación y destrucción de tejidos blandos, así como graves problemas infecciosos, procedentes de la guerra de Iraq y el inicio de la guerra en Afganistán durante los años 2006 y 2007, se optó por seguir un protocolo que evitase la fijación interna en las fracturas abiertas de tibia tipo III de la clasificación de Gustilo<sup>104,296</sup>. Tras un primer desbridamiento y lavado quirúrgico con fasciotomías y fijación externa de la fractura se continuaba el tratamiento antibiótico y un protocolo de desbridamiento y lavado quirúrgico cada 48h durante su evacuación estratégica, hasta conseguir un lecho viable para aceptar una cobertura quirúrgica definitiva.

El empleo como tratamiento definitivo de fijadores externos circulares o híbridos para este tipo concreto de fracturas abiertas mostraba tendencias positivas en cuanto a las complicaciones infecciosas y en cuanto a las tasas de consolidación ósea<sup>240</sup>. Procedimientos y resultados similares han sido comunicados desde el hospital militar de Bogotá (Colombia), centro con una amplia experiencia en este tipo de lesiones<sup>19</sup>.

Para el resto de fracturas en las que se emplee fijación externa como tratamiento temporal, los mejores resultados se han comunicado con protocolos de tratamiento en etapas. Tras el empleo de un fijador externo durante un periodo que va de cuatro días a cuatro semanas, se realiza una reducción cerrada y enclavado endomedular o una reducción abierta y fijación interna<sup>305,307,311,312</sup>.

A pesar de que aún existe controversia en la literatura sobre su empleo en la cirugía inicial<sup>76,245</sup>, el uso del fijador externo para el tratamiento de las fracturas abiertas o asociadas a otras lesiones, en las bajas de combate, es el estándar en la práctica. Algunos estudios comunican altas tasas de complicaciones cuando la fijación externa ha sido empleada sobre bajas de combate<sup>313,314</sup>, en pacientes que por otro lado presentan importantes lesiones de partes blandas y gran contaminación, por lo que estas complicaciones eran esperables<sup>76</sup>.

En el contexto de un herido por arma de fuego, explosivo o politraumatizado en el medio militar, la reducción y fijación externa sería el tratamiento de elección de fracturas de huesos largos (húmero, radio, fémur y tibia, luxaciones y fracturas luxaciones de codo, muñeca y carpo, rodilla y tobillo) y las fracturas inestables de pelvis. En las fracturas de extremidades, cuyo tratamiento definitivo no sea conservador, tras la estabilización del paciente y su evacuación, se suele indicar un tratamiento mediante fijación interna, excepción hecha de los casos comentados anteriormente en los que se emplean fijadores externos como tratamiento definitivo<sup>3,203,223,230,270,308,315</sup>.

#### 9.7.4.8. Fractura abierta de pelvis.

Dentro de las heridas ortopédicas en combate, las fracturas abiertas de pelvis combinadas con destrucción importante de tejidos blandos y/o amputación traumática femoral son las lesiones agudas más graves que cualquier traumatólogo puede tener que afrontar <sup>7657</sup>.

En pacientes con amputaciones traumáticas a nivel de la cintura pelviana o por encima de la rodilla, la fractura abierta de pelvis se presume, tratándose al paciente como tal mediante el fajado o el empleo de un cinturón pélvico en primera instancia. En un estudio de 2011 sobre bajas de combate británicas en Afganistán se encontró una incidencia del 10% de fracturas abiertas de pelvis en amputados de una miembro inferior sobre la rodilla y un 40% si la amputación sobre la rodilla era bilateral <sup>278</sup>. La cirugía inicial debe ir encaminada al control de la hemorragia, la estabilización de las lesiones y la orientación de las lesiones ortopédicas, digestivas y de aparato urogenital asociadas, de manera tal que el tiempo de cirugía no sea prolongado. Las guías clínicas, revisadas a la luz de la experiencia en el tratamiento de los pacientes con lesiones pélvicas y perineales por IED dejan claro que se trata de un conjunto de lesiones complejo <sup>160,294,316,317</sup>.

#### 9.7.4.9. Lesiones en el pie

También se ha propuesto el desbridamiento conservador para evitar la excesiva pérdida de función posterior <sup>156,243,315</sup>. La extirpación de los fragmentos óseos desvascularizados debe realizarse intentando mantener la arquitectura del pie <sup>281</sup>. La estabilización con fijadores externos o con férulas mantiene esa estructura hasta conseguir la cobertura con injertos o colgajos si lo precisa. La osteosíntesis de mínimos con agujas de Kirschner se emplea para mantener la arquitectura ósea, así como para servir de espaciadores en casos de pérdidas óseas <sup>6,281,312,315</sup>.

En la serie de Has y cols. <sup>312</sup>, sobre 270 pacientes con fracturas abiertas inestables de pie y mano por explosivos tratados en un hospital croata, durante la guerra en la antigua Yugoslavia, se describen buenos resultados empleando la osteosíntesis con agujas de Kirschner y la inmovilización con yeso como tratamiento definitivo, con solo un 5% de pseudoartrosis y un 6% de infecciones.

#### 9.7.4.10. Lesiones en la mano

Se suele emplear un método de tratamiento de estas lesiones en dos fases <sup>318</sup>. En una primera cirugía se realiza un desbridamiento relativamente conservador, que incluye una mínima escisión de piel, fasciotomía si estuviese indicada, extirpación de fragmentos óseos desvascularizados, referenciación de los tendones dañados para su posterior reparación, drenaje de hematomas y las reparaciones arteriales que sean precisas. En un segundo tiempo de tres a cinco días después, se realiza un nuevo desbridamiento, las reparaciones tendinosas definitivas, se estabilizan las fracturas con agujas de Kirschner y se aporta la cobertura cutánea precisa <sup>261,319</sup>.

#### 9.7.4.11. Heridas intrarticulares

Las lesiones penetrantes intrarticulares pueden diagnosticarse clínicamente en base a la localización de la herida, a la aspiración de un hemartros o mediante un test de artrocentesis inversa (tras inyección de un líquido en la articulación afecta, se comprueba su salida por la herida). <sup>6</sup>

La asociación de lesión intrarticular y lesión vascular se ha relacionado con una alta prevalencia de complicaciones infecciosas, por lo que se ha recomendado que todo el trayecto del fragmento de metralla o del proyectil, incluido hueso, debe considerarse como contaminado y desbridarse cuidadosamente <sup>225</sup>.

En las articulaciones mayores debe realizarse artrotomía, con lavado abundante del interior, desbridamiento de tejidos no viables y cierre primario de la membrana sinovial<sup>245</sup> si es posible, sin realizar el cierre primario del resto de tejidos blandos y piel que se realizará en una cirugía posterior mediante un cierre primario diferido si es posible<sup>74,231,233,245</sup>.

Para la rodilla, las incisiones recomendadas son medial o lateral preferiblemente, a la anterior parapatelar media estándar para un mejor acceso<sup>320</sup>.

Otros motivos para la realización de artrotomía y limpieza articular son la esperable erosión condral por parte del proyectil y la potencial toxicidad por plomo (el plomo se hace soluble en el interior de líquidos orgánicos como el sinovial, lo que explica el aumento de la concentración de plomo en sangre tras quedar retenido un proyectil de arma de fuego dentro de una articulación sinovial).<sup>321</sup>

#### 9.7.4.12. Lesión de la columna vertebral y lesiones medulares

En el manejo prehospitalario del paciente con sospecha de lesión cervical, se ha propuesto que, confirmado el mecanismo penetrante como único agente lesivo, no sería preciso emplear collarín rígido para facilitar el manejo del paciente<sup>135</sup>. Sin embargo otros autores avisan del manejo subóptimo del paciente en el entorno de combate, debido a los condicionantes tácticos y a la frecuente falta de información sobre el mecanismo lesivo, por lo que el paciente debería ser manejado como lesionado de columna con inmovilización cervical y transporte sobre tablero espinal<sup>137,322</sup>.

El uso de glucocorticoides en dosis elevadas (protocolos de megadosis) tras una traumatismo raquídeo penetrante no está recomendado, ya que no existen pruebas de que mejoren el resultado neurológico del paciente y varios estudios afirman que lo empeora<sup>137,323,324</sup>

Mientras que no existen pruebas en la literatura que apoyen el beneficio de la cirugía urgente en pacientes con una lesión neurológica establecida por arma de fuego o explosivos, si existe una amplia experiencia en los beneficios que esa aporta a pacientes con síndromes medulares incompletos con clínica progresiva.<sup>137</sup>

Se ha extrapolado el algoritmo de decisión terapéutica del que se emplea en pacientes precipitados o víctimas de accidentes de tráfico<sup>325-327</sup>. Sin embargo, existen grandes diferencias sobre el mecanismo lesivo, la energía que se transfiere a la víctima más afectada, etc.

En la actualidad las únicas indicaciones de tratamiento quirúrgico inmediato para las lesiones espinales en combate son<sup>136,137</sup>:

1. presencia de fístula masiva de líquido cefalorraquídeo a piel, a través de heridas provocadas por la entrada o salida del proyectil o fragmento de metralla
2. Síndrome medular incompleto progresivo.
3. Fractura luxación de columna cervical, para su tratamiento mediante tracción (Halo chaleco o Gardner Well)

En la literatura ha sido un tema controvertido<sup>328</sup>. Existen pocos cirujanos de columna con experiencia en el tratamiento de lesiones raquídeas en combate por arma de fuego o por explosión.<sup>171,329</sup>

En el teatro de operaciones, el resto de indicaciones quirúrgicas, como son: la presencia de otras fracturas inestables, fistulas de líquido cefalorraquídeo de bajo flujo o sin clínica neurológica, infecciones, radiculopatías por compresión y la presencia de cuerpos extraños en el canal raquídeo, el espacio discal o intraarticular (toxicidad por plomo), serían indicaciones de evacuación estratégica urgente para su tratamiento quirúrgico en un escalón superior<sup>135,137</sup>.





10. Despliegue de la Sanidad Militar española en Afganistán durante el periodo de estudio y capacidades del Hospital Militar Español.





El Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas aprobó por unanimidad, el 20 de Diciembre de 2001, la resolución 1386, en la que se autorizaba el establecimiento de la Fuerza Internacional de Ayuda para la Seguridad (de sus siglas en Inglés ISAF) en apoyo del gobierno provisional de Afganistán emanado de los Acuerdos de Bonn, en el mantenimiento de las seguridad en Kabul y alrededores, situación amparada en el capítulo VII de la Carta de Naciones Unidas<sup>330</sup>.

Se establecieron las Reglas de Enfrentamiento y de firmaron los Memorandos de Entendimiento con todos los países que aportaron contingentes. En 2003 la Resolución 1510 de Naciones Unidas otorga a la OTAN el mando de ISAF y sucesivas resoluciones prorrogaron el mandato y la expansión de la misión por todo el país.

La misión, en la que participaron tropas de 44 naciones, 26 de ellas OTAN, era asistir al gobierno de Afganistán en el establecimiento de un entorno seguro, asegurar la extensión de la influencia y autoridad del gobierno afgano por todo el país y facilitar la reconstrucción de la nación<sup>331</sup>.

El Consejo de Ministros, por acuerdo de 27 de diciembre de 2001, autorizó la participación de unidades militares españolas en la misión ISAF<sup>332</sup>. Esa participación alcanzó un máximo de 1550 militares españoles desplegados en Zona de Operaciones en abril de 2010<sup>333</sup>.

En 2012 las tropas españolas encuadradas en el Mando regional oeste (RC-West) desempeñaban cometidos relacionados con la seguridad y la formación de fuerzas afganas, además de contribuir con personal en los cuarteles generales multinacionales y desarrollar las tareas propias del sostenimiento logístico. Este contingente se distribuía principalmente en las provincias de Badghis (localidades de Qala i Naw, Ludina y Muqur) Herat (Camp Arena, base multinacional del aeropuerto de Herat) y Kabul.

España lideró el equipo de reconstrucción provincial de la provincia de Baghdis en Qala i Naw y desde el 18 de mayo de 2005 asumió el mando de la base de apoyo avanzado (FSB) en la base de Camp Arena. En esta base logística avanzada se encontraba el Hospital Militar Español Role 2 E.

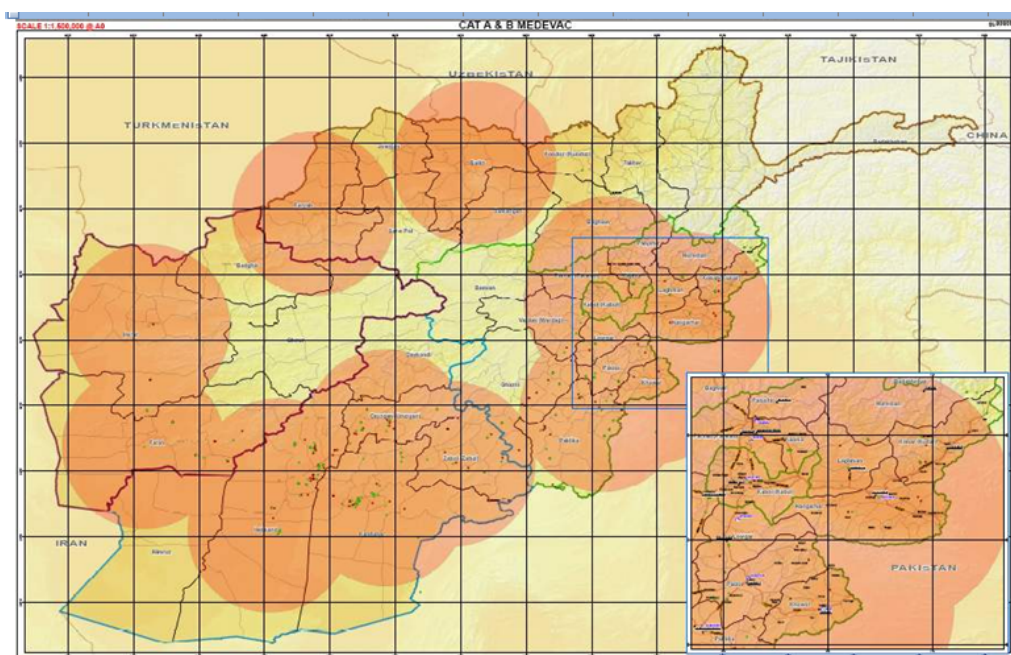


Figura 32. Cobertura Medevac ISAF con áreas isocronas de 2 horas desde la activación hasta la vuelta y llegada del paciente a un quirófano, tomada, con autorización del autor, de<sup>334</sup>

Según la doctrina sanitaria española y OTAN, la sanidad en operaciones se articula en torno a Formaciones Sanitarias (*Medical Treatment Facilities*). De acuerdo a las capacidades de los mismos, es posible establecer escalones sanitarios (Roles) desde unidades de alta movilidad y flexibilidad con capacidades sanitarias básicas hasta formaciones estáticas y con gran carga logística de muy altas capacidades.

Las capacidades de las distintas Formaciones Sanitarias de Tratamiento según la doctrina sanitaria española<sup>80,335</sup> equivalen a los cuatro papeles o Roles que cada Formación Sanitaria de Tratamiento (*Medical Treatment Facility*) pueden desempeñar según la doctrina aliada<sup>45</sup>.

Tabla 7. Equivalencia capacidades sanitarias doctrina Ejército de Tierra español – doctrina OTAN

ESCALONES SANITARIOS	FORMACIONES SANITARIAS	CAPACIDADES SANITARIAS OTAN
1ER ESCALÓN	Puesto de Socorro	Role 1
2º ESCALÓN	Puesto de Clasificación	Role 1 Role 2 Ligth Manouver (M)
2º ESCALÓN REFORZADO	Escalón Médico Avanzado Equipo Quirúrgico Avanzado	Role 1 Role 2 LM Role 2 Enhanced (E)
3ER ESCALÓN	Hospital de Campaña	Role 3
4º ESCALÓN	Hospital Red Defensa (en Territorio Nacional)	Role 4

Tabla 8. Capacidades de las Formaciones Sanitarias de Tratamiento

*La denominación Role 2E corresponde con la actual Role 2B*

Roles OTAN	Capacidades principales
Role 1	Atención Sanitaria Primaria Primeros auxilios especializados. Clasificación de pacientes o Triage Resucitación Estabilización Cuidados dentales básicos Pruebas elementales de laboratorio Gestión inicial del estrés de combate
Role 2 A	Especialista en medicina intensiva con medios apropiados Cirugía de Control de Daños y Cirugía Ortopédica de control de daños Cuidados postoperatorios Laboratorio de campaña Diagnóstico por imagen básico Recepción, regulación y evacuación de bajas Capacidad de ingreso limitada Otras capacidades adicionales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanidad medioambiental</li> <li>• Medicina preventiva</li> <li>• Gestión operacional del estrés de combate</li> <li>• Telemedicina</li> <li>• Coordinación evacuación de bajas</li> </ul>

	Atención sanitaria secundaria
	Cirugía primaria. Cirugía general y Cirugía Ortopédica
	Cuidados intensivos
	Hospitalización reglada
	Laboratorio con banco de sangre
	Diagnóstico por imagen
Role 2 B	Descontaminación de bajas NBQ
	Otras capacidades adicionales:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanidad medioambiental</li> <li>• Medicina preventiva</li> <li>• Gestión operacional del estrés de combate</li> <li>• Telemedicina</li> <li>• Coordinación evacuación de bajas</li> </ul>
	Otras especialidades quirúrgicas: Neurocirugía, Oftalmología, Cirugía maxilofacial, Ginecología, Cirugía Vasular
	Unidad de quemados
Role 3	Pruebas complementarias avanzadas: TC, pruebas de laboratorio, etc.
	Especialidades médicas: Medicina interna, neurología, infecciosas.
	Abastecimiento y mantenimiento de recursos clase VII (recursos sanitarios)
Role 4	Todo el espectro de la asistencia médica (procedimientos médicos y quirúrgicos definitivos, cirugía reconstructiva, servicios centrales y rehabilitación). Hospital Central de la Defensa.

Para el despliegue de los equipos de sanidad militar (médicos, enfermeros, farmacéuticos, odontólogos, veterinarios, psicólogos, técnicos, auxiliares, y personal de apoyo administrativo y logístico) desplegados en un ambiente hostil, alejado de territorio nacional, como es el caso de Afganistán, deben analizarse los factores táctico (etiología, uso de medidas de protección pasiva, medios sanitarios desplegados), asistencial (posibilidad de bajas masivas, técnicas de control de daños) y logístico (transporte, mantenimiento, sostenibilidad, etc)<sup>333,336</sup>.

El despliegue sanitario en Afganistán al final de la recogida de datos de este trabajo, que precedía al inicio de las operaciones de repliegue desde ese país, se distribuía como se aprecia en la figura 33 y en la tabla 9.

El Hospital militar español ROLE2E (*Enhanced*) contaba con una sala de clasificación con 4 puestos de asistencia al paciente traumático; dos salas de hospitalización con capacidad para 16 pacientes (ampliable); una unidad de cuidados intensivos con cuatro camas; dos quirófanos en contenedores con presión de aire negativa (con fluoroscopio y, desde abril de 2011, con capacidad de telemedicina para asistencia quirúrgica); una sala de esterilización; una sala de radiología convencional. Desde agosto de 2009, el hospital contó con un escáner totalmente operativo<sup>338</sup>; laboratorio y banco de sangre, que dispuso de plasma fresco congelado desde abril de 2009 y plaquetas criopreservadas desde julio de 2010. Además contaba con un gabinete de odontología; farmacia depósito y control de calidad de aguas; un gabinete de psicología; servicio de veterinaria para bromatología y control de vectores; una planta de producción de oxígeno y telemedicina (sala dedicada de telemedicina y sistemas móviles para conectar desde el resto del hospital, incluidos los quirófanos).

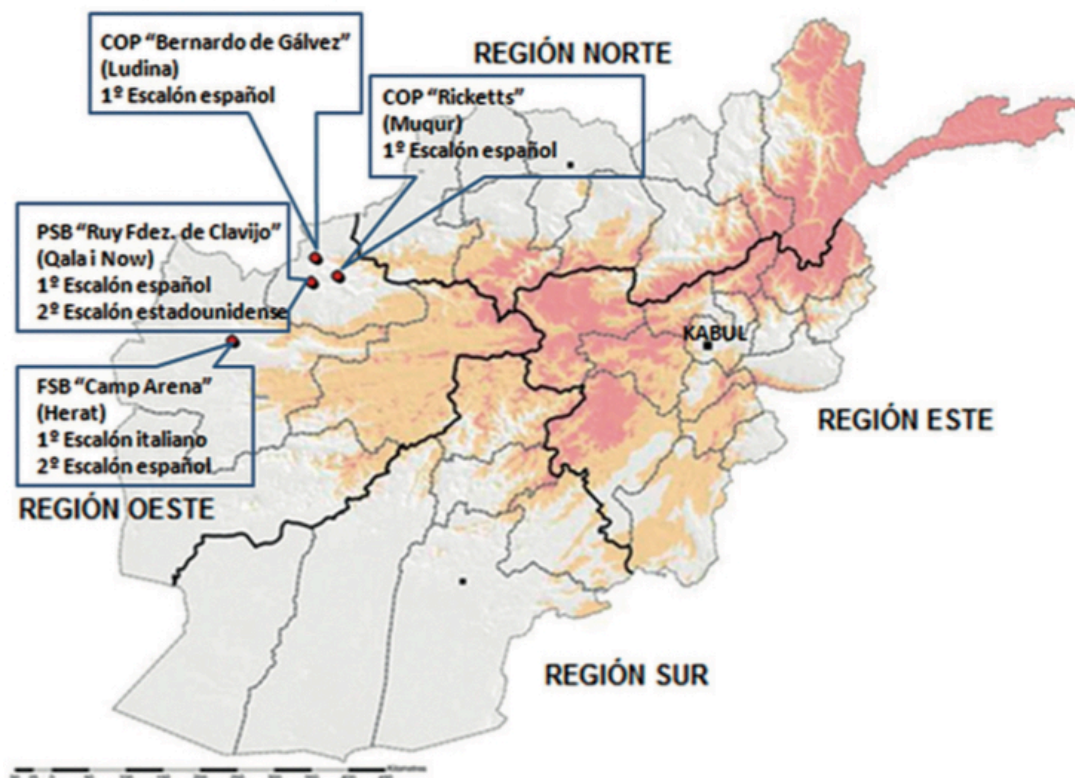


Figura 33. Escalonamiento sanitario aliado en las bases con presencia española en las provincias de Badghis y Herat, 2012.

COP: Puesto avanzado de combate. PSB Base de apoyo provincial. FSB: base de apoyo avanzado. Tomado de <sup>337</sup>

Tabla 9. Localización, escalonamiento y efectivos de sanidad militar española desplegados en las provincias de Badghis y Herat en la región oeste de Afganistán en noviembre de 2012.

Tomado, con permiso de los autores, de <sup>337</sup>

Localización	Escalonamiento y efectivos
PSB «Ruy González de Clavijo» Qala i Now (Badghis)	1.º Escalón sanitario español (función Role 1): Teniente Coronel médico (1) –jefe–, oficial veterinario (1), oficial farmacéutico (1), oficial psicólogo (1), oficial enfermero (1), suboficial (1), conductor/sanitario de tropa (5). Células de estabilización: x7 Oficial médico (1), oficial enfermero (1), conductor/sanitario de tropa (1). 2.º Escalón sanitario estadounidense (función Role 2LM=FST)*: Oficial médico cirujano general (1), oficial médico traumatólogo (1), oficial médico anestesiólogo (1), oficial enfermera (1), sanitario técnico de quirófano (2), sanitario técnico de urgencia (2), oficial de logística (1), suboficial paramédico (1) Equipo de aeroevacuación estadounidense: X3 Paramédico (1)
COP «Ricketts» Muqur (Badghis)	1.º Escalón sanitario español (función Role 1): Oficial enfermero (1), conductor/sanitario de tropa (1).
COP «Bernardo de Gálvez» Ludina (Badghis)	1.º Escalón sanitario español (función Role 1): Oficial enfermero (1), conductor/sanitario de tropa (1).
FSB «Camp Arena» Herat	1.º Escalón sanitario italiano (función Role 1): Oficial médico (1) –jefe–, oficial médico (1), oficial médico reservista voluntario (1), oficial veterinario (2), oficial farmacéutico (1), oficial psicólogo (1), suboficial enfermero (2), suboficial enfermero reservista voluntario (2). 2.º Escalón sanitario español (función Role 2E): Teniente Coronel médico (1) –jefe–, oficial médico –triaje– (1), oficial médico –UCI– (1), oficial médico/farmacéutico –laboratorio– (1), oficial veterinario (1), oficial farmacéutico (1), oficial psicólogo (1), oficial odontólogo (1), oficial enfermero (5), suboficial (2), tropa (7). Apoyo estadounidense al 2 Escalón sanitario español: Oficial médico especialista en laboratorio (1), oficial médico radiólogo (1), oficial médico internista (1), oficial médico anestesiólogo (1), oficial médico cirujano (1), oficial médico traumatológico (1), oficial farmacéutico (1), enfermero (5), enfermero de quirófano (2), sanitario técnico en farmacia (1), sanitario técnico en radiología (1), paramédicos (3), conductor (1), sanitario técnico logístico (1), sanitario técnico en comunicaciones (1), sanitario técnico instrumentista (1). Apoyo búlgaro al 2.º Escalón sanitario español: Oficial médico anestesiólogo (2), oficial médico cirujano (4), enfermera de quirófano (4). Equipo de aeroevacuación médica español: 2 tripulaciones formadas por Oficial médico (1), oficial enfermero (1), sanitario (1) Equipo de aeroevacuación italiano: Oficial médico (1), suboficial enfermero (2)





*Ilustración 21. Sala de triage, uno de los cuatro puestos de atención.*



*Ilustración 22. Sala / Contenedor TC*



*Ilustración 23. Intervención quirúrgica, fractura abierta de cubito y radio.*



*Ilustración 24. Una de las camas de la Unidad de Cuidados Intensivos  
Fotografías (ilustraciones 21-24) del autor.*

El mando del personal destinado en el hospital correspondía a un Teniente Coronel Médico, oficial que en ocasiones desarrollaba también la función de Asesor Sanitario (*Medical Advisor*) del General de Brigada de ISAF al mando de la Región Oeste de Afganistán (con una extensión superior a la cuarta parte de la península ibérica). El personal destinado en el hospital o con íntima relación funcional con el mismo estaba formado por:

- de 8 a 12 Oficiales médicos (anestesiólogo, cirujano general, cirujano ortopédico, (estos facultativos podían estar duplicados), intensivista, médico de triaje, analista clínico y dos médicos de vuelo integrados funcionalmente en los equipos SAR (*Search And Rescue*; Búsqueda y Rescate) de HELISAF para misiones de aeroevacuación médica.
- 10 Oficiales enfermeros a cargo de UCI, instrumentistas de quirófano, esterilización y Triage, (y dos oficiales Enfermeros en los equipos SAR y de Aeroevacuación de HELISAF).
- 1 o 2 oficiales farmacéuticos (uno a cargo del Servicio de Farmacia y en su caso otro como especialista en Análisis Clínicos),
- 1 Oficial odontólogo,
- 1 Oficial veterinario,
- 1 Oficial psicólogo,
- 3 Suboficiales de Ejército del Aire, encargados de administración mantenimiento, coordinación de seguridad, interprete y asistencia al mando.
- 12 militares profesionales de tropa del Ejército de Aire con funciones auxiliares asistenciales, conductores y administrativos a los que hay que añadir
- 2 sanitarios de la UMAAD (Unidad Médica de Apoyo Al Despliegue) o UMAER (Unidad Médica de AERoevacuación) en los equipos HELISAF como tercer tripulante sanitario<sup>333,336,337</sup>.



*Ilustración 25. Intervenciones quirúrgicas. Vista de ambos quirófanos desde uno de ellos.*

*Fotografía del autor.*





A large, stylized yellow star with five points, positioned on the left side of the page. The star is semi-transparent, allowing the text to be visible through it.

## 11. Hipótesis



“Los pacientes con lesiones en aparato locomotor y estructuras asociadas por explosivos presentan unos índices de gravedad mayores que los pacientes con lesiones en aparato locomotor y estructuras asociadas por arma de fuego”.





## 12. Objetivos



## 12.1. Objetivo principal

Determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de puntuaciones mayores de 15, en los índices de gravedad ISS y NISS aplicados a los pacientes con lesiones en aparato locomotor y estructuras asociadas por explosivo comparados con los pacientes por arma de fuego, en la muestra de los pacientes atendidos en el Hospital Militar Español de Herat, Afganistán, durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2006 y el 1 de enero de 2013.

## 12.2. Objetivos secundarios

1. Detallar los aspectos generales de la muestra estudiada en cuanto a filiación de los pacientes, edad, sexo, etiología, gravedad, topografía y grupos de lesiones que presentaban, medidas diagnóstico-terapéuticas empleadas y mortalidad.
2. Determinar los índices de gravedad de los pacientes (AIS, ISS y NISS) según el agente lesivo y según perteneciese a un grupo que emplease o no medidas de protección pasiva.
3. Establecer las diferencias en el índice de gravedad al aplicar ISS frente a NISS
4. Determinar la asociación entre topografía de las lesiones y número de áreas corporales afectadas con el agente lesivo (arma de fuego o explosivo) y con el empleo de medidas de protección pasiva.
5. Cuantificar la necesidad de medidas diagnóstico-terapéuticas y su asociación según el agente lesivo y según el empleo o no de medidas de protección pasiva con especial atención a la necesidad de intervención quirúrgica e ingreso en UCI.
6. Pormenorizar las lesiones más frecuentes por grupos de patología: heridas, esguinces y contusiones, fracturas, amputaciones y luxaciones y determinar si existen diferencias en las lesiones más prevalentes según sean causadas por armas de fuego o explosivos, intentando definir un patrón de lesiones ortopédicas por explosivo y asociar la frecuencia de cada tipo de lesión según los pacientes empleasen o no medidas de protección pasiva.
7. Determinar el porcentaje de las amputaciones traumáticas, según el agente lesivo y según el empleo de medidas de protección pasiva, así como la asociación entre la presencia de esta lesión y la gravedad del paciente.
8. En los pacientes con fracturas abiertas por explosivos, valorar si existen diferencias en los índices de gravedad ISS y NISS comparados con el resto de pacientes de la muestra; y determinar la influencia del empleo de medidas de protección pasiva en la frecuencia de estas lesiones en nuestra muestra.







## 13. Material y métodos



### 13.1. Tipo de estudio

Estudio observacional descriptivo longitudinal retrospectivo.

### 13.2. Autorizaciones

La consulta de las historias clínicas, con el fin de realizar este estudio, fue autorizada por la autoridad encargada de la custodia de las mismas, General de Brigada Médico Director de Sanidad del Ejército del Aire (anexo 4).

La autorización para la consulta en de historias clínicas en zona de operaciones, fue concedida por el Teniente Coronel Médico Jefe del hospital militar de Herat, Afganistán, durante el periodo de abril de 2008 a noviembre de 2008 (anexo 3).

### 13.3. Población o muestra del estudio

Población diana: Todo personal civil y militar, ubicado en la región oeste de Afganistán.

Población accesible: Todo personal civil y militar, que haya recibido lesiones en el aparato locomotor o sus estructuras asociadas por arma de fuego o artefacto explosivo en la región oeste de Afganistán.

Muestra: todo el personal civil o militar que haya recibido lesiones en el aparato locomotor o sus estructuras asociadas por armas de fuego o explosivos y haya sido atendido en el hospital militar español de Herat, región oeste de Afganistán, durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2006 y el 1 de enero de 2013.

Muestreo: se seleccionó todo el universo de la población a estudio.

#### Diseño del proyecto:

Criterios de inclusión: Se han incluido todos aquellos pacientes que han sufrido lesiones por armas de fuego o explosivos en órganos o tejidos del aparato locomotor o sus estructuras asociadas.

Criterios de exclusión: pacientes que no hayan ingresado con vida en el hospital. Edad menor de 15 años.

### 13.4. Tamaño muestral

n=627 pacientes (1506 lesiones)

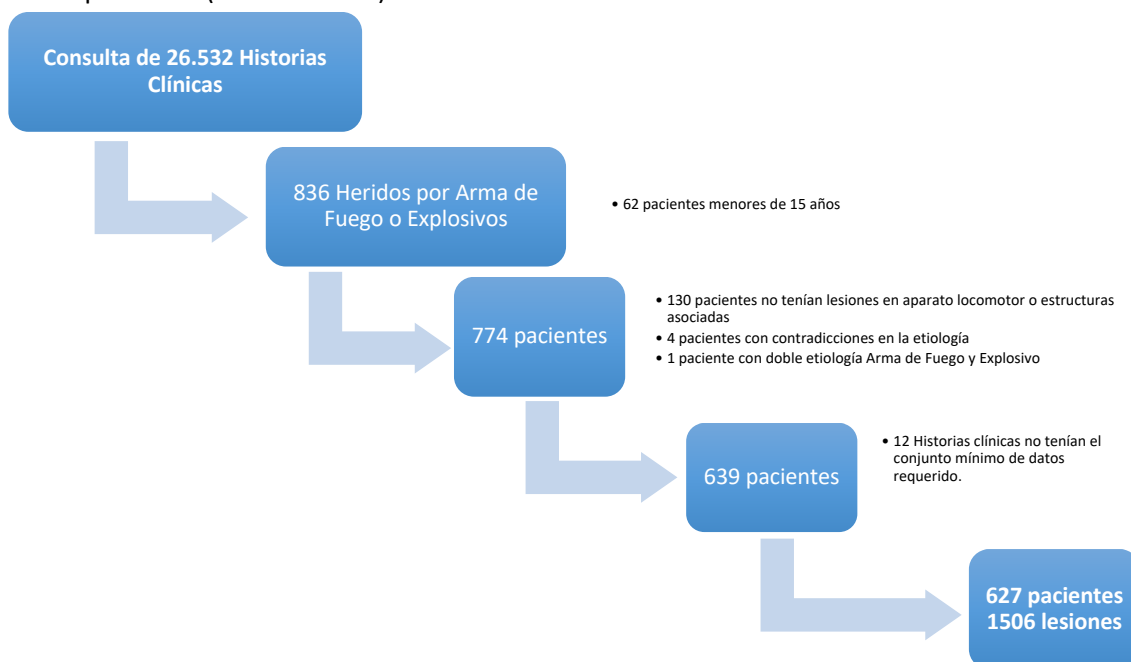


Figura 34. Reclutamiento de pacientes

## 13.5. Consideraciones éticas

Este estudio cuenta con la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica de Investigación de la Inspección General de Sanidad de la Defensa. (anexo 5).

### 13.5.1. Protección de personas y animales

Para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

### 13.5.2. Confidencialidad de los datos

Se ha evitado la recogida de información de personas físicas identificadas o identificables, ciñéndose el autor exclusivamente a los datos clínicos y epidemiológicos necesarios para la línea de investigación propuesta de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, y a su Reglamento de desarrollo, aprobado por el Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre.

### 13.5.3. Derecho a la privacidad y consentimiento informado

En la investigación y en la publicación escrita no se ha recogido, ni se incluyen, datos que permitan la identificación de pacientes.

## 13.6. Recolección de datos

Mediante ficha de recogida de datos en la que se registraron datos de filiación y datos clínicos de las lesiones.

- Para el estudio descriptivo de las lesiones se codificó cada lesión según la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE-9 (códigos 800-959) agrupados en base a los grupos de la matriz de Barell<sup>1</sup> adaptada para patología del aparato locomotor y estructuras asociadas (anexo 2) y en un listado descriptivo de 40 patologías (anexo 1).
- Los datos sobre procedimientos diagnósticos y terapéuticos se reflejaron en la hoja de recogida de datos a partir de la historia clínica del paciente.
- Para el cálculo de los índices de gravedad del paciente ISS y NISS se asignó el séptimo dígito de la codificación de la escala AIS a cada lesión descrita en la historia clínica del paciente.

## 13.7. Variables

Independientes: agente lesivo: (dicotómica: arma de fuego, explosivo), área anatómica afectada: (politómica: cabeza/cara, cuello, tórax, abdomen y región lumbar, miembros superiores, miembros inferiores), empleo de medios de protección pasiva, casco, chaleco de protección, blindaje en vehículo: (dicotómica: sí, no), lesión aparato locomotor o estructuras asociadas (politómica: total 40 agrupadas en heridas superficiales, heridas incisocontusas con afectación de partes blandas, contusiones/esguinces, fracturas, amputaciones, luxaciones).

Dependientes: necesidad de radiodiagnóstico / analítica / cirugía menor / cirugía mayor / ingreso en UCI / Evacuación a escalón superior / exitus (variables dicotómicas sí, no), gravedad de cada lesión según escala AIS (ordinal: de 0 a 6), gravedad del paciente según escala ISS y NISS (ordinal discontinua, de 1 a 75 excluidos: 7, 15, 23, 28, 31, 37, 39-40, 44, 46-47, 49, 52-53, 55-56, 58, 60-65 y 67-74)

---

<sup>1</sup> La matriz lesional de Barell es una clasificación bidimensional según región corporal (36 localizaciones agrupadas en cabeza y cuello, raquis, torso, extremidades e inclasificable por localización) y naturaleza de la lesión (fractura, luxación, esguince, herida, amputación, etc) según los códigos de la codificación internacional de enfermedades CIE 9. Se emplea como herramienta para el estudio epidemiológico y clínico de datos diagnósticos en patología traumática<sup>378</sup>.

Sociodemográficas y de control: Sexo, edad, militar aliado / militar o policía local / civil, zona geográfica de procedencia, método de evacuación

## 13.8. Análisis de datos

Revisión de 26.532 historias clínicas, seleccionándose 627 historias clínicas (figura 35)

Atendiendo al empleo de medidas de protección pasiva (MPP): casco, chaleco antifrAGMENTOS y vehículos blindados; se ha distinguido a los pacientes de nuestra muestra en dos grupos, uno de ellos formado por los civiles, militares y policías afganos que no empleaban en el periodo de estudio estas medidas de protección pasiva y otro formado por los militares miembros de la coalición internacional (ISAF) que si las empleaban.

Los índices de gravedad ISS y NISS se dividieron en leves (puntuación 1-14) y graves (puntuación mayor de 15)<sup>61,62,218</sup>. Nótese que el valor “15” es uno de los que no pueden obtenerse debido a la fórmula para el cálculo de ISS y NISS, lo que hace que se tome habitualmente como punto de corte.

## 13.9. Pruebas estadísticas

Estadística descriptiva: como índices de tendencia central y de dispersión de variables cuantitativas se emplearon la media aritmética, mediana y desviación estándar. Para variables categóricas se emplearon frecuencias absolutas y relativas en tantos por ciento (%).

Estadística inferencial: asociación entre dos variables categóricas: test de  $\chi^2$  de Pearson o prueba exacta de Fischer. Se estimó el riesgo mediante la razón de prevalencia (RP), y la precisión con el intervalo de confianza del 95%.

En todos los casos para el grado de significación estadística se empleó el criterio de  $p < 0,05$ .

## 13.10. Aplicaciones informáticas


Aplicación estadística: se ha empleado el paquete SPSS versión 15.

Maquetación y documentación generada:

Aplicación informática: *Microsoft Word* versión 15.31. *Microsoft Excel* versión 15.32.

Aplicación bibliográfica: *Mendeley Desktop* versión 1.13.3 con complemento para Microsoft Word.





## 14. Resultados





## 14.1. Resultados generales

Del total de 627 pacientes, 308 (49%) eran afganos de las fuerzas de seguridad: policía nacional afgana (ANP) y ejército nacional afgano (ANA), 135 pacientes (22%) eran civiles afganos y 184 pacientes (29%) eran militares de la coalición internacional (ISAF).

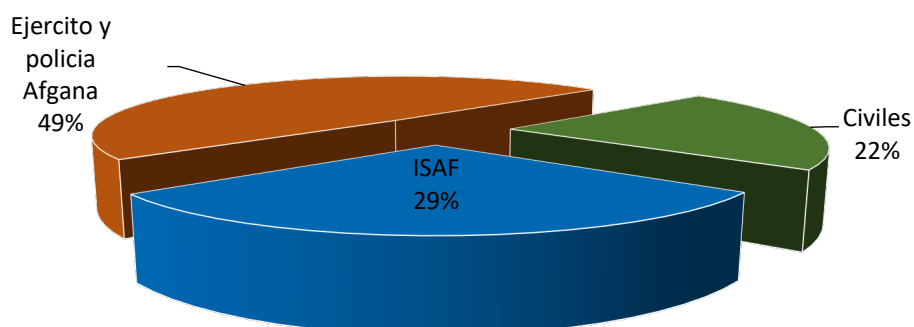


Figura 35. Filiación de los pacientes atendidos

La edad de los pacientes se recoge en la figura 36, 381 pacientes (60,7 %) tenían edades comprendidas entre los 20 y los 30 años y 548 pacientes (87,4 %) tenían edades comprendidas entre los 15 y los 34 años

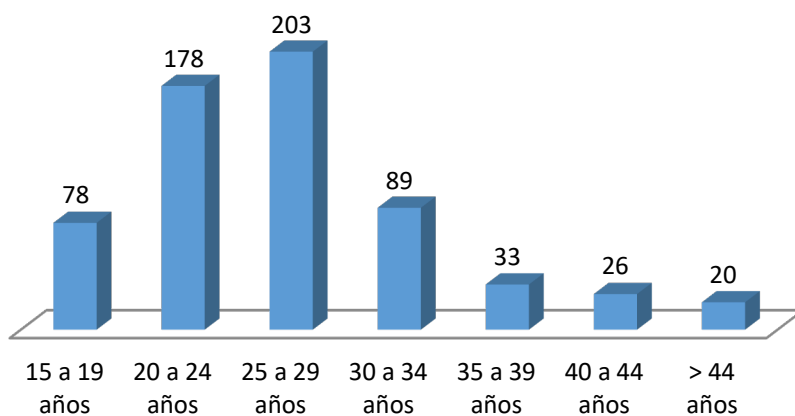


Figura 36. Pacientes distribuidos por edad

El 96% de los pacientes atendidos fueron hombres. (figura 37)

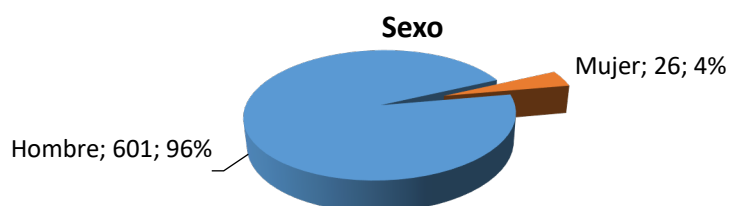


Figura 37. Distribución de pacientes por sexo, número de pacientes y porcentaje.

Tabla 10. Sexo del paciente según agente etiológico, explosivo o arma de fuego.

		Sexo			
		Mujer	Varón	Total	
AGENTE	Explosivo	Nº Pacientes	23	384	407
		%	5,7%	94,3%	100,0%
	Arma de fuego	Nº Pacientes	3	217	220
		%	1,4%	98,6%	100,0%
Total		Nº Pacientes	26	601	627
		%	4,1%	95,9%	100,0%

Las mujeres presentaron 4,1 veces más lesiones por explosivos que por arma de fuego IC (1,2 – 13,6)  $p < 0,05$ .

El agente etiológico fue en un 65% de los casos el explosivo, frente a un 35% de los casos que presentaban heridas por arma de fuego (figura 38). Un único paciente que presentaba heridas por arma de fuego y por explosivo simultáneamente, y fue excluido del estudio (figura 34).

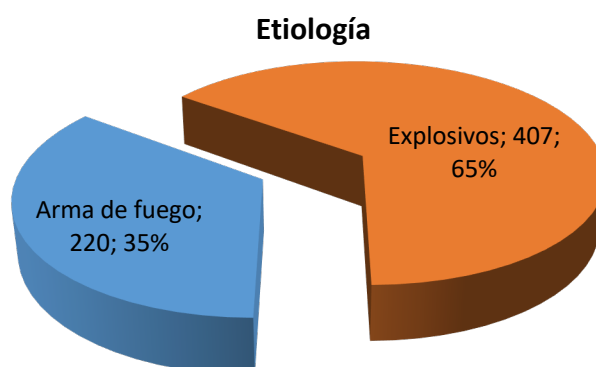


Figura 38. Etiología

Los pacientes afganos (ANA, ANP y civiles) presentaron 3,5 veces más lesiones por arma de fuego (44,5%) que los pacientes ISAF (12,5%), IC (2.4-5.2)  $p < 0.0001$ . (tablas 11 y 12 y figura 39)

Tabla 11. Lesiones por arma de fuego en el grupo ANP, ANA y Civiles y en el grupo ISAF

		Arma de fuego		Total
		Sí	No	Sí
ANP, ANA y Civiles	Recuento	197	246	443
	%	44,5%	55,5%	100,0%
ISAF	Recuento	23	161	184
	%	12,5%	87,5%	100,0%
Total	Recuento	220	407	627
	%	35,1%	64,9%	100,0%

Tabla 12. Lesiones por explosivo en el grupo ANP, ANA y civiles, y en el grupo ISAF

		Explosivo		Total
		Sí	No	Sí
ANP, ANA y Civiles	Recuento	241	202	443
	%	54,4%	45,6%	100,0%
ISAF	Recuento	161	23	184
	%	87,5%	12,5%	100,0%
Total	Recuento	402	225	627
	%	64,1%	35,9%	100,0%

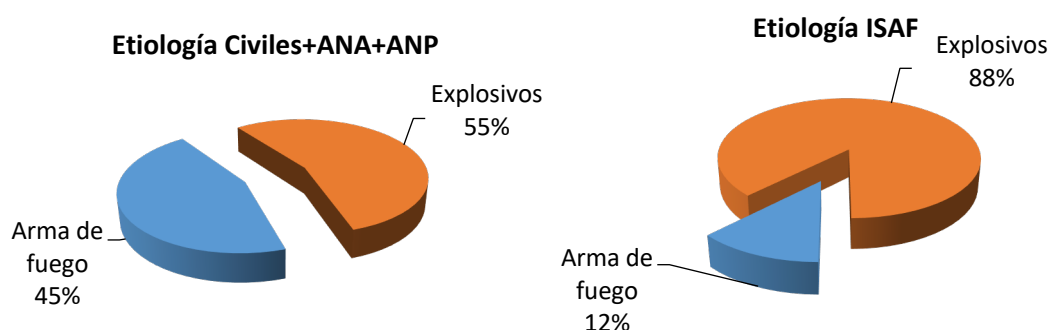


Figura 39. Etiología de las lesiones según la filiación de los pacientes: grupo ANP + ANA + Civiles y grupo ISAF

Se recogieron un total de 1506 lesiones que afectaban al aparato locomotor o sus estructuras asociadas en un total de 627 pacientes; la media fue de 2,4 lesiones por paciente.

Los pacientes del grupo que no disponía de medidas de protección pasiva (ejército nacional afgano (ANA), policía nacional afgana (ANP) y civiles) fueron un total de 444 pacientes que presentaron 1061 lesiones ortopédicas, lo que supone una media de 2,39 lesiones por paciente. Los pacientes del grupo que sí disponía de medidas de protección pasiva (militares coalición ISAF) fueron 184 pacientes que presentaron 445 lesiones de aparato locomotor y estructuras relacionadas, con una media de 2,41 lesiones por paciente.

Tabla 13. Número de lesiones por grupo de lesiones y filiación.

GRUPOS LESIONES	ANP, ANA y Civiles	ISAF	TOTAL
<b>Heridas</b>	532	124	656
<b>Contusiones / esguinces</b>	189	207	396
<b>Fracturas miembros superiores</b>	95	25	120
<b>Fracturas vertebrales</b>	22	5	27
<b>Fracturas miembros inferiores</b>	163	59	222
<b>Amputaciones</b>	36	7	43
<b>Luxaciones</b>	6	5	11
<b>Quemados</b>	18	13	31
<b>TOTAL</b>	1061	445	1506

La distribución topográfica de las lesiones fue similar en ambos grupos, predominado lesiones en miembros, seguido por las lesiones en cabeza y cara. (tabla 13, figura 80). Comparando los porcentajes de lesiones por área corporal respecto al total, existe una diferencia significativa en las lesiones en cuello que son más frecuentes en el grupo ISAF (12% vs 16%), en las lesiones torácicas, más frecuentes en el grupo de pacientes afganos que no

disponían de medidas de protección pasiva (11,6% vs 5,2%) y en la lesiones abdominales y lumbares también más frecuentes en el grupo de pacientes sin MPP (9,8% vs 6,3%)

Tabla 14 Número y porcentaje de lesiones por área corporal

<b>LESIONES y pacientes con lesiones POR ÁREA CORPORAL</b>				
	<b>LESIONES</b>	<b>%</b>	<b>PACIENTES</b>	<b>%</b>
<b>Cabeza/cara</b>	204	13,5%	164	26,2%
<b>Cuello</b>	96	6,4%	77	12,3%
<b>Torácica</b>	146	9,7%	117	18,7%
<b>Abdomen / Lumbar</b>	132	8,8%	106	16,9%
<b>MIEMBROS SUPERIORES</b>	385	25,6%	308	49,1%
<b>MIEMBRO INFERIORES</b>	512	34,0%	410	65,4%
<b>Quemado</b>	31	2,1%	31	4,9%
<b>total</b>	1506	100%	*	*

\*la suma de pacientes es mayor que 627 y la suma de porcentajes de pacientes es mayor que 100% al haber un 55% de pacientes con más de un área corporal afectada.

La mortalidad de los pacientes de nuestra muestra fue de un 2,4%, 15 pacientes. Se registró un 2,2% más de mortalidad por explosivos (3,1 % vs 0,9 %) (p = 0,07)

No se pudo demostrar una diferencia significativa en la mortalidad según los pacientes empleasen o no medidas de protección pasiva, se registraron 9 pacientes fallecidos (2%) en el grupo que no empleaban medidas de protección pasiva (ANA, ANP y civiles) y 6 (3,3%) en el grupo ISAF que si empleaba medidas de protección pasiva (p=0,35). (Tabla 15)

Tabla 15 Mortalidad de los pacientes que llegaron con vida al hospital, según agente lesivo y según uso de medidas de protección pasiva.

		Exitus					Exitus		
		Sí	No	Total			Sí	No	Total
Explosivo	Recuento	13	394	407	ANA+ANP+ Civiles	Recuento	9	434	443
	%	3,1%	96,8%	100,0%		%	2%	98%	100,0%
Arma de fuego	Recuento	2	218	220	ISAF	Recuento	6	178	184
	%	0,9%	99,1%	100,0%		%	3,3%	96,7%	100,0%
Total	Recuento	15	612	627	Total	Recuento	15	612	627
	%	2,4%	97,6%	100,0%		%	2,4%	97,6%	100,0%

Se realizaron exploraciones de imagen mediante Radiografía o TC a 588 pacientes (94%), pruebas de laboratorio (analíticas sanguíneas y otras) a 534 pacientes (85%).

Se intervino quirúrgicamente a un total de 477 pacientes, de los que 363 (58%) precisaron cirugía mayor y 114 (18%) precisaron intervenciones quirúrgicas menores bajo anestesia local o regional.

En nuestra muestra 560 (90%) pacientes precisaron hospitalización. De ellos 199 (32%) precisaron ingreso en UCI.

En total 77 (12%) pacientes precisaron evacuación urgente a un escalón sanitario superior intrateatro.

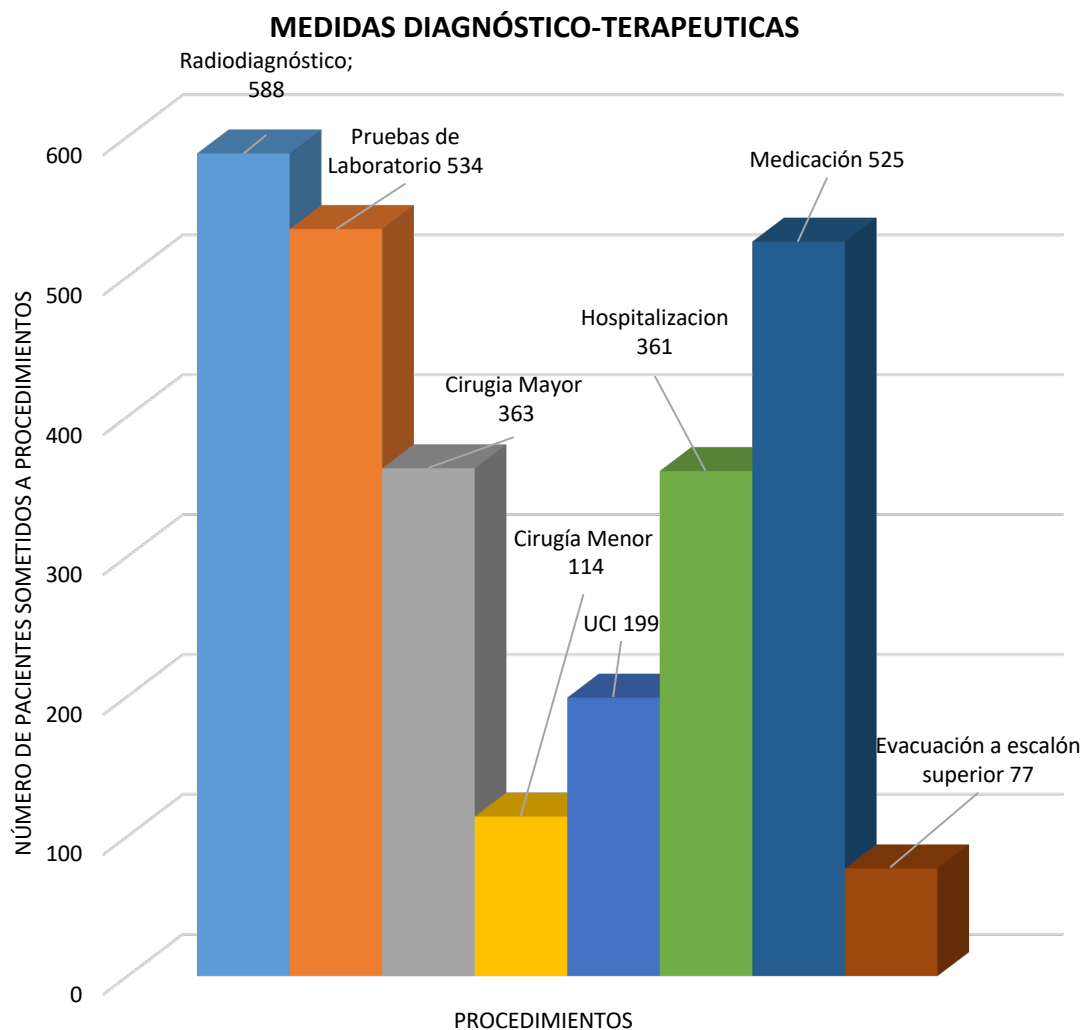


Figura 40. Medidas diagnóstico-terapéuticas.

La figura expresa el total de pacientes que recibieron uno o varios procedimientos terapéuticos por cada grupo. El gráfico no recoge el número total de procedimientos sino el número de pacientes a los que se realizó al menos un procedimiento de cada tipo.

## 14.2. Índices de gravedad

La tabla 16 recoge el resumen de los índices de gravedad por grupos. Tanto en el total como en los subgrupos la mediana del 7º dígito de la escala abreviada de gravedad (AIS), clave para el cálculo de los índices de gravedad, es 2, así mismo en todos ellos el rango es de 1 a 6.

Tabla 16. Mediana del séptimo dígito AIS, ISS y NISS por grupos de pacientes.

	Mediana 7º dígito AIS	Rango	Mediana ISS	Rango	Mediana NISS	Rango
<b>TOTAL (n=627)</b>	2	(1-6)	8	(1-57)	8	(1-57)
<b>ISAF (n=184)</b>	2	(1-6)	5	(1-57)	5	(1-57)
<b>ANA+ANP (n=308)</b>	2	(1-6)	8	(1-52)	9	(1-56)
<b>Civiles (n=135)</b>	2	(1-6)	9	(1-50)	9	(1-50)
<b>ANA+ANP+Civiles (n=443)</b>	2	(1-6)	8	(1-52)	9	(1-56)

La mediana de los índices de gravedad ISS y NISS fue menor en el grupo ISAF siendo

5 frente a 8 o 9 de mediana en el resto de los grupos, si bien el rango fue similar en todos los grupos, levemente menor en el subgrupo de pacientes civiles (1-50).

Tabla 17 Pacientes y porcentajes según puntuación índice ISS respecto al total (n=627).

	Pacientes	Porcentaje del total
ISS 1-15	552	88%
ISS 1-8	485	77,4%
ISS >8	142	22,6%
ISS>15	75	12%

Se toma como graves pacientes con ISS mayor que 15. En la literatura se habla de gravedad moderada tomando como punto de corte el valor 8<sup>37,62,154</sup>.

En nuestra muestra, no podemos descartar que el azar sea responsable de la diferencia observada en la puntuación del índice ISS grave (>15) por explosivos un 3,8% más que por arma de fuego (p=0,17), y un 4,7% más de pacientes con índice NISS grave por explosivos, respecto a arma de fuego (p=0,09) (tablas 18 y 19).

Tabla 18. Índices de gravedad ISS en grupos de leve/moderado (1-15) y grave (>15) según agente lesivo.

			ISS		Total
			Grave	Leve/Moderado	Grave
AGENTE	Explosivo	Recuento	54	353	407
		% de AGENTE	13,3%	86,7%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	21	199	220
		% de AGENTE	9,5%	90,5%	100,0%
Total		Recuento	75	552	627
		% de AGENTE	12,0%	88,0%	100,0%

Tabla 19. Índices de gravedad NISS en grupos de leve/moderado (1-15) y grave (>15) según agente lesivo.

			NISS		Total
			Grave	Leve/Moderado	Grave
AGENTE	Explosivo	Recuento	60	347	407
		% de AGENTE	14,7%	85,3%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	22	198	220
		% de AGENTE	10,0%	90,0%	100,0%
Total		Recuento	82	545	627
		% de AGENTE	13,1%	86,9%	100,0%

Por grupos, estudiando esta misma relación entre agente lesivo e índice de gravedad, al separar los pacientes según dispusiesen de medidas de protección pasiva (ISAF), o no (ANP, ANA y civiles), se observó que, en aquellos sin medidas de protección pasiva (MPP), los pacientes con lesiones por explosivos tenían un índice ISS grave (ISS>15) 1.8 veces más frecuentemente que los pacientes con lesiones por arma de fuego. IC (1.09-3.00) p<0.05 (tabla 20 y figura 69).

Tabla 20. Índices de gravedad de los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, en grupos leve/moderado (ISS 1-15) o grave (ISS>15) según el agente lesivo.

			ISS		Total
			Grave	Leve/Moderado	Grave
ANP+ANA + Civiles	Explosivo	Recuento	43	203	246
		%	17,5%	82,5%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	19	178	197
		%	9,6%	90,4%	100,0%
	Total	Recuento	62	381	443
		%	14,0%	86,0%	100,0%

En el mismo grupo de pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva (ANP+ANA+CIV), aplicando el índice NISS, aquellos con lesiones por explosivos tenían un índice NISS grave (NISS>15) 1.9 más veces que los pacientes con lesiones por arma de fuego. IC (1.1-3.1) p<0.05. (tabla 21 y figura 70)

Tabla 21. Gravedad de los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, en grupos leve/moderado (NISS 1-15) o grave (NISS>15) según el agente lesivo.

			NISS		Total
			Grave	Leve/Moderado	Grave
ANP, ANA y Civiles	Explosivo	Recuento	48	198	246
		%	19,5%	80,5%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	20	177	197
		%	10,2%	89,8%	100,0%
	Total	Recuento	68	375	443
		%	15,3%	84,7%	100,0%

En el grupo de pacientes que si empleaban medidas de protección pasiva (ISAF), se encontró que aquellos con lesiones por arma de fuego presentaron en un 1,9% un índice ISS grave (ISS>15) más que los que presentaban lesiones por explosivo, no pudiéndose descartar que esta diferencia se debiese al azar (p=0,7). (tabla 22 y figura 71).

Tabla 22. Gravedad de los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva (ISAF), en grupos leve/moderado (ISS 1-15) o grave (ISS>15) según el agente lesivo.

				ISS		
				Grave	Leve/Moderado	Total
ISAF	AGENTE	Explosivo	Recuento	11	150	161
			%	6,8%	93,2%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	2	21	23	
		%	8,7%	91,3%	100,0%	
	Total	Recuento	13	171	184	
		%	7,1%	92,9%	100,0%	

En el grupo de pacientes que si empleaban medidas de protección pasiva (ISAF), aquellos con lesiones por arma de fuego presentaron un 1.2% más un índice NISS grave (NISS>15) que los que presentaban lesiones por explosivo; diferencia sin significación estadística en nuestra muestra (p=0,8). (tabla 23 y figura 72).



Tabla 23. Índices de gravedad de los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva (ISAF), en grupos leve/moderado (NISS 1-15) o grave (NISS > 15) según el agente lesivo.

ISAF	AGENTE	Explosivo	Recuento	NISS		Total
				Grave	Leve/Moderado	
				12	149	161
			%	7,5%	92,5%	100,0%
		Arma de fuego	Recuento	2	21	23
			%	8,7%	91,3%	100,0%
		Total	Recuento	14	170	184
			%	7,6%	92,4%	100,0%

Independientemente del agente lesivo, Los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva presentaron un índice ISS grave (ISS > 15) 1.9 veces más que los pacientes que si las empleaban IC (1.1-3.5)  $p < 0.05$ , del mismo modo, presentaron un índice NISS grave (NISS > 15) 2 veces más que los pacientes que si los empleaban IC (1.2-3.5)  $p < 0.05$ .

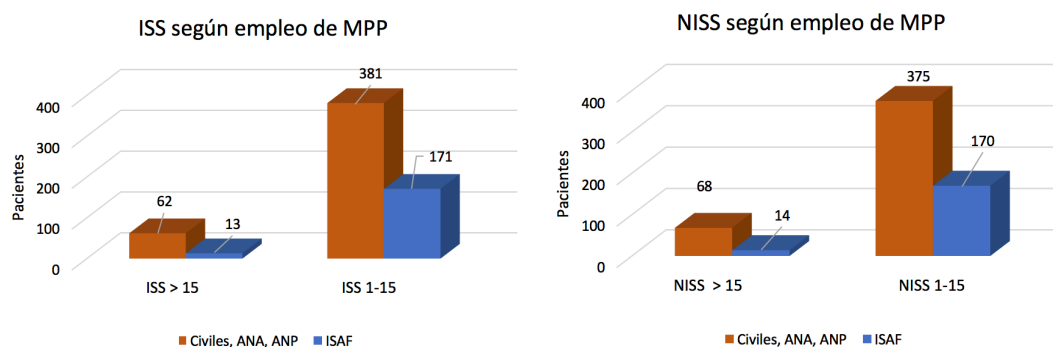


Figura 41. Comparaciones índices de gravedad ISS graves (> 15) y leves o moderados (1-15) en los grupos que no empleaban medidas de protección pasiva (ANA+ANP+Civiles) y en los que si las empleaban (ISAF)

En los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva (MPP) (ANA, ANP y Civiles), se encontraron 381 pacientes (86%) con ISS leve y 62 (14%) con ISS grave. En el mismo grupo, atendiendo al índice NISS encontramos 375 pacientes (84.7%) con NISS leve y 68 (15.3%) con NISS grave. (figuras 41 y 73)

En el grupo de pacientes ISAF había 171 pacientes (92.9%) con ISS leve y 13 (7.1%) con ISS grave. En el mismo grupo, aplicando el índice NISS encontramos 170 pacientes (92.4%) con NISS leve y 14 (7.6%) con NISS grave. (figuras 46 y 76)

### 14.3. Diferencias al aplicar los índices ISS y NISS.

Se compararon las frecuencias de valores en los índices de gravedad ISS y NISS mayores de 15 aplicados a los pacientes según etiología y según empleasen o no medidas de protección pasiva sin encontrar diferencias estadísticamente significativas (tabla 24, figuras 75 y 76).

Tabla 24. Frecuencia de pacientes con puntuación mayor de 15 en los índices ISS y NISS

	ISS > 15	NISS > 15	p
Explosivos	13,3 %	14,7 %	0,54
Arma de Fuego	9,5 %	10 %	0,87
Con MPP (ISAF)	7,1 %	7,6 %	0,84
Sin MPP (ANA, ANP, civiles)	14 %	15,3 %	0,56

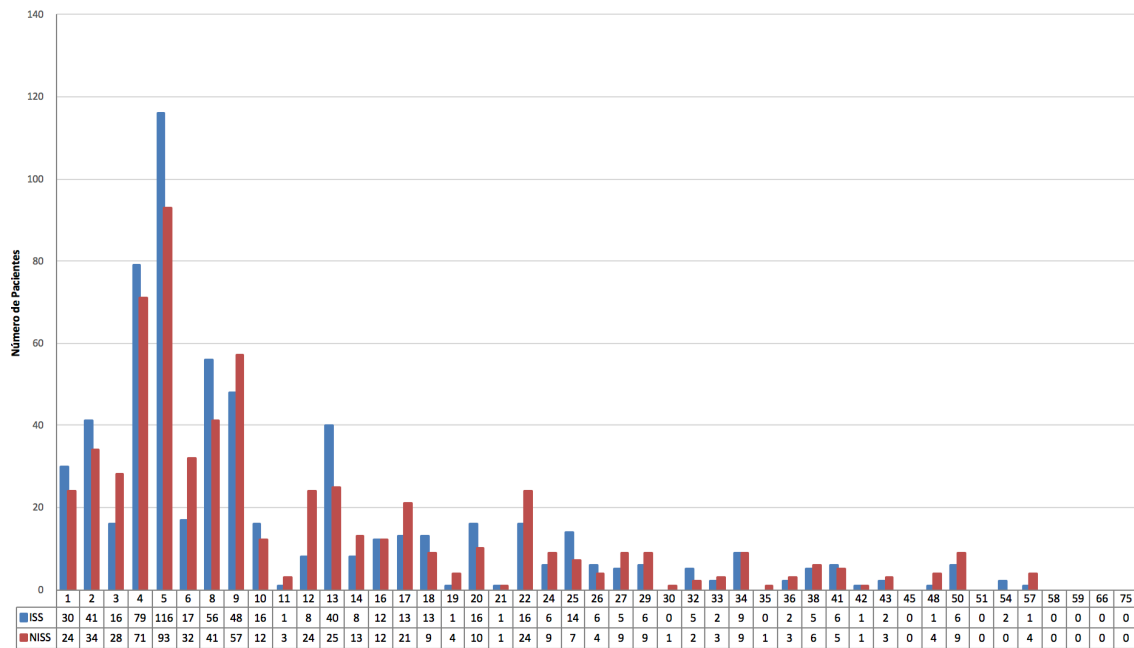


Figura 42. Número de pacientes en cada uno de los valores posibles en las escalas ISS y NISS.

Nótese que los valores 7, 15, 23, 28, 31, 37, 39-40, 44, 46-47, 49, 52-53, 55-56, 58, 60-65 y 67-74 no aparecen en la escala horizontal al no poder ser nunca el resultado dado la forma de cálculo<sup>219</sup> es una variable ordinal discontinua; especialmente importante el valor de 15 que se toma como corte entre leves y graves.

## 14.4. Áreas corporales lesionadas

La siguiente tabla resume el número y porcentaje de áreas corporales afectadas según el agente lesivo.

Tabla 25. Número y porcentaje de pacientes por área corporal afectada según agente lesivo.

	EXPLOSIVO	ARMA DE FUEGO	p	TOTAL	
<b>Cabeza/cara</b>	158(38,8%)	6(2,7%)	<0,05	164	26,2%
<b>Cervical</b>	70(17,2%)	7(3,2%)	<0,05	77	12,3%
<b>Torácica</b>	86(21,1%)	31(14,1%)	<0,05	117	18,7%
<b>Abdomen / Lumbar</b>	75(18,4%)	31(14,1%)	0,167	106	16,9%
<b>MMSS</b>	215(52,8%)	93(42,3%)	<0,05	308	49,1%
<b>MMII</b>	274(67,3%)	136(61,8%)	0,167	410	65,4%
<b>Quemado</b>	29(7,1%)	2(0,9%)	-	31	4,9%
	407 (100%)	220(100%)		*	*

p significación estadística de la razón de verosimilitud de la diferencia en la comparación del porcentaje de lesiones por área corporal de un agente lesivo frente al otro.

No existe significación estadística en la diferencia de frecuencia de quemados dado el bajo número de pacientes en el grupo de pacientes con lesiones por arma de fuego.

El número total de pacientes suma más de 627 y el porcentaje más de 100% al haber un 55% de pacientes con lesiones en más de un área corporal

En nuestra muestra, los pacientes con lesiones en aparato locomotor y estructuras asociadas por explosivo asociaban lesiones en cabeza y cara 14 veces más que los pacientes por arma de fuego IC (6,4 – 31,6)  $p < 0,0001$ . Las lesiones en cuello por explosivo fueron 5,4 veces más frecuentes que por arma de fuego IC (2,5 – 11,5)  $p < 0,0001$ . Los pacientes con lesiones por explosivo recibieron 1,4 veces más lesiones en tórax y dorso IC 95%(1 – 2,1) ( $p < 0,05$ ) que los pacientes con heridas por arma de fuego (tabla 54)

Los pacientes de nuestra muestra no presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al agente etiológico de las lesiones en región abdominal y lumbar. Se observó mayor incidencia por explosivo 18,2% que por arma de fuego 14,2%, sin que pueda descartarse que esta diferencia sea debida al azar. Los pacientes de nuestra muestra presentaron 1,2 veces más lesiones en miembros superiores por explosivos que por arma de fuego IC (1,04 –1,5)  $p < 0,05$ . En las lesiones en miembros inferiores hubo un mayor porcentaje de lesiones por explosivo 67,7% frente a 62,4% por arma de fuego, sin que esta diferencia fuese significativa.

Los pacientes de nuestra muestra presentaron 7,8 veces IC (1,8–32,5)  $p < 0,0001$  más quemaduras por explosivos, 29 pacientes (7,1%) frente a 2 pacientes (0,9%) en pacientes con lesión por arma de fuego. No podemos considerar esta diferencia significativa por la escasez de pacientes con lesiones por arma de fuego que presentaron quemaduras.

Porcentaje de pacientes con lesiones por área corporal según agente lesivo

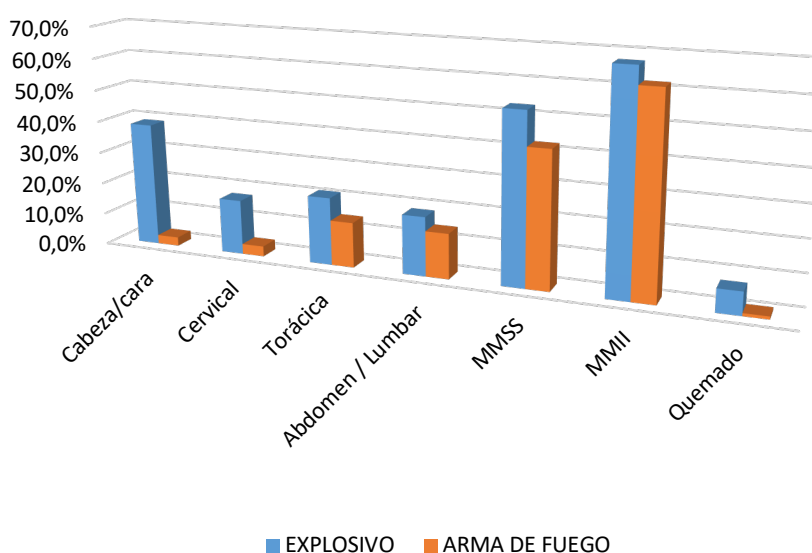


Figura 43 Porcentaje de pacientes con lesiones por área corporal según agente lesivo.

La suma de porcentajes es mayor que 100% ya que un 55% de los pacientes presentan afectación en más de un área.

Tabla 26. Número de áreas corporales afectas según agente lesivo.

AGENTE			NÚMERO ÁREAS LESIONADAS						Total
			1	2	3	4	5	6	
Explosivo	Recuento		132	132	101	32	7	3	407
	% de AGENTE		32,4%	32,4%	24,8%	7,9%	1,7%	,7%	100,0%
Arma de fuego	Recuento		153	50	15	2	0	0	220
	% de AGENTE		67,5%	22,7%	6,8%	,9%	,0%	,0%	100,0%
Total	Recuento		285	182	116	34	7	3	627
	% de AGENTE		45%	29,0%	18,5%	5,4%	1,1%	,5%	100,0%

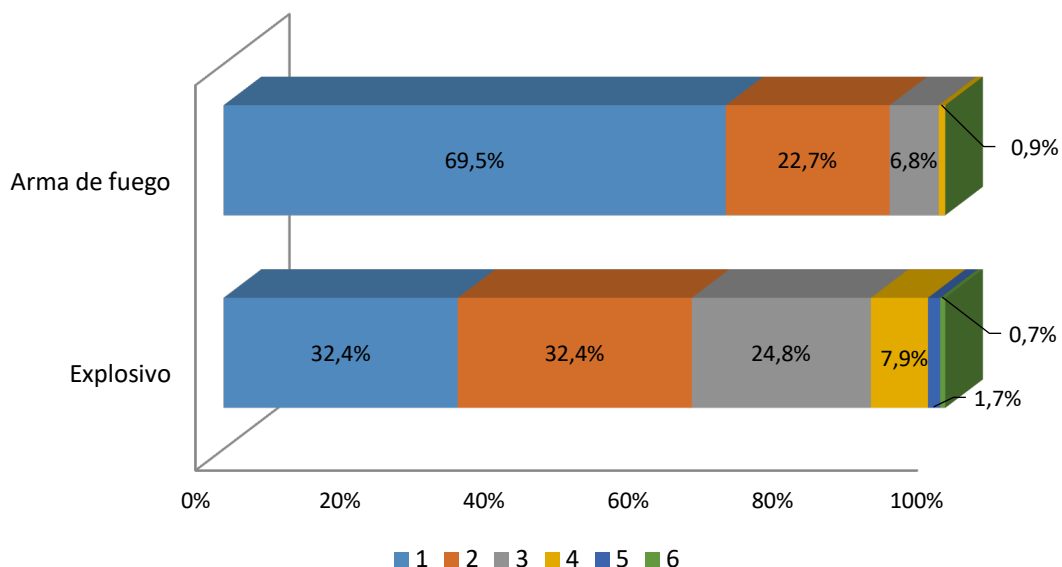


Figura 44. Porcentaje acumulado de pacientes según el número de áreas corporales afectadas y agente lesivo.

Tabla 27. Numero de áreas lesionadas según el paciente emplease (ISAF) o no (ANA, ANP y civiles) medidas de protección pasiva.

		Total							
		1	2	3	4	5	6	0	
Filiación_cat2	ANA + ANP + Civiles	Recuento	216	120	73	26	7	1	443
		% de Filiación_cat2	48,9%	27,1%	16,5%	5,9%	1,6%	,2%	100,0%
	ISAF	Recuento	69	62	43	8	0	2	184
		% de Filiación_cat2	37,5%	33,7%	23,4%	4,3%	,0%	1,1%	100,0%
Total		Recuento	285	182	116	34	7	3	627
		% de Filiación_cat2	45,4%	29,0%	18,5%	5,4%	1,1%	,5%	100,0%

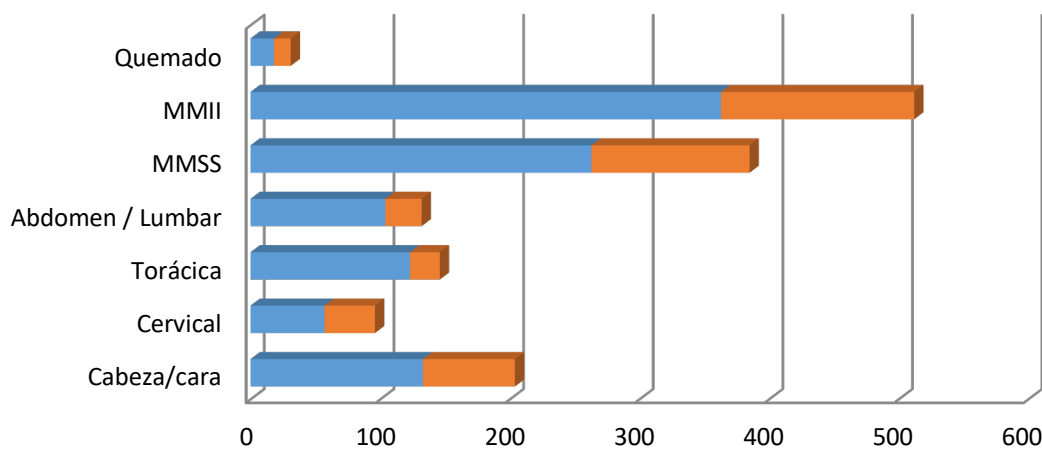
La distribución topográfica de las lesiones por grupos según el uso de medidas de protección pasiva fue similar, como se ha mencionado en los resultados generales, (tabla 14), con la excepción del porcentaje de lesiones en cuello, significativamente más frecuente en el grupo ISAF y de lesiones en región torácica y abdomen / región lumbar, cuyo porcentaje de lesiones respecto al total del grupo fue mayor en el grupo sin MPP (ANA, ANP y civiles). (tabla 28 y figura 45)

Tabla 28. Número y porcentaje de lesiones por área corporal según grupo por empleo de MPP

	Civiles ANA ANP	%	ISAF	%	P	TOTAL	%
<b>Cabeza/cara</b>	133	12,5%	71	16,0%	0,076	204	13,5%
<b>Cuello</b>	57	5,4%	39	8,8%	< 0,05	96	6,4%
<b>Torácica</b>	123	11,6%	23	5,2%	< 0,05	146	9,7%
<b>Abdomen / Lumbar</b>	104	9,8%	28	6,3%	< 0,05	132	8,8%
<b>Miembros superiores</b>	263	24,8%	122	27,4%	0,286	385	25,6%
<b>Miembros inferiores</b>	363	34,2%	149	33,5%	0,785	512	34,0%
<b>Quemado</b>	18	1,7%	13	2,9%	0,127	31	2,1%
<b>total</b>	1061	100%	445	100%		1506	100%

En pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva (MPP): civiles, ejército nacional afgano (ANA), policía nacional afgana (ANP); en pacientes que si disponía de medidas de protección pasiva (militares ISAF); y total. Porcentaje de lesiones respecto al total de las lesiones de pacientes de cada grupo Civiles ANA ANP frente a ISAF y p significación estadística de la razón de verosimilitud de la diferencia en la comparación del porcentaje de lesiones por área corporal de un grupo frente al otro

### Número de lesiones por área corporal



	Cabeza/cara	Cervical	Torácica	Abdomen / Lumbar	MMSS	MMII	Quemado
Civiles, ANA y ANP	133	57	123	104	263	363	18
ISAF	71	39	23	28	122	149	13

Figura 45. Número de lesiones por área corporal acumulada

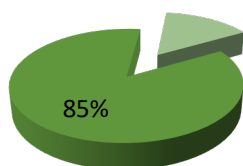
Total 1506 lesiones. 1061 lesiones en 443 pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva (ANA, ANP y Civiles) y 445 lesiones en 184 pacientes si empleaban medidas de protección pasiva (ISAF)

## 14.5. Medidas diagnósticas y terapéuticas

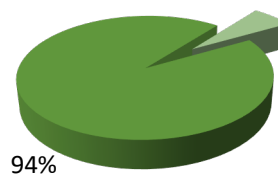
En nuestra muestra no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la necesidad de pruebas de imagen según el agente etiológico explosivo o arma de fuego (se solicitaron al 93,6% y 93,3% de los pacientes respectivamente,  $p = 0,91$ )

Tampoco se observaron diferencias significativas entre las pruebas de laboratorio solicitadas (analítica de sangre, hemograma, bioquímica y estudio de coagulación) según el agente etiológico fuese explosivo (84,5%) o arma de fuego (86,4%),  $p = 0,53$ .

#### Estudios de Laboratorio



#### Radiodiagnóstico



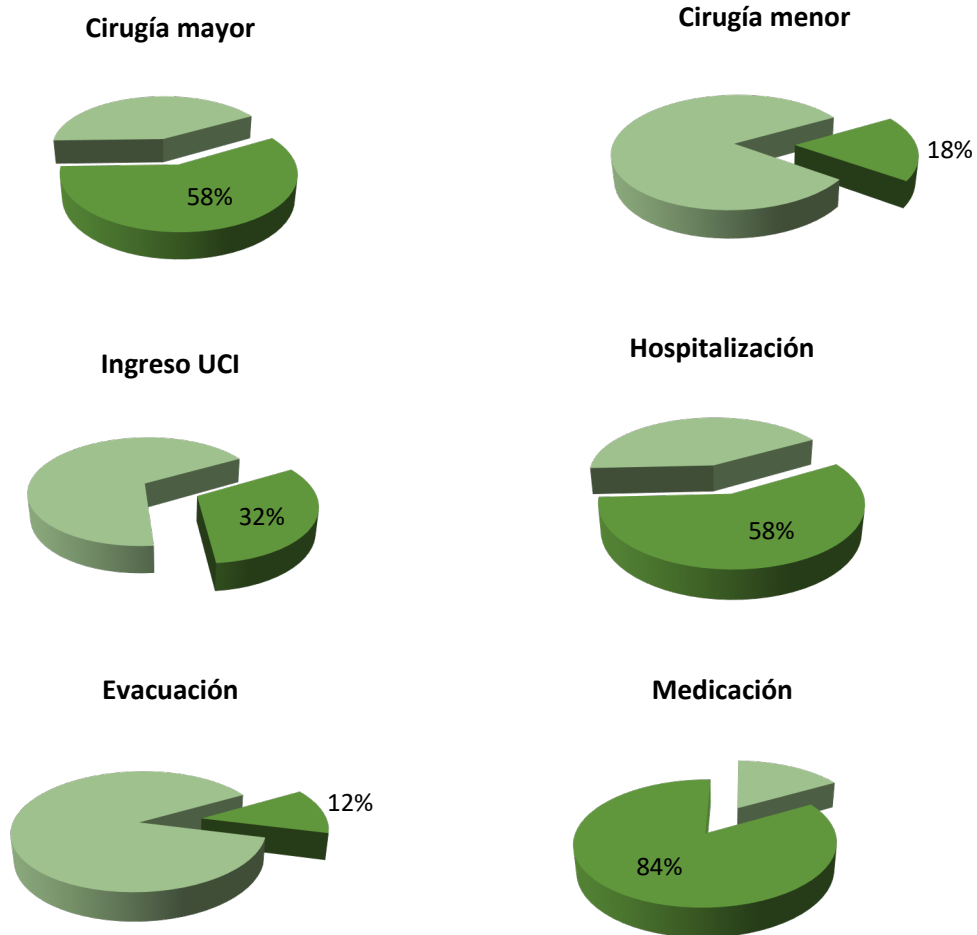


Figura 46. Medidas diagnóstico-terapéuticas empleadas  
Porcentaje de pacientes respecto al total.

Los pacientes con lesiones por arma de fuego precisaron cirugía mayor 1.7 veces más que los pacientes con lesiones por explosivos. IC (1.5 –1.9)  $p < 0,001$  (figura 47)

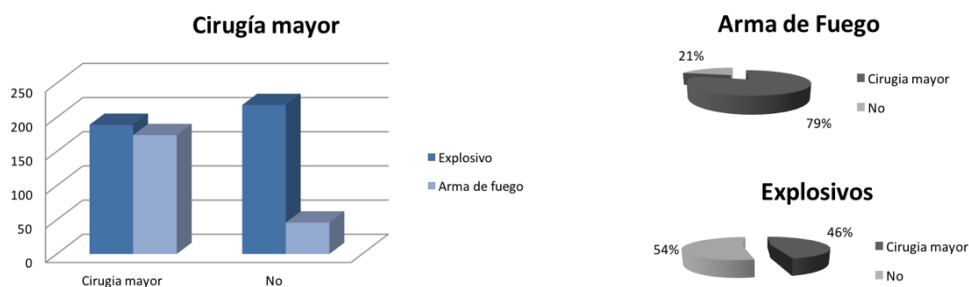


Figura 47. Cirugía mayor según agente etiológico.

En nuestra muestra, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el número de cirugías menores que se realizaron por lesiones por arma de fuego (14,5% de los pacientes) con aquellas realizadas por explosivos (20,1%),  $p = 0,08$ . De la misma forma no hubo diferencias en cuanto a la necesidad de medicación según el agente lesivo explosivos (85%) o arma de fuego (80%)  $p = 0,063$ .

Aunque sin significación estadística, los ingresos en UCI según el agente lesivo fueron más frecuentes en el grupo de pacientes con lesiones por explosivos, que ingresaron un 5% más en UCI (33,4%) que los pacientes con lesiones por arma de fuego (28,6%),  $p= 0,22$ .

Los pacientes con lesiones por arma de fuego requirieron hospitalización 1.2 veces más que los pacientes con lesiones por explosivos. IC (1.08 –1.4)  $p<0,001$ . (figura 48)

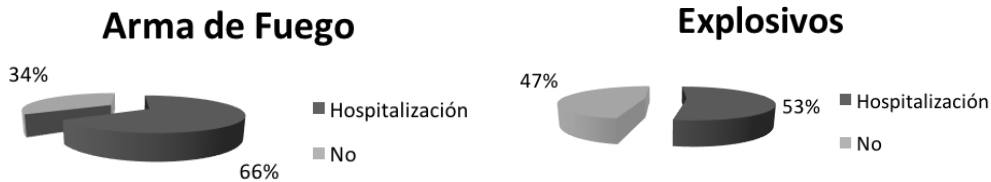


Figura 48. Porcentaje de hospitalización de pacientes según agente lesivo.

Los pacientes con lesiones por explosivo requirieron 1.9 veces más evacuaciones a un escalón superior en el teatro de operaciones que los pacientes con lesiones por arma de fuego. IC (1.1 –3.2)  $p<0,05$  (figura 58)

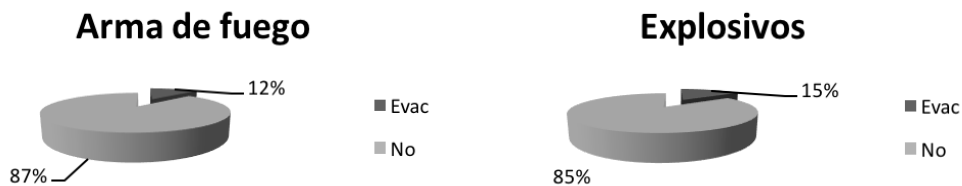


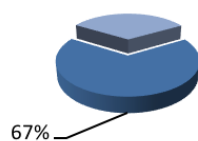
Figura 49. Porcentaje de evacuaciones a otras formaciones sanitarias de pacientes según agente lesivo.

Los pacientes afganos que no empleaban medidas de protección pasiva requirieron cirugía mayor 1.8 veces más que los pacientes ISAF que si las empleaban IC (1.5-2.3)  $p<0.0001$ .

Tabla 29. Pacientes que precisaron cirugía mayor en grupos según medidas de protección pasiva.

		Cirugía Mayor		Total
		No	Sí	No
ANP, ANA y Civiles	Recuento	146	297	443
	%	33,0%	67,0%	100,0%
ISAF	Recuento	118	66	184
	%	64,1%	35,9%	100,0%
Total	Recuento	264	363	627
	%	42,1%	57,9%	100,0%

### Cirugía mayor Civ+ANA+ANP



### Cirugía mayor ISAF

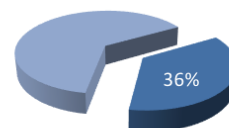


Figura 50. Porcentaje de pacientes que precisaron cirugía mayor, por grupos según medidas de protección pasiva

En cuanto a la necesidad de cirugía menor, no hubo diferencias entre el grupo de pacientes que empleaban medidas de protección pasiva y los que sí lo hacían. (En ambos grupos un 18% de los pacientes requirieron cirugía menor).

Los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva requirieron ingreso en UCI 1.4 veces más que los pacientes que si las empleaban IC (1.07-1.88)  $p < 0.05$  (tabla 30, figura 51).

Tabla 30. Pacientes que precisaron ingreso en UCI en grupos según empleasen o no medidas de protección pasiva.

Filiación			UCI		Total
			No	Sí	No
ANP, ANA y Civiles	Recuento		289	154	443
	%		65,2%	34,8%	100,0%
ISAF	Recuento		139	45	184
	%		75,5%	24,5%	100,0%
Total	Recuento		428	199	627
	%		68,3%	31,7%	100,0%

### UCI Civiles+ANA+ANP



### UCI ISAF



Figura 51. Porcentaje de pacientes que precisaron ingreso en UCI por grupos según medidas de protección pasiva.

El grupo de pacientes que empleaban medidas de protección pasiva (ISAF) requirió hospitalización en un porcentaje superior 47,3% vs 40,4% sin que podamos descartar que esta diferencia no se debiese al azar.

## 14.6. Grupos de lesiones

### 14.6.1. Grupos de lesiones según agente lesivo

Las frecuencias de cada lesión según agente lesivo se recogen en el gráfico de la figura 52.

A continuación, se detallan las lesiones más frecuentes por grupos de patologías: heridas, esguinces y contusiones, fracturas, amputaciones y luxaciones. Según el agente lesivo las principales diferencias encontradas fueron:

#### HERIDAS

- El número de pacientes con heridas en el grupo por arma de fuego ha sido 1.8 veces mayor que en el grupo de pacientes con lesiones por explosivo IC (1.6-1.9)  $p > 0.001$ .
- La diferencia de frecuencia que se encontró en las lesiones superficiales en cuello entre explosivos 6.5% y arma de fuego 0.5%, no fue estadísticamente significativa.
- Los pacientes con lesiones por explosivo presentaron 1,8 veces más heridas superficiales en miembros superiores que los pacientes con lesiones por arma de fuego. IC (1.2–2.7)  $p < 0,05$  así como 1,7 veces más heridas superficiales en miembros inferiores que los pacientes con lesiones por arma de fuego. IC (1.1–2.6)  $p < 0,05$ .



- En las heridas con afectación de partes blandas en cuello, se registró una diferencia no significativa, siendo más frecuentes por explosivos (6.2%) que por arma de fuego (3,2%).
- En cambio, los pacientes de nuestra muestra con lesiones por arma de fuego presentaron 1,4 veces más heridas con afectación de partes blandas en miembros superiores que los pacientes con lesiones por explosivos IC (1.1–1.8)  $p < 0,05$  de la misma forma que presentaron 2.1 veces más heridas con afectación de partes blandas en MMII que los pacientes con lesiones por explosivos. IC (1.7–2.6)  $p < 0,0001$ .

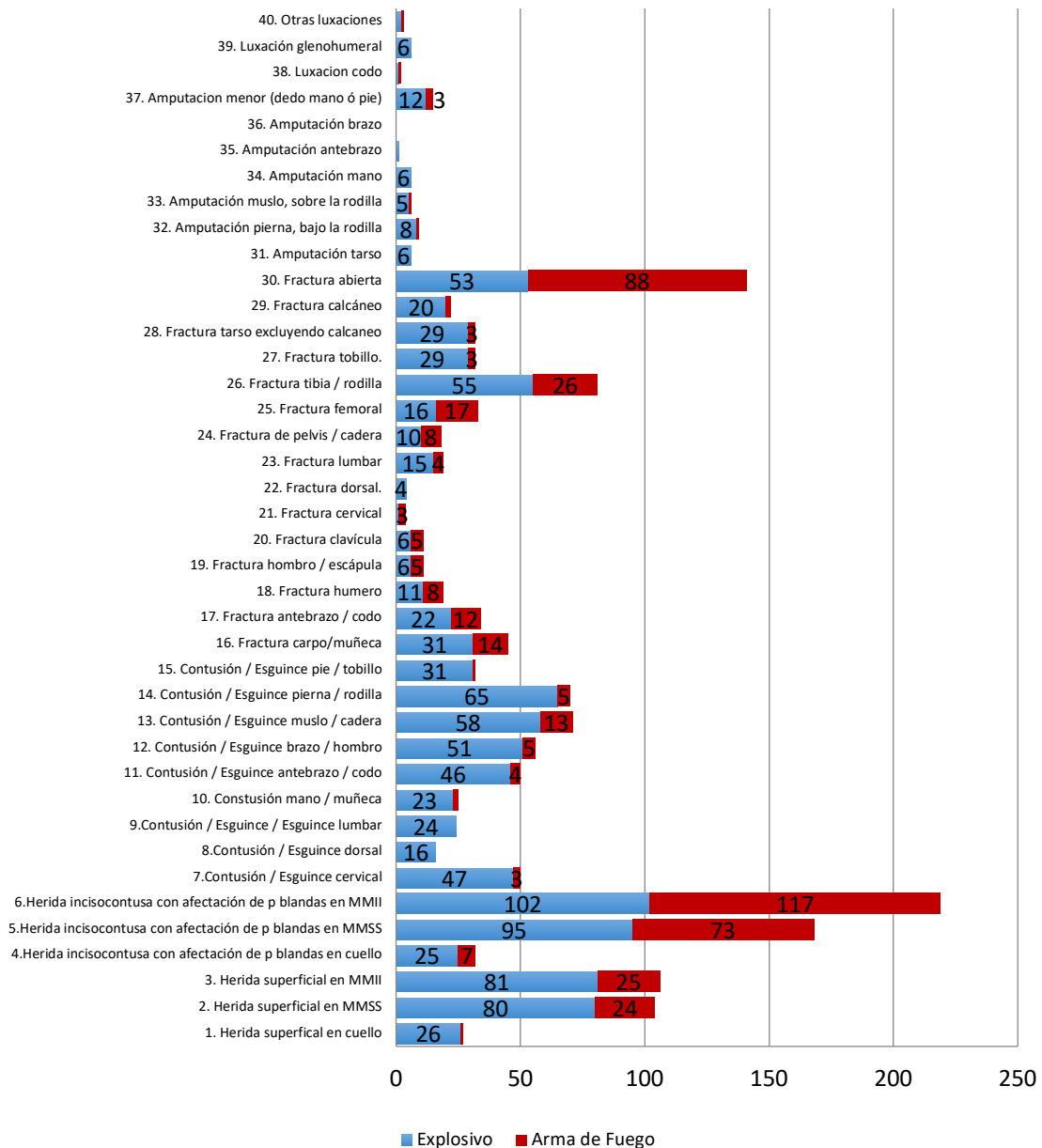


Figura 52 Numero de lesiones por grupo según agente lesivo (acumulado).

Se excluyen los pacientes quemados (total 31, 29 por explosivo, 2 en pacientes con lesiones por arma de fuego).

Las fracturas abiertas (Barra acumulada número 30) es un calificador para otras fracturas y por lo tanto no computa para el cálculo del número total de lesiones)

Se han eliminado las etiquetas de valores menores que 3.

## ESGUINCES / CONTUSIONES

Los pacientes con lesiones por explosivos en nuestra muestra, presentaron 3.6 veces más esguinces y contusiones que los pacientes con lesiones por arma de fuego IC (2.5-5.1)  $p > 0.001$ .

Tabla 31. Número y porcentaje de pacientes con contusiones / esguinces por paciente según el agente lesivo.

			CONTUSIONES_ESGUINCES							
			0	1	2	3	4	5	6	Total
AGENTE	Explosivo	Recuento	198	112	59	25	9	2	2	407
		% de AGENTE	48,6%	27,5%	14,5%	6,1%	2,2%	,5%	,5%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	189	29	2	0	0	0	0	220
		% de AGENTE	85,9%	13,2%	,9%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
Total		Recuento	387	141	61	25	9	2	2	627
		% de AGENTE	61,7%	22,5%	9,7%	4,0%	1,4%	,3%	,3%	100,0%

Los pacientes con lesiones por explosivo presentaron, comparados con los pacientes con lesiones por arma de fuego:

- 8,5 veces más contusiones/esguinces cervicales, IC (2.6–26.9)  $p < 0,001$ ;
- 6,2 veces más contusiones/esguinces en antebrazo / codo, IC (2.2–17)  $p < 0,001$ ;
- 5.5 veces más contusiones/esguinces en brazo / hombro, IC (2.2–13.6)  $p < 0,001$ ;
- 2,4 veces más contusiones/esguinces en muslo/ cadera IC (1.3-4.3)  $p < 0,05$ ;
- 7 veces más contusiones/esguinces en pierna/ rodilla IC (2.8-17.1)  $p < 0,0001$ .
- El resto de contusiones/esguinces estudiados (dorsal, lumbar, mano/muñeca, pie/tobillo), fueron también más frecuentes en los pacientes con lesiones por explosivos, sin que podamos descartar que la diferencia que se encontró no fuese debida al azar.

## FRACTURAS

Los pacientes por arma de fuego presentaron alguna fractura 1.2 veces más que los pacientes con lesiones por explosivos IC (1.03-1.49)  $p < 0.05$ .

Los pacientes con fracturas por arma de fuego presentan una única fractura en el 43% de los casos, siendo poco frecuentes los casos de fracturas múltiples (5.5% de los pacientes presentaban dos fracturas por arma de fuego). En el caso de los pacientes con fracturas por explosivo, el grupo más frecuente era también el de fractura única, pero los pacientes que presentaban más de una fractura eran más numerosos (8.6% dos fracturas, 2.7% tres fracturas, 2% cuatro fracturas, 0.2% cinco fracturas y un caso de un paciente con 7 fracturas distintas) (tabla 32).

Tabla 32. Número y porcentaje de fracturas según agente lesivo

			FRACTURAS							
			0	1	2	3	4	5	7	Total
AGENTE	Explosivo	Recuento	248	103	35	11	8	1	1	407
		% de AGENTE	60,9%	25,3%	8,6%	2,7%	2,0%	,2%	,2%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	113	95	12	0	0	0	0	220
		% de AGENTE	51,4%	43,2%	5,5%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
Total		Recuento	361	198	47	11	8	1	1	627
		% de AGENTE	57,6%	31,6%	7,5%	1,8%	1,3%	,2%	,2%	100,0%

- Un 4.4% de los pacientes con lesiones por explosivo presentaron fracturas vertebrales, frente al 3.2% de los pacientes con lesiones por arma de fuego. No podemos descartar que esta diferencia de frecuencia en la muestra observada no se debiese al azar (tabla 33).

Tabla 33. Fracturas vertebrales según agente lesivo.

			FRACTURAS_VERT			
			0	1	2	Total
AGENTE	Explosivo	Recuento	389	16	2	407
		% de AGENTE	95,6%	3,9%	,5%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	213	7	0	220
		% de AGENTE	96,8%	3,2%	,0%	100,0%
Total		Recuento	602	23	2	627
		% de AGENTE	96,0%	3,7%	,3%	100,0%

- En las fracturas de raquis (tabla 34) se vio que un 1,4% de los pacientes con lesiones por arma de fuego presentaron fracturas cervicales, frente al 0,2% de los pacientes con lesiones por explosivos. Con fracturas en raquis torácico se encontraron 4 pacientes (1% de los pacientes con lesiones por explosivos) y no se encontraron fracturas en raquis torácico por arma de fuego. En raquis lumbar un 3,75% de los pacientes con lesiones por explosivos presentaron fracturas frente al 1,8% de los pacientes con lesiones por arma de fuego, sin que podamos descartar que estas diferencias no fuesen debidas al azar

Tabla 34 Frecuencia de fracturas raquídeas según agente lesivo

	Arma de fuego	Explosivo
<b>Fractura columna cervical</b>	1,4%	0,2%
<b>Fractura columna torácica</b>	-	1%
<b>Fractura columna lumbar</b>	1,8%	3,75%

- Agrupando las fracturas de miembros, en los pacientes de nuestra muestra, un 45,9% de los pacientes por arma de fuego presentaban fracturas en miembros frente al 37.3% de los pacientes con lesiones por explosivos, lo que representaba un ligero aumento del riesgo relativo para el grupo de pacientes con lesiones por de arma de fuego 1.1 IC (1.004-1.336)  $p < 0.05$ .
- El porcentaje de pacientes con fracturas en MMSS por arma de fuego fue superior al que presentan los pacientes con lesiones por explosivos (19.1% frente al 17%) sin que podamos descartar que esta diferencia se debiese al azar (tabla 35).

Tabla 35. Fracturas en miembros superiores según agente lesivo.

			FRACTURAS_SUP			
			0	1	2	Total
AGENTE	Explosivo	Recuento	338	62	7	407
		% de AGENTE	83,0%	15,2%	1,7%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	178	40	2	220
		% de AGENTE	80,9%	18,2%	,9%	100,0%
Total		Recuento	516	102	9	627
		% de AGENTE	82,3%	16,3%	1,4%	100,0%

Desglosando cada tipo de fractura en miembros superiores, según el agente lesivo, se encontraron las siguientes diferencias en frecuencia, sin que ninguna de ellas alcanzase el grado de significación estadística requerido en nuestro estudio (tabla 36):

Tabla 36. Frecuencia de fracturas en miembros superiores según agente lesivo

	Arma de fuego	Explosivo
<b>Fractura carpo/muñeca</b>	6.4%	7,6%
<b>Fractura antebrazo/codo</b>	5,5%	5,5%
<b>Fractura diafisaria húmero</b>	3,6%	2,6%
<b>Fractura hombro / escápula</b>	2.3%	1,5%
<b>Fractura clavícula</b>	2.3%	1,5%

- De la misma forma, la frecuencia de fracturas en miembros inferiores fue superior en el grupo de pacientes por arma de fuego (28.2%) que en el grupo de pacientes con lesiones por explosivos (24.6%) sin alcanzar la significación estadística requerida en nuestro trabajo.

Tabla 37. Fracturas en miembros inferiores según agente lesivo.

		FRACTURAS_INF							
		0	1	2	3	4	5	Total	
AGENTE	Explosivo	Recuento	307	71	14	7	6	2	407
		% de AGENTE	75,4%	17,4%	3,4%	1,7%	1,5%	,5%	100,0%
	Arma de fuego	Recuento	158	56	6	0	0	0	220
		% de AGENTE	71,8%	25,5%	2,7%	,0%	,0%	,0%	100,0%
Total		Recuento	465	127	20	7	6	2	627
		% de AGENTE	74,2%	20,3%	3,2%	1,1%	1,0%	,3%	100,0%

En las fracturas de miembros inferiores, un 3,6% de los pacientes con lesiones por arma de fuego presentaron fracturas de pelvis / cadera frente al 2,5% de los pacientes con lesiones por explosivo, diferencia no significativa en nuestra muestra.

Se encontraron 1.9 veces más fracturas diafisarias de fémur por arma de fuego que por explosivos IC (1.01-3.8)  $p < 0,05$ .

Tabla 38 Frecuencia de fracturas en miembros inferiores según agente lesivo.

	Arma de fuego	Explosivo	
<b>Fractura pelvis/cadera</b>	3,6%	2,5%	$p > 0,05$
<b>Fractura diafisaria fémur</b>	7,7%	3,9%	$p < 0,05$
<b>Fractura rodilla / diafisaria de tibia</b>	11,8%	13,5%	$p > 0,05$
<b>Fractura tobillo</b>	1,4%	7,1%	$p < 0,05$
<b>Fractura calcáneo</b>	0,9%	4,9%	$p < 0,05$
<b>Fractura tarso excluyendo calcáneo</b>	5,5%	5,9%	$p > 0,05$

En nuestra muestra no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de fracturas de rodilla / tibia por explosivos (13,5%) comparadas con las producidas por arma de fuego (11,8%). Esta tendencia se repite en las fracturas de tarso excluyendo calcáneo por explosivos (5,9%) comparadas con las registradas en pacientes con lesiones por arma de fuego (5,5%).

Se registraron diferencias con significación estadística en la frecuencia de fracturas de tobillo por explosivos, que fue 5.2 veces mayor que la observada por arma de fuego. IC (1.6-16.9)  $p < 0,001$  y en la frecuencia de fracturas de calcáneo por explosivos que fue 5.4 veces mayor que por arma de fuego. IC (1.2-22.9)  $p < 0,05$ .

## LUXACIONES

Se encontraron dos casos de luxación de codo, uno por cada agente causal. Las luxaciones glenohumorales se diagnosticaron solamente en el grupo de pacientes de lesiones por explosivos, con 6 pacientes (1.5% de los pacientes con lesiones por explosivos). Solo se registraron tres casos más de otras luxaciones, dos por explosivos y una por arma de fuego.

### 14.6.2. Grupos de lesiones según empleo o no de medidas de protección pasiva

Por grupos de lesiones heridas, esguinces y contusiones, fracturas, amputaciones y luxaciones, según el paciente perteneciese a un grupo que dispusiese de medidas de protección pasiva (ISAF) o no (civiles, ANA y ANP) se encontraron las lesiones resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 39. Registro por cada grupo de lesiones según los pacientes perteneciesen a un grupo que no empleaba medidas de protección pasiva (Civiles + ANA + ANP) o que si disponía de ellas (ISAF)

Grupos lesiones	ANA, ANP y Civiles	ISAF
Heridas	532	124
Contusiones / esguinces	189	207
Fracturas MMSS	95	25
Fr vertebrales	22	5
Fracturas MMII	163	59
Amputaciones	36	7
Luxaciones	6	5
Quemados	18	13
<b>TOTAL</b>	<b>1061</b>	<b>445</b>

## QUEMADOS

En cuanto a la presencia de quemaduras según el paciente dispusiese de MPP, se atendieron un 3% más de pacientes con quemaduras del grupo (civiles ANA y ANP) que no empleaba medidas de protección pasiva que en el grupo que si disponía de ellas (ISAF) (7,1% vs 3,1%  $p=0,11$ ), diferencia por tanto sin significación estadística en nuestro estudio (tabla 41).

Tabla 40. Pacientes quemados según disponibilidad de medidas de protección pasiva.

Filialción_cat2			Lesión Quemado		Total
			No	Sí	
ANA + ANP + Civiles	Recuento		425	18	443
	%		95,9%	4,1%	100,0%
ISAF	Recuento		171	13	184
	%		92,9%	7,1%	100,0%
Total	Recuento		596	31	627
	%		95,1%	4,9%	100,0%

## HERIDAS

Se encontraron 1.6 veces más heridas en los pacientes que no disponían de medidas de protección pasiva (IC 1.3-1.9)  $p < 0.001$  (figura 53)

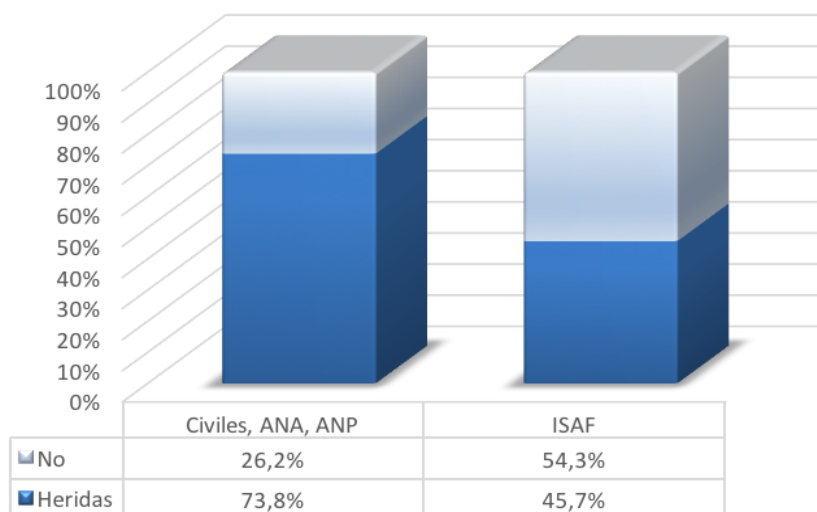


Figura 53. Porcentaje de pacientes que presentaban heridas en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA+ ANP+Civiles).

## CONTUSIONES / ESGUINCES

En nuestra muestra, la presencia de esguinces y contusiones en el grupo de pacientes que si empleaban medidas de protección pasiva se recogió 1.9 veces más que en los pacientes que no empleaban estas medidas IC (1.6-2.3)  $p < 0.001$  (tabla 41 y figura 54).

Tabla 41. Esguinces / contusiones en los pacientes por grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA+ ANP+Civiles).

		Contusiones / esguinces		Total	
		Sí	No		
Filiación	ISAF	Recuento	108	76	184
		%	58,7%	41,3%	100,0%
	ANA + ANP +Civiles	Recuento	132	311	443
		%	29,8%	70,2%	100,0%
Total		Recuento	240	387	627
		%	38,3%	61,7%	100,0%

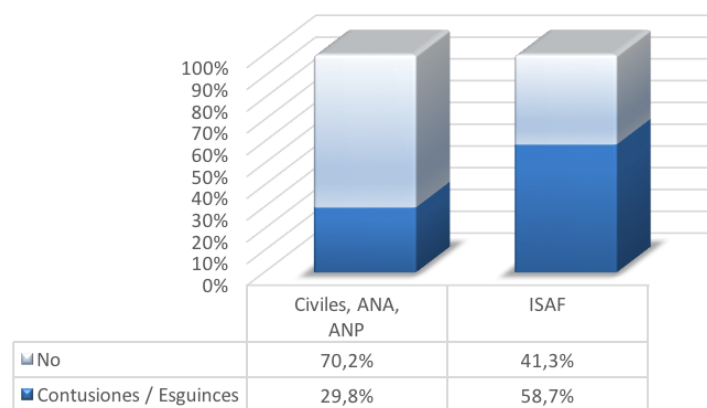


Figura 54. Porcentajes de pacientes que presentaron contusiones / esguinces en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles).

## FRACTURAS

En la muestra estudiada, los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva presentaron 1.3 veces menos fracturas que los pacientes que no las empleaban IC (1.1-1.4)  $p < 0.001$ .

Tabla 42. Fracturas en los pacientes por grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles).

			Fracturas		Total
			No	Sí	No
Filiación	ISAF	Recuento	126	58	184
		%	68,5%	31,5%	100,0%
	ANA, ANP y Civiles	Recuento	235	208	443
		%	53,0%	47,0%	100,0%
Total		Recuento	361	266	627
		%	57,6%	42,4%	100,0%

- Los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva presentaron 1.5 veces más fracturas en miembros que los pacientes que si empleaban estas medidas (IC 1.1-1.8)  $p < 0.001$  (figura 55).

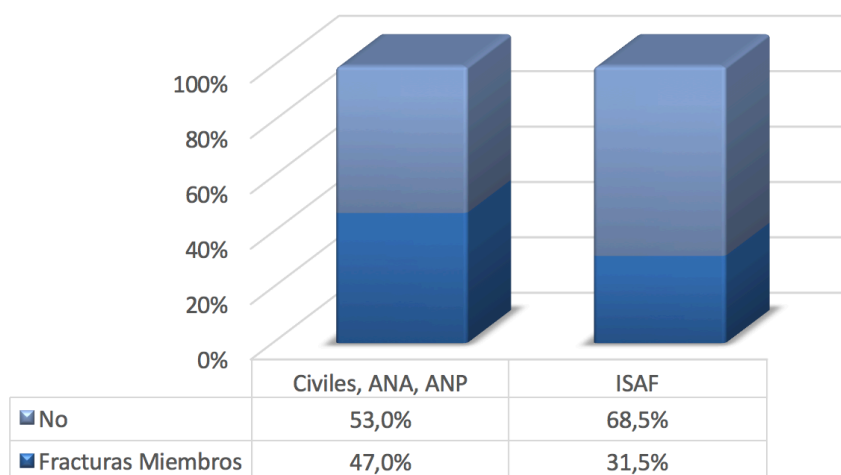


Figura 55. Porcentaje de pacientes que presentaron fracturas en miembros en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles).

- En nuestra muestra no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de fracturas de miembros superiores (MMSS) según los pacientes empleasen o no medidas de protección pasiva. En el grupo de pacientes que no disponían de medidas de protección pasiva (civiles ANA y ANP), un 19,4% presentaron fracturas en MMSS frente al 13,6% de los pacientes que las presentaron en el grupo ISAF con medidas de protección pasiva. (fig. 56)

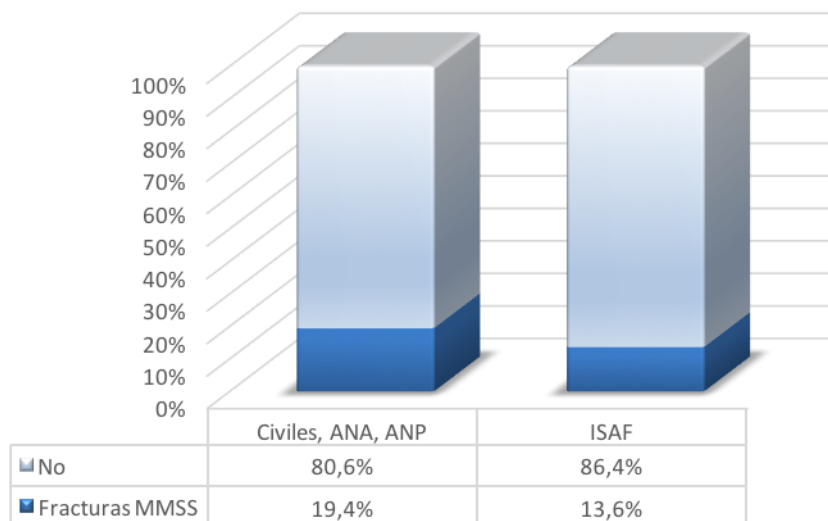


Figura 56. Porcentaje de pacientes que presentaron fracturas en miembros superiores en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles).

- El 4,5% de los pacientes que no empleaban MPP sufrieron fracturas vertebrales, frente al 2,7% entre los pacientes que si las empleaban. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa. (fig. 57)

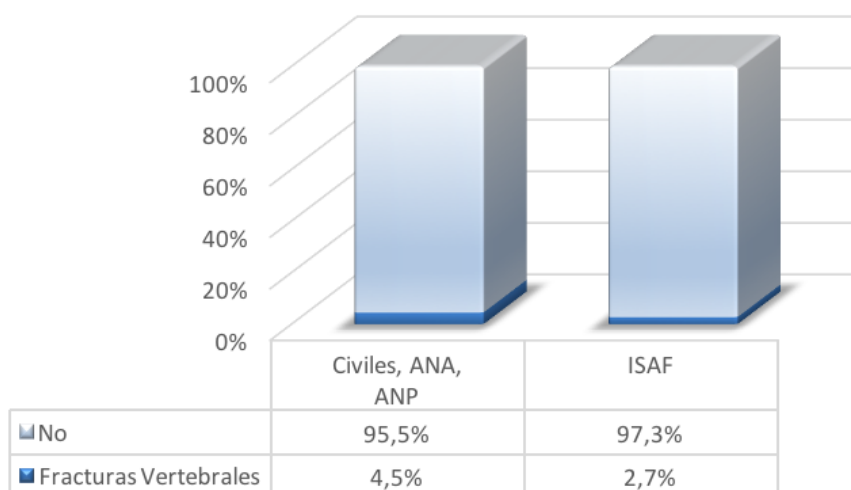


Figura 57. Porcentaje de pacientes que presentaron fracturas vertebrales en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA, ANP y Civiles).

- Esta es la misma tendencia que se observó en las fracturas de miembros inferiores, los pacientes que no las empleaban presentaron fracturas en MMII en un 27,8% de los casos frente al 21,2% de los pacientes que las registraron entre los que si empleaban medidas de protección, sin que podamos descartar que esta diferencia se deba al azar. (fig. 59)



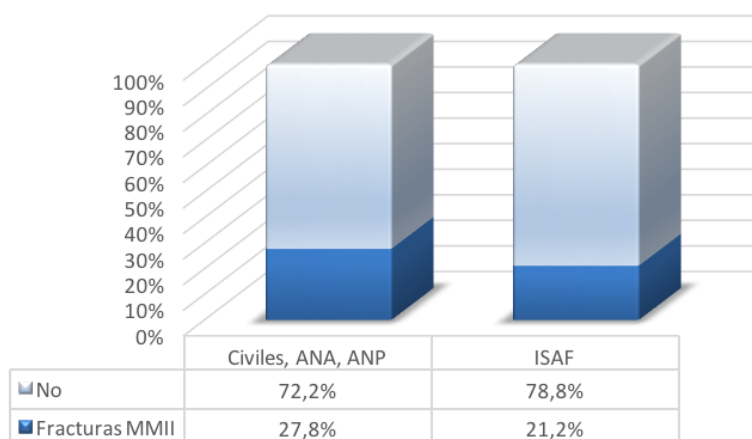


Figura 58. Porcentaje de pacientes que presentaron fracturas en miembros inferiores en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA+ ANP + Civiles).

## 14.7. Amputaciones según agente lesivo, medidas de protección pasiva y relación con índices de gravedad.

En la muestra estudiada, los pacientes con lesiones por explosivo presentaron 2.8 veces más amputaciones traumáticas que los pacientes con heridas por arma de fuego IC (1.2-6.7)  $p < 0.05$ .

El grupo de pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva presentó 2.7 veces más amputaciones que el grupo que si disponía de estas medidas (IC 1.8-6.9)  $p < 0.05$

Tabla 43. Grupos según disponibilidad de medidas de protección pasiva y amputaciones.

			Amputaciones		
			Sí	No	Total
Filiación	ANA, ANP y Civiles	Recuento	33	410	443
		% de Filiación	7,4%	92,6%	100,0%
	ISAF	Recuento	5	179	184
		% de Filiación	2,7%	97,3%	100,0%
Total	Recuento	38	589	627	
	% de Filiación	6,1%	93,9%	100,0%	

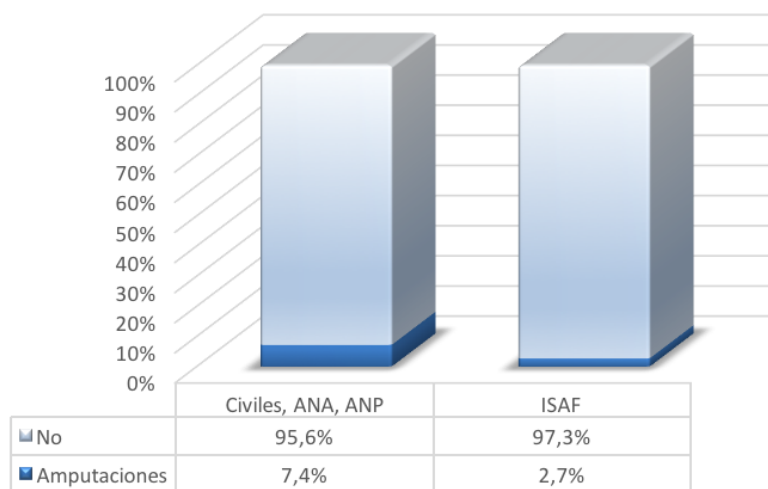


Figura 59. Porcentaje de pacientes que presentaron amputaciones en los grupos según empleasen medidas de protección pasiva (ISAF) o no (ANA+ ANP+ Civiles).

Las amputaciones del tarso se encontraron en un 1.5% de los pacientes con lesiones por explosivos, frente a ningún caso en los pacientes por arma de fuego, en amputaciones de la pierna por debajo de la rodilla tampoco se encontraron amputaciones por arma de fuego, frente a un 2% de los pacientes con lesiones por explosivos; las amputaciones de MMII sobre la rodilla se encontraron en un 0,5% entre los pacientes con lesiones por arma de fuego y en el 1,5% de los pacientes con lesiones por explosivos. Se registraron 6 amputaciones de la mano por explosivo (1,5% de los pacientes de los pacientes con lesiones por explosivos) frente a ningún paciente por arma de fuego. Solo hubo un caso de amputación de antebrazo y fue por arma de fuego.

En nuestra muestra no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las frecuencias de amputaciones menores (dedos de la mano o pie) por explosivo (2.9% de los pacientes) comparado con las producidas por arma de fuego (1.3%).

Tabla 44. Rango y mediana ISS y NISS pacientes con amputaciones traumáticas

	Mediana ISS	Rango	Mediana NISS	Rango
<b>TOTAL (n=627)</b>	8	(1-57)	8	(1-57)
<b>Amputación traumática (n=38)</b>	25	(4-52)	29,5	(5-57)
<b>Resto (n=589)</b>	8	(1-57)	9	(1-56)

La mediana en los índices de gravedad ISS e NISS en los pacientes con amputación traumática fue de 25 y 29,5 respectivamente frente a 8 y 9 que fueron las medianas de ISS y NISS que presentaron el resto de pacientes de la muestra (tabla 44)

Tabla 45. Índice de gravedad ISS según presencia de amputación traumática

		ISS			
		1-15	>15	Total	
Amputación	SI	Recuento	9	29	38
		%	23,7%	76,3%	100,0%
	NO	Recuento	466	123	589
		%	79,1%	20,9%	100,0%
Total		Recuento	475	152	627
		%	75,7%	24,3%	100,0%

Los pacientes con amputación traumática presentaron índices de gravedad ISS y NISS graves (>15) en un 76,3 % de los pacientes frente al 20,9 % y 26,3 % de los pacientes que presentaron estos índices de gravedad ISS y NISS respectivamente sin presentar esta lesión. (p<0,00001).

Tabla 46. Índice de gravedad NISS según presencia de amputación traumática.

		NISS			
		1-15	>15	Total	
Amputación	SI	Recuento	9	29	38
		%	23,7%	76,3%	100,0%
	NO	Recuento	434	155	589
		%	73,7%	26,3%	100,0%
Total		Recuento	443	184	627
		%	70,7%	29,3%	100,0%

## 14.8. Índices de gravedad en pacientes con fracturas abiertas por explosivos

Los pacientes con fracturas abiertas por explosivos presentaron un ISS grave 4.4 veces más frecuentemente que el resto de pacientes IC 95% (2,8-7)  $p < 0.001$

*Tabla 47 Puntuación ISS según presente o no fracturas abiertas por explosivo*

			ISS		Total
			ISS 1-15	ISS >15	Sí
FR ABIERTA EXPLOSIVOS	SI	Recuento	22	31	53
		%	41,5%	58,5%	100,0%
	NO	Recuento	454	120	574
		%	79,1%	20,9%	100,0%
Total		Recuento	38	589	627
		%	6,1%	93,9%	100,0%

Los pacientes con fracturas abiertas por explosivos presentaron un NISS grave 4.9 veces más que el resto de pacientes IC 95% (3.2-7.6)  $p < 0.001$ .

*Tabla 48 Fracturas abiertas por explosivo y NISS*

			NISS		Total
			NISS 1-15	NISS >15	Sí
Fractura abierta por explosivos	SI	Recuento	22	31	53
		%	41,5%	58,5%	100,0%
	NO	Recuento	454	120	574
		%	79,1%	20,9%	100,0%
Total		Recuento	38	589	627
		%	6,1%	93,9%	100,0%



## 15. Discusión



Como ya se ha comentado, este estudio pretende analizar la relación de las lesiones osteomusculares por arma de fuego y explosivo en un conflicto asimétrico con los índices de gravedad de los pacientes, describir de forma pormenorizada las lesiones subsidiarias del tratamiento por parte del cirujano ortopédico, registrar las medidas diagnóstico terapéuticas empleadas y cuantificar las lesiones específicas en los pacientes atendidos en el hospital militar español Role 2 desplegado en Herat (Afganistán).

## 15.1. Aspectos generales

El periodo elegido es el de mayor incidencia de bajas de combate en la guerra de Afganistán. Como se aprecia en la figura 60, el número de pacientes atendidos durante periodo de estudio refleja una tendencia similar a la que presentaron los muertos en combate pertenecientes a la coalición. Así mismo en la figura se compara con los fallecidos por IED, curva de una tendencia similar durante el periodo.

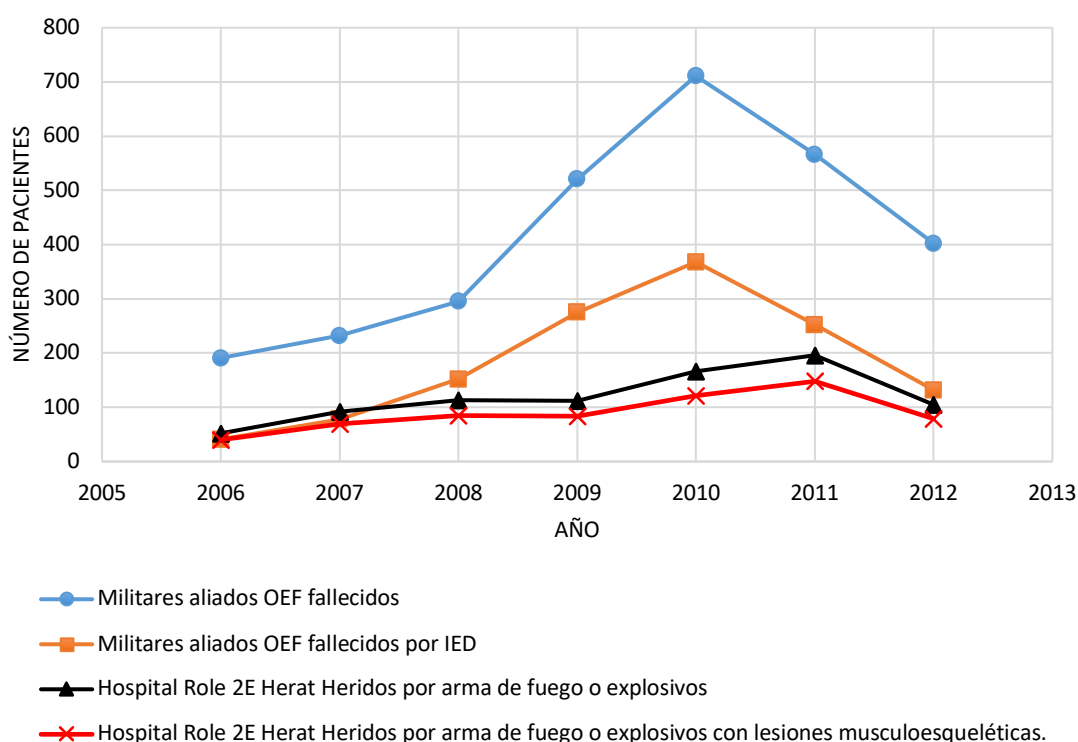


Figura 60. Número de fallecidos OEF(Afganistán) y número de pacientes atendidos Hospital Role 2 E Herat.

Modificado de [www.css.ethz.ch](http://www.css.ethz.ch) Center for Security Studies, ETH Zurich. Fuente: [www.icasualties.org](http://www.icasualties.org) y datos propios.

En nuestra muestra un tercio de los pacientes son militares miembros de la coalición internacional ISAF, la mitad de los pacientes son miembros de las fuerzas de seguridad afganas ANA y ANP y la quinta parte restante son civiles afganos (figura 36)

El que la mayoría de los pacientes sean locales, se repite en los estudios sobre hospitales militares en áreas de conflicto asimétrico. Como ya se ha dicho esto tiene una especial importancia en cuanto al seguimiento, ya que deben emplearse tratamientos adecuados y que se adapten a las posibilidades del sistema sanitario local<sup>142</sup>. Este hecho hace aconsejable que, dentro de las labores de reconstrucción, debe desarrollarse precozmente una infraestructura sanitaria local capaz de llevar a cabo esta tarea por si misma<sup>68,93,337,339</sup>.

En cuanto a la edad, un 60% de los pacientes tienen edades entre 20 y 29 años. Por encima de 44 años solo encontramos al 3,1% de los pacientes (figura 36). Esta distribución por

edades parece estar en relación con la procedencia de los pacientes: un 78% del total pertenecen a las fuerzas militares o de seguridad (figura 36) en edad activa y jóvenes en su mayoría, y por otro lado a la pirámide de población de Afganistán de amplia base, progresiva o expansiva (ilustración 26).

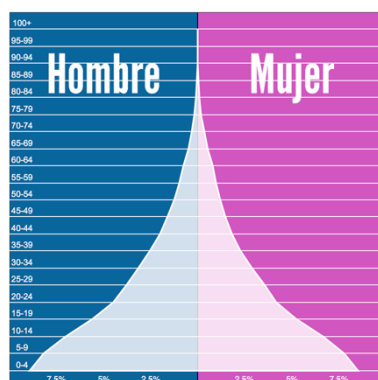


Ilustración 26. Pirámide de población de Afganistán, año 2011.

Modificado de: Naciones Unidas, Departamento de asuntos económicos y sociales, división de población. Proyecciones de población mundial revisión año 2015.<sup>340</sup>

Es llamativo que solo hay 26 pacientes mujeres. Las causas de este hecho se justifican en el bajo porcentaje de mujeres en las unidades aliadas, aproximadamente un 12%; por el mínimo porcentaje de mujeres en las fuerzas de seguridad locales (en 2011 había registradas un total de 310 mujeres en todo el ANA y 132 mujeres en la ANP destinadas en la región oeste de Afganistán)<sup>341</sup> y por el hecho de que entre los pacientes atendidos clasificados como civiles se encuentren también miembros de grupos irregulares (insurgencia, grupos paramilitares no uniformados, etc.) en los que la presencia de las mujeres es anecdótica. Esta distribución por sexos es compartida en estudios similares. La misma distribución por sexos se comparte en los estudios de conflictos asimétricos desde la invasión soviética de Afganistán, la guerra en la antigua Yugoslavia y el conflicto palestino-israelí, probablemente por los mismos motivos comentados<sup>49,342-344</sup>.

En los artículos referidos a ataques únicos contra población civil las proporciones varían. Por ejemplo, un 41% de los pacientes atendidos en los hospitales de Madrid tras el ataque del 11 de marzo de 2004 eran mujeres<sup>162</sup>.

Si llama la atención en nuestro estudio que exista una diferencia estadísticamente significativa en el agente etiológico según el sexo del paciente.

En nuestra muestra las mujeres presentaron lesiones por explosivos en el 88% de los casos, frente al 64% de los hombres  $p < 0,05$  (tabla 10). Las causas pueden ser dos; por un lado, el bajo número de mujeres de la muestra puede introducir un sesgo de admisión (Berkson), ya que parecería que ser hombre es un factor de protección para lesiones por explosivo y factor de riesgo para lesiones por arma de fuego. Por otro lado, los explosivos son el método preferido para atacar contra población civil, donde la mujer tiene una proporción mucho mayor que en las fuerzas de seguridad.

### Sexo del paciente y agente lesivo

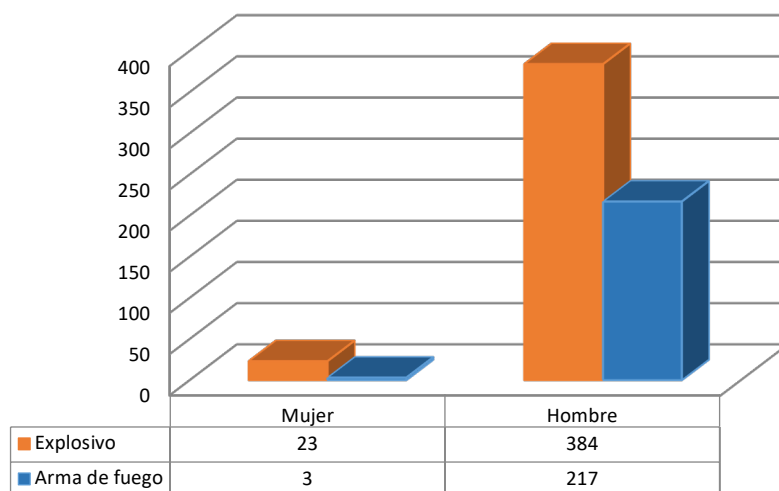


Figura 61 Sexo del paciente y agente lesivo.

En este trabajo, el agente etiológico es el explosivo en el 65% de los casos y el arma de fuego en el 35% restante.

En el grupo de pacientes afganos (ANA, ANP y civiles) que no disponían de medidas de protección pasiva, hubo un mayor porcentaje de heridos por arma de fuego en comparación con los pacientes de la coalición ISAF que sí disponía de medidas de protección pasiva (figura 39). Esto puede traducir que el uso de medidas de protección pasiva es efectivo para evitar las lesiones por arma de fuego y que este grupo de pacientes (ISAF) es principalmente atacado mediante el uso de explosivos.

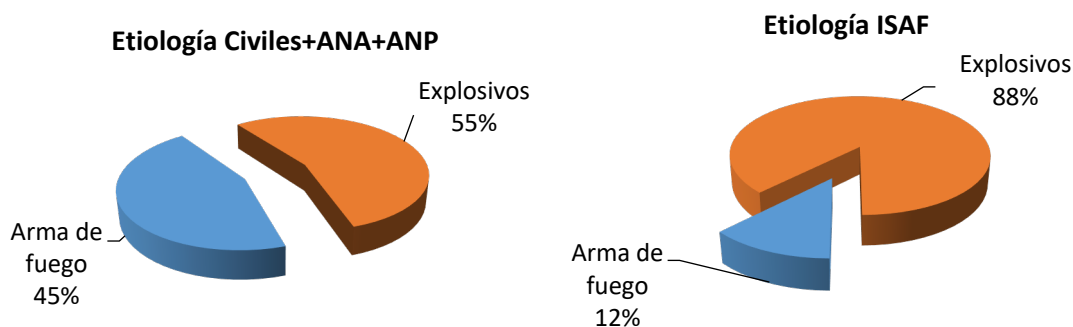


Figura 62. Etiología de las lesiones según la filiación de los pacientes: grupo ANP + ANA + Civiles y grupo ISAF



El explosivo es el agente lesivo más frecuente en los estudios publicados sobre las guerras de los últimos 30 años (tabla 49). Las únicas excepciones serían los estudios de Martinovic<sup>69</sup> publicado en 2008 y de Cicvaric<sup>345</sup> publicado en 2011 sobre la guerra en la antigua Yugoslavia, en concreto la guerra de Bosnia (1991-1995) en los que el arma de fuego fue el agente etiológico mayoritario, probablemente por ser pacientes recogidos en un entorno de guerra con contendientes que se enfrentaron empleando principalmente métodos convencionales y con gran implicación de la población civil.

El grupo de **Martinovic** y colaboradores<sup>69</sup> expuso en 2008 la experiencia de un hospital improvisado y a solo 1200 metros de la línea de frente, durante la guerra de Bosnia-Herzegovina durante los años 1993-1994, en condiciones de aislamiento y austeridad extremas. Se recogieron 2500 pacientes, la edad media fue de 31.5 años, el agente lesivo más frecuente fue el traumatismo por proyectiles de arma de fuego. Es muy importante señalar como diferencias con nuestro estudio, primero, que este estudio recoge todo tipo de lesiones y no solo las ortopédicas o aquellas que afectan al aparato locomotor, y segundo, que se recogieron casos de civiles y de militares, pero que esta diferencia, según nos dice el propio autor en muchas ocasiones era difícil de establecer, por lo tanto el autor no hizo diferencias entre los pacientes tratados y no podemos conocer la influencia que pudo tener el empleo de medidas de protección pasiva.

En 2016 **Edwards**<sup>10</sup> realizó un metaanálisis que incluía 58095 atentados terroristas en los últimos 43 años según recoge la base de datos global sobre terrorismo (*Global Terrorism Database*) y un total de 41 artículos acerca de 167 ataques terroristas. La etiología se distribuía según el siguiente gráfico (figura 63), que se asemeja mucho a las proporciones encontradas en los pacientes de nuestro estudio, especialmente en aquellos que no disponían de medidas de protección pasiva (figura 62).

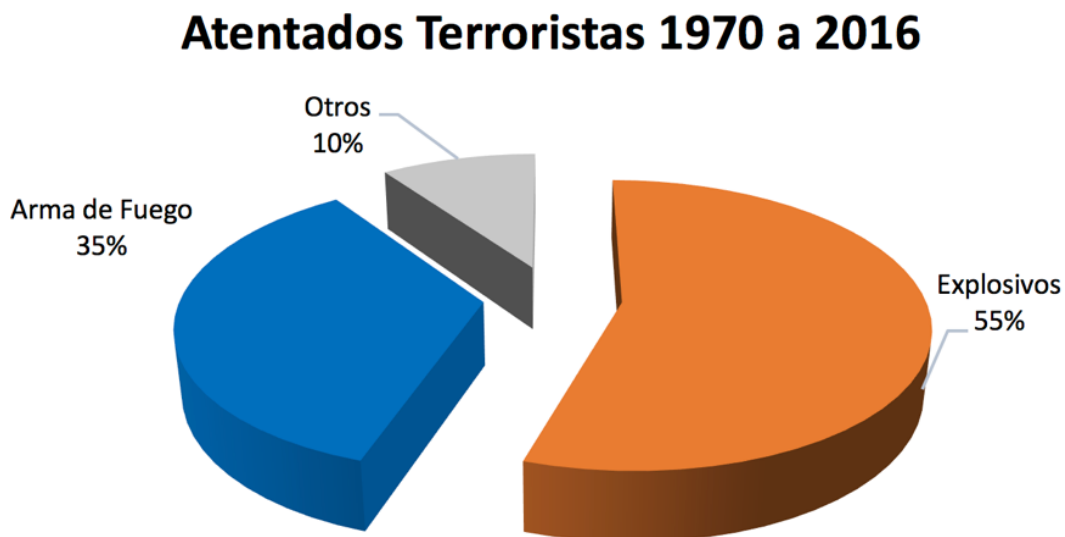


Figura 63 Agente lesivo en Atentados Terroristas desde 1970

Explosivos 62.968 atentados. Arma de fuego 40.310 atentados. Otros 11.160 atentados. Modificado de<sup>10,11</sup>

Tabla 49. Agente lesivo más frecuente en conflictos bélicos recientes

Autor	Notas	Periodo	Conflicto	Número Pacientes	Civil o Militar	Agente Lesivo más frecuente	Frecuencia
Nasir	§	1978-1999	Afganistán	3098	Civiles	Explosivos	65%
Cicvaric		1991-1995	Yugoslavia	123	Civiles y militares	Arma de fuego	62%
Villanueva		1992-1994	Yugoslavia	39	Militares	Explosivos	92%
Villalonga		1992-1994	Yugoslavia	42	Militares	Explosivos	64%
Martinovic		1993-1994	Yugoslavia	2500	Civiles y militares	Arma de fuego	56%
Sheffy		2000-2004	Israel	533	Civiles y militares	Explosivos	61%
Weil	◇ ¶	2000-2005	Israel	1331	Civiles y militares	Explosivos	52%
Peleg	◇ @	2000-2002	Israel	1155	Civiles y militares	Explosivos	54%
Owens	& §	2001-2005	Irak- Afganistán	1281	Militares	Explosivos	73%
Eastridge	[+]	2001-2011	Irak- Afganistán	4576	Militares	Explosivos	74%
Hoencamp	#	2001-2013	Irak- Afganistán	19750	Militares	Explosivos	72%
Reavley		2003-2004	Irak	66	Militares	Explosivos	68%
Murray		2003-2004	Irak	355	Civiles y militares	Explosivos	78%
Brethauer		2003-2005	Afganistán	875	Militares	Explosivos	68%
Schoenfeld		2003-2011	Irak- Afganistán	472	Militares	Explosivos	69%
Le	& *	2003-2014	Irak- Afganistán	30364	Militares	Explosivos	51%
Dougherty		2004-2005	Irak	665	Militares	Explosivos	82%
Navarro Suay		2005-2008	Afganistán	256	Civiles y militares	Explosivos	71%
Belmont	&	2005-2009	Afganistán	7877	Militares	Explosivos	74%
Rodríguez Moro		2005-2013	Afganistán	627	Civiles y militares	Explosivos	65%
Belmont		2006-2007	Irak	176	Militares	Explosivos	81%
Hoencamp		2006-2010	Afganistán	1101	Civiles y militares	Explosivos	55%
Bird		2006-2007	Irak- Afganistán	500	Militares	Explosivos	46%
Torres Leon		2009-2012	Afganistán	15	Militares	Explosivos	53%
Ziembra		2010-2012	Afganistán	331	Militares	Explosivos	70%

§ Guerra Soviético- Afgana

◇ Revisión Registro de patología traumática de Israel.

¶ Explosivos 52%, Arma de fuego 41%, Otros 7% .

@ Explosivos 54%, Arma de fuego 36% , Otros 10% .

& Revisión JTTR.

§ Explosivos 73%, Arma de fuego 16%, Otros 3%.

[+] Examen retrospectivo de autopsias a militares fallecidos en combate

# Revisión sistemática de publicaciones sobre la guerra de Irak y Afganistán. 72% explosivos, 18% arma de fuego, 10% otros.

\* Incluye pacientes con traumatismos no de combate 25,8%, accidentes de tráfico 10% y bajas en combate 64,2%,

de los cuales por Explosivo 50,8%, por arma de fuego 13,4%

*Datos tomados de los trabajos de los autores: Nasir<sup>346</sup>, Cicvaric<sup>345</sup>, Villanueva<sup>347</sup>, Villalonga<sup>348</sup>, Martinovic<sup>69</sup>, Sheffy<sup>349</sup>, Weil<sup>21</sup>, Peleg<sup>12</sup>, Owens<sup>350</sup>, Eastridge<sup>68</sup>, Hoencamp<sup>342</sup>, Reavley<sup>351</sup>, Murray<sup>343</sup>, Brethauer<sup>352</sup>, Schoenfeld<sup>39</sup>, Le<sup>36</sup>, Dougherty<sup>37</sup>, Navarro<sup>49</sup>, Belmont<sup>353, 354</sup>, Hoencamp<sup>355</sup>, Bird<sup>2007</sup><sup>356</sup>, Torres<sup>357</sup>, Ziembra<sup>344</sup>.*

*Para el orden, se ha tomado el periodo estudiado clasificado cronológicamente de más antiguo a más reciente*

De todos los trabajos recogidos en la tabla 49, además del trabajo de Navarro Suay, sobre la primera parte de pacientes de nuestra serie, el trabajo con mayor similitud al presente estudio es el trabajo de Hoencamp y cols. de 2014, en el que se recoge la experiencia del hospital militar Role 2 holandés desplegado en el Sureste de Afganistán durante el periodo 2006 a 2010.

El artículo de **Navarro Suay** y cols. publicado en 2012<sup>49</sup> es un estudio retrospectivo sobre 256 pacientes con heridas por arma de fuego y explosivos tratados en el Hospital Militar español de Herat, Afganistán de 2005 a 2008.

La distribución del agente causal dibuja una tendencia levemente diferente, ya que, si en el trabajo de Navarro se presentaron un 71% de pacientes con lesiones por explosivos y un 29% por arma de fuego, en nuestra serie, los porcentajes eran del 65% y 35% respectivamente (figura 38).

En uno de los trabajos publicados por **Hoencamp** y cols. en 2014<sup>355</sup>, los autores consultan los registros clínicos del hospital militar holandés desplegado al sur de Afganistán, encontrando 1101 pacientes civiles y militares con lesiones por explosivo y por arma de fuego (todo tipo de lesiones, no solo en aparato locomotor y estructuras asociadas)

El 33% de los pacientes fueron fuerzas de seguridad Afganas ANA y ANP, un 42% civiles afganos y un 25% militares de la coalición ISAF, una distribución muy similar a la encontrada en nuestro estudio (figura 35).

En el estudio de Hoencamp, como en el nuestro, se aprecia una diferencia en la etiología según el grupo emplease o no medidas de protección pasiva.

Tabla 50. Comparación agente lesivo con el estudio de Hoencamp.

	Hoencamp 2014	ROLE 2E Herat 2006-2013
<b>Lesiones por explosivos</b>		
<b>ISAF</b>	69%	87,5%
<b>Civiles, ANA, ANP</b>	50,1%	54,4%
<b>Lesiones por arma de fuego</b>		
<b>ISAF</b>	14,9%	12,5%
<b>Civiles, ANA, ANP</b>	41,2%	44,5%

Hoencamp y colaboradores también publicaron en 2014 una revisión sistemática de las publicaciones sobre Irak y Afganistán<sup>342</sup> para analizar la prevalencia de las bajas, el mecanismo lesivo y la localización anatómica de las lesiones, desde 2001 hasta diciembre de 2013. Incluyeron 8 artículos con un total de 19.750 bajas en combate. El mecanismo lesivo fue arma de fuego en un 18% de las lesiones, 72% explosivos y otros mecanismos un 10% (accidentes aeronáuticos o de tráfico principalmente). La distribución anatómica fue cabeza y cuello 31%, tronco 27%, extremidades 39% y otros un 3%. Concluyeron que el mecanismo lesivo y la localización anatómica difiere de guerras anteriores ya que hay una mayor frecuencia de lesiones por explosivos y una mayor frecuencia de lesiones en cabeza y cuello.

Es uno de los estudios con mayor número de pacientes (militares de las coaliciones aliadas en Irak y Afganistán). Recomienda mejorar los equipos de protección para lesiones en cabeza y cuello y en extremidades. Además, recomienda implementar un sistema único de registro de las lesiones similar al JTTR que además incluya un índice de gravedad como la escala ISS.

## GRUPOS DE LESIONES

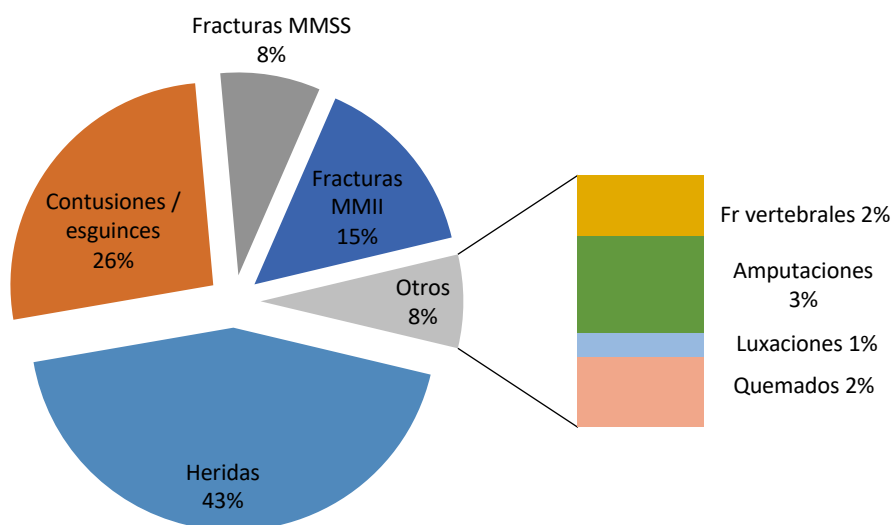
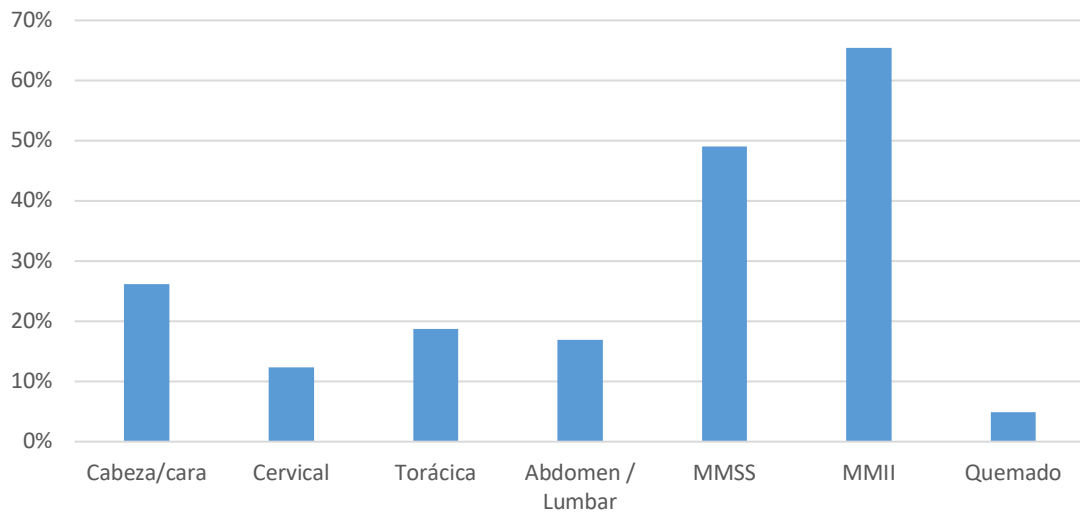


Figura 64. Porcentaje de grupos de lesiones

En nuestro estudio, por grupos de lesiones la distribución puede apreciarse en la figura 64, el grupo más frecuente fue el de las heridas. La distribución por grupos según medias de protección pasiva fue distinta, (tabla 13) mientras que en el grupo que no disponía de MPP lo más frecuente fueron las heridas, en los pacientes que si disponían de MPP el grupo más frecuente fue el de esguinces y contusiones.

El área corporal más frecuentemente afectada fueron los miembros inferiores tanto en número de pacientes que tenían afectada esa área corporal (figura 65 y tabla 14) como en porcentaje de lesiones por área corporal (figura 66 y tabla 14). Esta distribución topográfica está en consonancia con los trabajos publicados acerca de las guerras en los últimos 75 años 6,33,36,68,170,216,342,350.

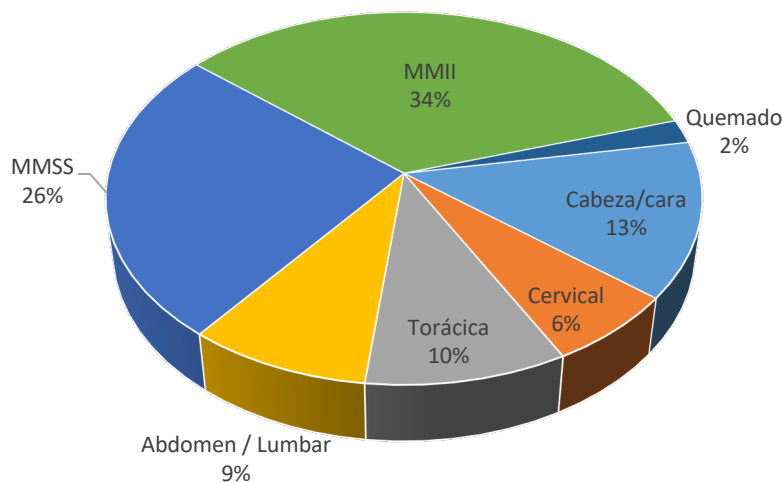
**Porcentaje de pacientes con lesiones por área corporal**



*Figura 65. Porcentaje de pacientes con lesiones por área corporal*

*La suma es mayor que 100% al encontrar un 55% de pacientes con lesiones en dos o más áreas corporales.*

**Porcentaje de lesiones por área corporal**



*Figura 66. Porcentaje de lesiones por área corporal*

Finalmente, en los resultados generales de nuestro trabajo analizamos la mortalidad. Si bien no pudo demostrarse que la diferencia alcanzase el grado de significación estadística requerido, la mortalidad fue mayor en los pacientes con lesiones por explosivo comparados con los que fueron heridos por arma de fuego.

También se aprecia, paradójicamente, una mortalidad mayor en los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva frente a los que no lo empleaban (tabla 15). Es posible que esto se deba a que los pacientes que presentaron más frecuentemente lesiones por explosivos eran también los que disponían de medidas de protección pasiva (el 88% de los pacientes en el grupo ISAF presentan lesiones por explosivo). Sería necesario contar con un tamaño de la muestra aun mayor para comprobarlo.

El trabajo de **Peleg** de 2004<sup>12</sup>, sobre pacientes con lesiones por arma de fuego o explosivos en actos terroristas procedentes del registro nacional de trauma israelí, encontró una mortalidad global del 6,3% sin diferencias significativas en cuanto a la etiología explosivos 5,5% vs arma de fuego 7,8% ( $p=0,11$ ) Si encontró diferencias interesantes en cuanto al momento de la muerte ya que el 97% de los pacientes que fallecieron por arma de fuego lo hicieron el primer día frente al 57% por explosivos.

El grupo de **Martinovic** de 2008<sup>69</sup> recogió una mortalidad hospitalaria de un 7.1%, que se justifica al ser un hospital sitiado que trabajó en unas condiciones extremadamente austeras e improvisadas y que tuvo que enfrentarse además a un brote epidémico de fiebre tifoidea. En aquellos pacientes cuya principal lesión se localizaba en los miembros, el autor comunica una mortalidad hospitalaria del 1.2% y en aquellos con lesiones en múltiples áreas la mortalidad hospitalaria fue del 10.9%, en nuestra muestra la mortalidad hospitalaria fue del 2.3%. A pesar de que no son grupos totalmente comparables y dadas las condiciones antes referidas, la mortalidad hospitalaria parece congruente con la observada en nuestro estudio.

El estudio de **Weil** de 2011<sup>21</sup> encontró, como en nuestro estudio, una mortalidad mayor en los pacientes por explosivos frente a los de arma de fuego 4,6% vs 2,4% sin lograr tampoco la significación estadística requerida ( $p=0,3$ ).

**Hoencamp** y cols. en un artículo de 2014<sup>355</sup> recogen la experiencia del hospital militar Role 2 holandés desplegado en el Sureste de Afganistán durante el periodo 2006 a 2010. La mortalidad que recoge su estudio distingue dos tipos:

- los muertos en combate (*KIA Killed in Action*), aquellos que no llegan con vida al hospital y aquellos pacientes inestables que fallecen durante las maniobras de resucitación iniciales en el Hospital.
- los pacientes muertos por sus heridas (*DOW Died of Wounds*) que son aquellos que fallecen a causa de sus heridas en combate después de haber recibido tratamiento en el hospital.

En nuestro estudio no se incluyeron los pacientes que murieron antes de llegar al hospital, pero si se incluyeron los pacientes inestables que llegando con vida al hospital fallecieron durante las maniobras de resucitación o más tarde durante su estancia en el hospital. En el estudio de Hoencamp la tasa de mortalidad hospitalaria es del 1% (entre los pacientes muertos por sus heridas sin incluir a aquellos que fallecieron durante la reanimación a su llegada al hospital) En nuestro caso, la tasa de mortalidad que correspondería al grupo ISAF (por ser el directamente comparable con el estudio de Hoencamp) es de un 3,3%. Creemos que el diferente criterio de inclusión justifica la desviación en la mortalidad.

## 15.2. Gravedad según agente lesivo y según emplease o no medidas de protección pasiva

La gravedad de los pacientes de nuestra muestra esta resumida en la tabla 16 . En la tabla 17 puede verse como la mayoría de los pacientes no presentan puntuaciones graves (mayores de 15) con mediana de las puntuaciones de los índices de gravedad ISS y NISS de 8.

Un total de 75 pacientes, el 12% del total presentaron un índice de gravedad ISS mayor que 15. En algunos trabajos<sup>37,62,154</sup>, para hablar de pacientes de gravedad moderada, se toma el valor de 8 en estas escalas. Nosotros encontramos 142 pacientes con un índice de gravedad mayor que 8 (22,6%). Nuestro trabajo tomó como punto de corte el valor 15, por ser el más frecuente en los trabajos publicados: las excepciones, además de los mencionados que toman en valor de 8, son algunos de los trabajos que se refieren exclusivamente a pacientes críticos ingresados en unidades de cuidados intensivos, que toman como punto de corte 24.

En el estudio de **Hoencamp** de 2014<sup>355</sup> la mediana del AIS fue de 3, la mediana del ISS fue de 11 (rango 1-75). Llama la atención que en su trabajo haya puntuaciones de 75, es posible que esto se deba a que incluyese los pacientes muertos en combate antes de llegar al hospital (KIA *Killed In Action*) además de aquellos que, aunque fueron atendidos en el ámbito prehospitalario no lograron ingresar con vida (DOW *Died Of Wounds*). Incluir estos pacientes es, probablemente, lo que provoca una diferencia con nuestra mediana en la puntuación ISS en el grupo de pacientes ISAF que empleaban medidas de protección pasiva, que es de 5 (rango 1-57) con AIS mediana de 2 (rango 1-6).

Los pacientes con lesiones por explosivos presentan con mayor frecuencia índices graves que los pacientes con lesiones por arma de fuego (tablas 18 y 19, figuras 67 y 68). Esta tendencia no logró alcanzar el grado requerido de significación estadísticamente en nuestra muestra.

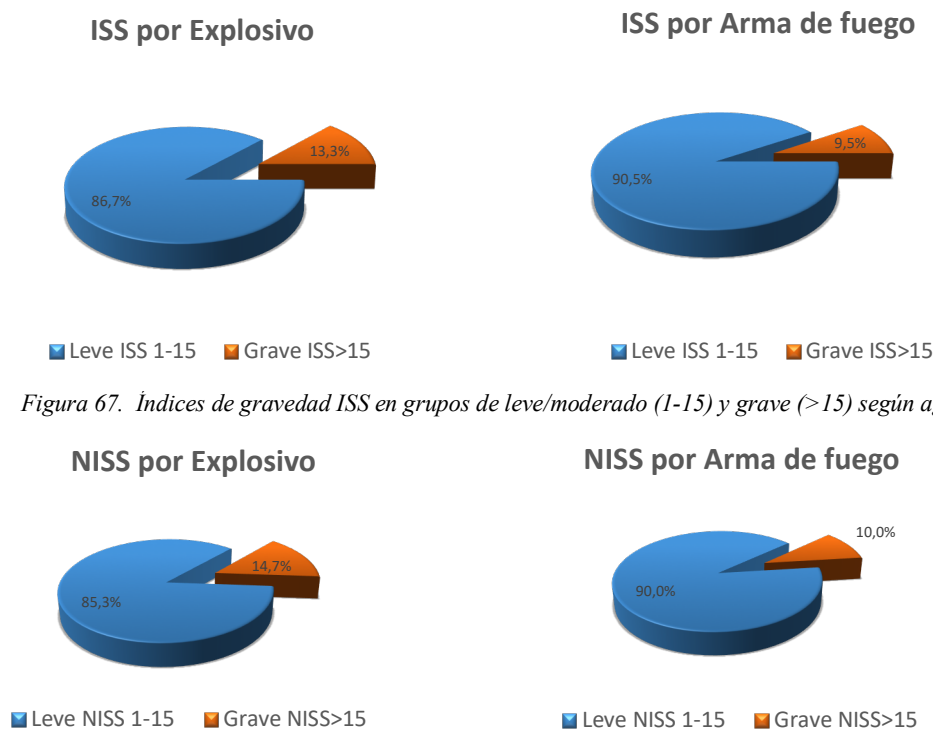
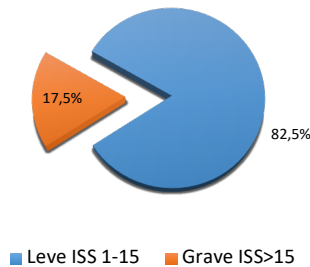


Figura 67. Índices de gravedad ISS en grupos de leve/moderado (1-15) y grave (>15) según agente lesivo.

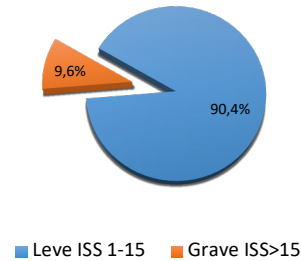
Figura 68. Índices de gravedad NISS en grupos de leve/moderado (1-15) y grave (>15) según agente lesivo.

En el análisis por subgrupos (tablas 20-23, figuras 69-72), en los pacientes que no disponían de MPP (ANA, ANP y civiles) los pacientes con lesiones por explosivos tenían un índice ISS grave (ISS>15) 1.8 veces más frecuentemente que los pacientes con lesiones por arma de fuego. IC (1.09-3.00)  $p<0.05$ .

**Gravedad ISS Explosivo sin MPP  
(Civiles + ANA+ ANP)**



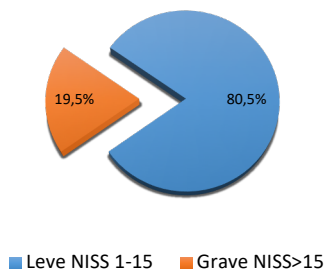
**Gravedad ISS Arma de Fuego sin MPP  
(Civiles + ANA+ ANP)**



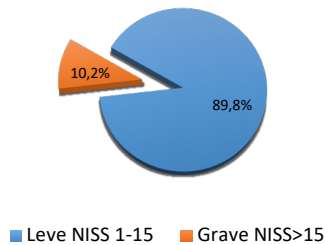
*Figura 69. Índices de gravedad de los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, en grupos leve/moderado (ISS 1-15) o grave (ISS>15) según el agente lesivo ( $p<0,05$ )*

En este mismo grupo de pacientes que no disponían de MPP (ANA, ANP y civiles), aquellos con lesiones por explosivos tenían un índice NISS grave (NISS>15) 1.9 más veces que los pacientes con lesiones por arma de fuego. IC (1.1-3.1)  $p<0.05$ .

**Gravedad NISS Explosivo sin MPP  
(Civiles + ANA+ ANP)**



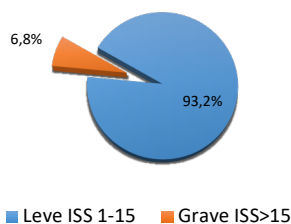
**Gravedad NISS Arma de Fuego sin MPP  
(Civiles + ANA+ ANP)**



*Figura 70. Índices de gravedad de los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva, en grupos leve/moderado (NISS 1-15) o grave (NISS>15) según el agente lesivo ( $p<0,05$ )*

En el grupo de pacientes que empleaban medidas de protección pasiva (ISAF) se encontró un pequeño aumento en el porcentaje de pacientes con índices ISS y NISS graves por arma de fuego frente a los pacientes con lesiones por explosivos, pero sin alcanzarse el nivel de significación estadística requerida (tablas 22 y 23) por lo que no podemos descartar que esa diferencia en torno al 1,5% de más pacientes graves por arma de fuego se debiese al azar. Probablemente es necesario una muestra de un tamaño mayor para encontrar diferencias en todos los grupos.

**Gravedad ISS Explosivo con MPP (ISAF)**



**Gravedad ISS Arma de Fuego con MPP (ISAF)**

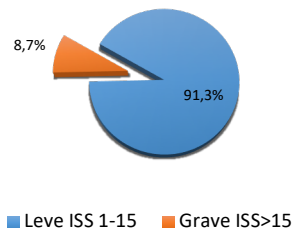
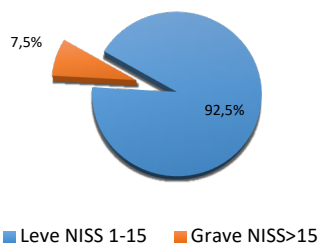


Figura 71. Índices de gravedad de los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva (ISAF), en grupos leve/moderado (ISS 1-15) o grave (ISS >15) según el agente lesivo.

**Gravedad NISS Explosivo con MPP (ISAF)**



**Gravedad NISS Arma de Fuego con MPP (ISAF)**

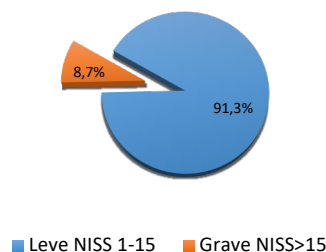


Figura 72. Índices de gravedad de los pacientes que empleaban medidas de protección pasiva (ISAF), en grupos leve/moderado (NISS 1-15) o grave (NISS >15) según el agente lesivo.

El grupo de **Frykberg** publicó en 1988<sup>22</sup> un artículo de revisión sobre 220 atentados terroristas con explosivos que afectaron a una población de 3.357 pacientes. De ellos 2.934 (87%) sobrevivieron en un primer momento al atentado, de ellos 881 (30%) fueron hospitalizados, 40 de ellos (1.4%) murieron durante el ingreso. El índice de gravedad ISS se determinó con los datos disponibles de 1339 pacientes, de ellos 251 se consideraron críticos (18.7%). De entre esta población a la que se pudo otorgar un índice de gravedad, hubo 39 fallecimientos, todos ellos de entre los considerados críticos ISS >15 (la mortalidad en este grupo fue por tanto de 39/251, 12.4%)

El estudio de **Peleg** de 2004<sup>12</sup> muestra los siguientes índices de gravedad según sea el agente lesivo (tabla 51), claramente más graves los pacientes con lesiones por explosivos.

Tabla 51 Gravedad según etiología en el trabajo de Peleg y cols.

	Arma de Fuego	Explosivo
ISS 1-14	75%	73,7%
ISS 16-75	25%	26,4%

*Nótese que el valor de 15 no puede obtenerse en el cálculo de ISS.*

Analizando la gravedad de acuerdo al índice ISS, **Martinovic**<sup>69</sup> en 2008 encontró que de sus pacientes un 43% eran leves (ISS <15) por arma de fuego, 35% leves por explosivos, 13.4% graves (ISS >15) por arma de fuego y 8.3% graves por explosivos, algo muy similar a nuestro estudio, en el que encontramos un 13.3% de pacientes con ISS grave por explosivo frente al 9.5%



por arma de fuego. Como en nuestro estudio, las diferencias de gravedad en cuanto a etiología no alcanzaron significación estadística.

En el trabajo publicado en 2007 por **Weil** y cols. se incluyeron 91 pacientes con 117 fracturas de huesos largos (cubito/radio, húmero, fémur y tibia/peroné) por arma de fuego o explosivos en ataques terroristas en Israel entre 2000 y 2003<sup>358</sup>. Se encontró que, en los pacientes con lesiones por proyectiles de arma de fuego, el ISS medio era de  $12.2 \pm 7.1$  mientras que los que presentaron lesiones por explosivos tenían un ISS medio de  $20 \pm 12.8$ . Esta diferencia es el dato más llamativo de su estudio. Las fracturas en MMII representaron un 75% del total, algo similar a las de nuestro estudio y la fractura tibial supuso el 45% de las lesiones en ambos grupos.

En nuestra muestra recogemos un 45% más de pacientes graves (ISS>15) por explosivos sin que podamos descartar que esa diferencia se debiese al azar. En el grupo de nuestros pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva (que sería el grupo aparentemente más similar al de Weil y cols.) aquellos con lesiones por explosivos tenían un índice grave (ISS>15) 1.8 veces más que los pacientes con lesiones por arma de fuego IC (1.09-3.00)  $p < 0.05$ . (17.5% vs 9.6%).

**Peral** y **Turégano-Fuentes** en 2005<sup>174</sup> publicaron un estudio acerca de los pacientes atendidos el 11 de marzo de 2004 en Madrid. Se recogieron 512 pacientes de distintos hospitales. Hubo un 14% de pacientes con ISS > 15, porcentaje muy parecido al 12% de nuestra serie, que incluye pacientes por explosivo y por arma de fuego, frente a pacientes por explosivos en un entorno confinado como la serie de Peral. La lesión penetrante osteomuscular más frecuente fue la fractura de huesos largos y la fractura maxilofacial.

En la serie de **Ramasamy** de 2008<sup>28</sup>, de 53 bajas afectadas por IEDs de carga hueca conformada en Irak todos los muertos tuvieron un NISS de 75, lo que se asocia a una nula supervivencia independientemente de la atención que pueda practicarse, mientras que los supervivientes tenían una puntuación mediana de 4 en el NISS. Los autores denominaron a este distribución patrón lesivo de todo o nada.

A pesar de la proximidad de la explosión las lesiones por explosión primario solo se encontraron en un 3.7% de los pacientes. Esto sugiere que el componente de explosión en ataques con estos dispositivos no es un factor importante en la etiología de las lesiones encontradas. Se concluía que, las bajas que se encontraban en la trayectoria sufren lesiones incompatibles con la vida mientras que aquellos ocupantes sentados en otra posición tenían lesiones de menos gravedad (se debe recordar que el ECC-AEI es un dispositivo balístico impulsado por un explosivo de carga hueca diseñado para penetrar blindajes, produce un cono de metralla de menor diámetro del que se observa en los explosivos convencionales). Además, las lesiones encontradas fueron en su mayoría producidas por mecanismo secundario ocasionados al ser golpeadas los pacientes por grandes fragmentos.

El estudio de **Dougherty** de 2009<sup>37</sup>, divide los pacientes en dos grupos según su puntuación en la escala ISS en leves 1-8 y graves >8 encontrando 18,6% pacientes graves del total de 935.

Entre los pacientes con lesiones en extremidades 665, 142 (21,4%) presentan un ISS mayor que 8, frente a solamente 32 pacientes (11,9%) con esta puntuación en los que no presentan lesiones en extremidades 270  $p < 0,001$ . Los pacientes con ISS >8 en nuestro trabajo son 142 (22.6%), (ver Tabla 17) una proporción muy similar a la del estudio de Dougherty.

Los autores no estudiaron las diferencias en la escala de gravedad según la etiología fuera por explosivo o arma de fuego. En cambio, en los 665 pacientes con lesiones en extremidades, si comparan la gravedad según presentasen lesiones en miembros superiores, en miembros inferiores o en ambos. Encuentran que los pacientes con lesiones en miembros superiores e inferiores simultáneamente presentan índices de gravedad ISS>8 el 33% frente al 16% de los pacientes con lesiones solo en inferiores o superiores ( $p < 0,001$ ). Además, comparando aquellos lesionados solo en miembros inferiores (223 pacientes) frente a aquellos

solo con lesiones en miembros superiores (261 pacientes) encuentra una diferencia significativa en su escala de gravedad ISS>8 22% vs 12,3% (p<0,01). Si este hecho tiene que ver con las lesiones asociadas que presentaron los pacientes, estas deben de ser lesiones pélvicas y urogenitales (9,4% vs 2,3%, p<0,01) o abdominales (7,2 vs 4,2; p=0,17) ya que el resto de lesiones asociadas: traumatismo cabeza y cuello (24% vs 40%; p<0,001), raquimedular (2% vs 3%; p=0,59) y torácicas (4% vs 10,3%; p<0,01) fueron más frecuentes en el grupo de pacientes con lesiones en miembros superiores.

En 2011, el grupo de **Weil** y cols.<sup>21</sup> publicaron un estudio en que comunicaban una diferencia significativa en la gravedad de los pacientes aplicando la escala NISS, entre los pacientes con lesiones osteomusculares afectados por arma de fuego en actos terroristas y los pacientes con lesiones osteomusculares por explosivos. Weil estratificó el índice de gravedad en leves 1-8 moderados 9-14 graves 15-24 y extremadamente graves mayores de 24

Tabla 52 Gravedad escala NISS según etiología, estudio de Weil<sup>21</sup> y este trabajo

Weil Y COLS.				Hospital ROLE2E Español, Herat Afganistán 2006-2013			
NISS	AdF	EXPLOSIVO	p	NISS	AdF	EXPLOSIVO	p
<b>1-8</b>	51%	39%	<0,01	1-15	90%	85,3%	0,09
<b>9-14</b>	20%	21%	0,65				
<b>15-24</b>	11%	17%	<0,01	>15	10%	14,7%	0,12
<b>Más de 24</b>	18%	23%	0,01				

AdF. Arma de Fuego.

En la tabla 52 observamos la comparación del trabajo de Weil con los datos de nuestra muestra. Weil encontró índices de gravedad NISS más elevados en los pacientes con lesiones ortopédicas por explosivos, sin embargo, solo logró significación estadística en los grupos 1-8 y de 15-24. Esta estratificación no se realizó en nuestro trabajo, si bien encontramos un 4,7% más de pacientes con NISS mayor de 15 por explosivos que por arma de fuego (p=0,12), tendencia que no podemos descartar se deba al azar.

En 2012 **Ziemba** y cols.<sup>344</sup> publicaron un trabajo descriptivo acerca de la experiencia de dos años de 2010-2012 sobre los militares polacos desplegados en Afganistán.

La gravedad de las lesiones se calificó sin hacer referencias a índices de gravedad por lo que no se pueden establecer comparaciones. El total de pacientes fue 331 con un total de 995 lesiones. Producidas un 69,6% por explosivos, un 38,8% por proyectiles de arma de fuego y 1,8% por otros mecanismos. Así mismo, el área corporal más afectada fueron las extremidades.

En nuestro estudio, comparando la gravedad con empleo de medidas de protección pasiva, independientemente de cual fuera el agente lesivo, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la gravedad de los pacientes que no disponían de aquellas. Los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva presentaron un índice de gravedad ISS grave (ISS>15) 1.9 veces más que los pacientes que si las empleaban IC (1.1-3.5) p<0.05, del mismo modo, presentaron un índice de gravedad NISS grave (NISS>15) 2 veces más que los pacientes que si los empleaban IC (1.2-3.5) p<0.05. (tablas 22-23, figuras 73-74)

**ISS ANA+ANP+Civiles**



■ LEVE 1-15 ■ GRAVE >15

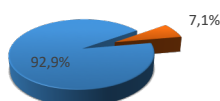
**NISS ANA+ANP+Civiles**



■ LEVE 1-15 ■ GRAVE >15

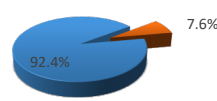
Figura 73. Índices de gravedad ISS y NISS en pacientes sin MPP (Civiles, ANA y ANP)

**ISS ISAF**



■ LEVE 1-15 ■ GRAVE >15

**NISS ISAF**



■ LEVE 1-15 ■ GRAVE >15

Figura 74. Índices de gravedad ISS y NISS en pacientes con MPP (ISAF)

Khan y cols. en 2015 publicaron un estudio de 262 pacientes civiles víctimas de atentados con explosivos en Pakistán<sup>359</sup>. Realizaron un estudio retrospectivo de enero de 2008 a diciembre de 2012 con más de 100 atentados con explosivos.

Tabla 53. Comparación estudio de Khan y cols. con los pacientes civiles atendidos en nuestro trabajo

Modificado de <sup>359</sup> y elaboración propia.

	<b>Khan n=262</b>	<b>Role 2E Herat 2006-2013 n=241 (civ+ANA+ANP)</b>
<b>Edad</b>	34% entre 19 y 28 años	60% entre 20 y 29 años
<b>Sexo</b>	84% hombres: 16% mujeres	96% hombres: 4% mujeres
<b>Fractura huesos largos</b>	23%	28.2%
<b>ISS&lt;15</b>	66%	82.5%
<b>ISS&gt;15</b>	33%	17.5%
<b>Amputaciones</b>	3.8%	7.4%
<b>Hospitalización</b>	18.7% (UCI)	34.8% (UCI) / 59.6% Hosp.

Khan sostiene que la lesión musculoesquelética más frecuente en la fractura de los huesos largos y que el mecanismo lesivo es el primario o el secundario. Esta afirmación, en lo referente al mecanismo primario, parece aventurada. Existe consenso acerca de que en los supervivientes la lesión por mecanismo primario a nivel de aparato locomotor es infrecuente<sup>22,23,162,174</sup>.

En nuestra muestra, los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva (civiles, ANA y ANP) tuvieron 1.6 veces más fracturas de huesos largos que los pacientes que si las empleaban (ISAF)  $p < 0.05$  IC (1.1-2.3)

### 15.3. Diferencias ISS vs NISS

La distribución en leves (ISS NISS 1-15) y (graves ISS NISS > 15) es similar sea ISS o NISS el índice de gravedad aplicado.

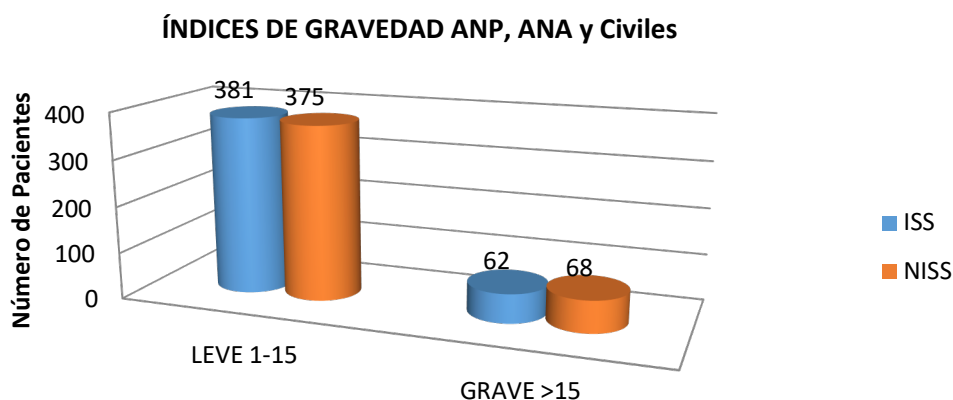


Figura 75. Índices de gravedad ISS y NISS en pacientes afganos (ANA+ANP+ Civiles) que no disponían de medidas de protección pasiva

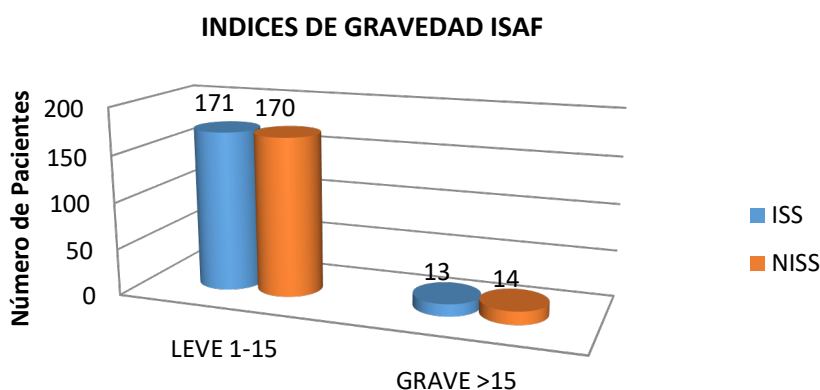


Figura 76. Índices de gravedad ISS y NISS en pacientes ISAF

El índice de gravedad NISS es más adecuado que ISS para el paciente con traumatismos múltiples<sup>360</sup>. En nuestro estudio aplicando el índice NISS encontramos un ligerísimo aumento en el número de pacientes graves (puntuación mayor de 15) en todos los grupos según sea el agente etiológico o según el empleo de medidas de protección pasiva, sin que podamos descartar que las diferencias obtenidas no se deban al azar (tabla 24 y figuras 43, 76-77). Es probable que dada la forma de cálculo del índice NISS que no subestima las lesiones graves que se producen en una misma área anatómica, como ocurre en el índice ISS, alcanzásemos el grado de significación estadística requerido de disponer de una muestra de mayor tamaño.

**Souza** y su grupo<sup>360</sup> compararon en 42 estudios que empleaban ISS y NISS, concluyendo que si bien es probable que NISS sea adoptado como índice de gravedad por su mayor precisión, ISS es la escala más empleada en la literatura<sup>209</sup>.

En 2016 **Le** y cols. revisaron 30.364 pacientes del registro conjunto de Trauma JTTR, comparando el índice ISS y su asociación a la mortalidad con la escala mISS (Military Injury Severity Score), siendo el primer estudio que trata de validar la escala mISS con los pacientes para los que fue desarrollado<sup>36</sup>. mISS es una variante del ISS desarrollado para bajas militares<sup>163</sup>. Los autores concluyen que mISS predice la mortalidad en combate mejor que ISS. En el presente

estudio no se ha empleado la escala mISS al no encontrarse publicaciones sobre el tipo de paciente y lesión estudiada, cuya gravedad se mida según esta escala.

## 15.4. Topografía de las lesiones y numero de áreas corporales lesionadas según agente lesivo y según emplease o no medidas de protección pasiva.

Existen diferencias en la topografía lesiva según cual se el agente lesivo. Los pacientes con lesiones por explosivos presentan una mayor frecuencia de lesiones en cabeza/cara, cuello, región torácica y dorsal, y en miembros superiores que los pacientes heridos por arma de fuego (tablas 25 y 54)

Acerca de las quemaduras, no podemos considerar la diferencia en frecuencias dependiendo del agente etiológico significativa por la escasez de pacientes por arma de fuego. Si parece evidente que, dado el mecanismo de producción, serán los pacientes con lesiones por explosivo los que presenten quemaduras.

Tabla 54 Topografía de las lesiones según agente etiológico.

	EXPLOSIVO	ARMA DE FUEGO	
<p><b>Lesión cabeza/cara</b></p> <p>■ Explosivo ■ Arma de fuego</p>	<p>39%</p>	<p>3%</p>	p<0,0001
<p><b>Lesión cuello</b></p> <p>■ Explosivo ■ Arma de fuego</p>	<p>17%</p>	<p>3%</p>	p<0,0001
<p><b>Tórax / Dorsal</b></p> <p>■ Explosivo ■ Arma de fuego</p>	<p>21%</p>	<p>14%</p>	p<0,05

<p><b>Lesión Abdomen / Lumbar</b></p>	<p>18%</p>	<p>14%</p>	<p>p= 0,16</p>
<p><b>Lesión MMSS</b></p>	<p>53%</p>	<p>62%</p>	<p>p&lt;0,05</p>
<p><b>Lesión MMII</b></p>	<p>67%</p>	<p>62%</p>	<p>p = 017</p>
<p><b>Quemado</b></p>	<p>7%</p>	<p>1%</p>	<p>-</p>
	<p><b>EXPLOSIVO</b></p>	<p><b>ARMA DE FUEGO</b></p>	

Primera columna de la izquierda: número de pacientes afectados por área corporal. Color azul (lesión cabeza/cara; cuello; tórax/dorsal; miembros superiores): resultados estadísticamente significativos IC 95% o mayor, color verde (lesión abdomen/lumbar; miembros inferiores, quemado) resultados que no podemos descartar se debiesen al azar. Segunda columna: porcentaje de pacientes por con lesiones por explosivo que presentaron lesiones en esa área corporal. Tercera columna: porcentaje de pacientes por con lesiones por arma de fuego que presentaron lesiones en esa área corporal. Cuarta columna: significación estadística de la comparación de los porcentajes según fuese el agente lesivo explosivo o arma de fuego.

En 2004 **Nasir** y cols.<sup>346</sup> realizaron una revisión sistemática de la literatura acerca del tratamiento de heridas de guerra en refugiados o desplazados afganos en la frontera afgano-paquistaní desde 1978 a 1999. De un total de 3.098 pacientes, la frecuencia global de heridos por explosivo fue del 65%, arma de fuego 27% y otros mecanismos 7.5%. (tabla 51)

Como en otros estudios sobre guerras contemporáneas (Libano, Antigua Yugoslavia) el área anatómica más afectada eran los miembros con un 45%.

En esta revisión se encontraron un 50% más de lesiones en miembros inferiores que en el resto de áreas anatómicas (algo que el autor atribuye al empleo de minas antipersona) En nuestra muestra los pacientes del grupo que no empleaban medidas de protección pasiva (civiles, ANA y ANP) que es un grupo comparable al de la revisión sistemática de Nasir,

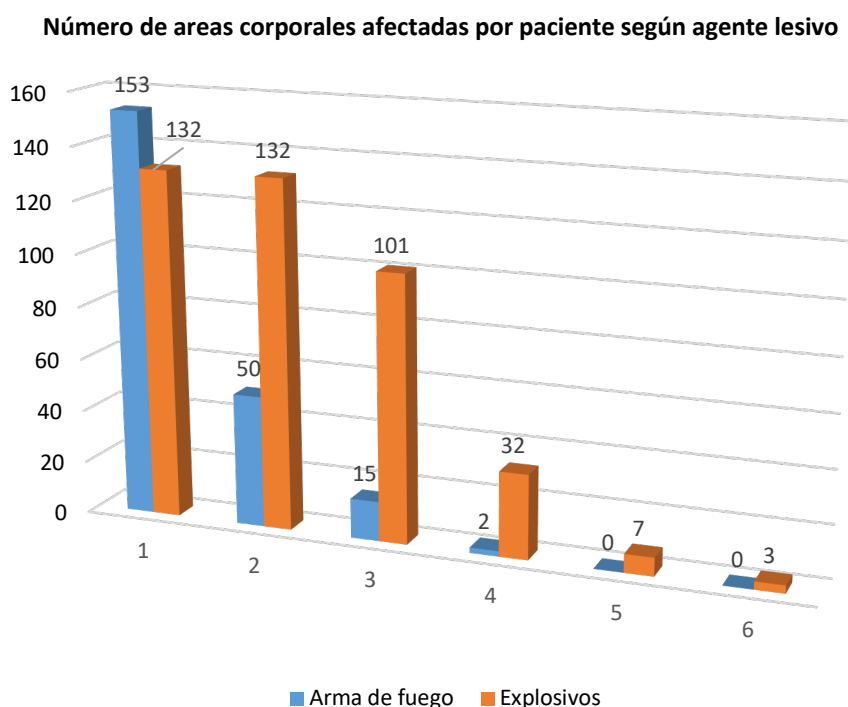
presentaron un 64.1% de lesiones en MMII y un 46% de lesiones en MMSS lo que se puede explicar, en parte, por la menor incidencia de lesiones por mina en la población civil debido a la experiencia adquirida por la población afgana tras décadas de guerra en su suelo.

En 2011 **Navarro Suay** publicó dos artículos que estudiaban la distribución anatómica de las lesiones y el agente etiológico en su serie comparadas con las lesiones en combate desde la I Guerra Mundial hasta la guerra de Chechenia<sup>361</sup>. En todas ellas las lesiones en extremidades fueron las más frecuentes (del 45.5% de las pacientes en el conflicto de Irlanda del Norte al 74% de los pacientes en la guerra de Vietnam)

En cuanto a las guerras recientes en Irak y Afganistán<sup>336</sup>, repasó 18 trabajos sobre topografía de las lesiones, encontrándose en 16 de ellos las extremidades como el área más lesionada con las dos excepciones mencionadas previamente.

Este trabajo que, amplía la serie recogida por Navarro Suay, tiene una distribución similar en cuanto a etiología y frecuencia de lesiones. Existe coincidencia con la serie histórica y en el resto de trabajos sobre las guerras en Irak y Afganistán.

En cuanto al número de áreas corporales afectadas, fue efectivamente mayor en los pacientes con lesiones por explosivos (tabla 26, figura 78).



*Figura 77. Pacientes según número de áreas lesionadas por agente etiológico.*

*Las áreas corporales están definidas en el apartado material y métodos. Los pacientes con lesiones por explosivos presentan un mayor número de áreas corporales afectadas que los pacientes con lesiones por arma de fuego.*

Los pacientes con lesiones por explosivos presentaron en dos o más áreas corporales en el 67,6% de los casos. Este mismo porcentaje del 67,5% fueron los pacientes con lesiones por arma de fuego que presentaron lesiones en un sólo área corporal (tabla 27). Creemos que este resultado es el esperable dado el mecanismo fisiopatológico del explosivo.

Analizando el número de áreas corporales afectas según el paciente dispusiese o no de medidas de protección pasiva, encontramos datos en apariencia contradictorios ya que un 49% de los pacientes que no disponían de medidas de protección pasiva solo resultaban heridos en un área corporal mientras que un 62% de los pacientes que si disponían de medidas de protección pasiva presentaban afectación de dos o más áreas corporales. Este hecho se

relaciona en nuestra muestra con la etiología de cada grupo ya que en el grupo ISAF, qué si disponía de medidas de protección pasiva, el 88% de los pacientes presentaba lesiones por explosivos.

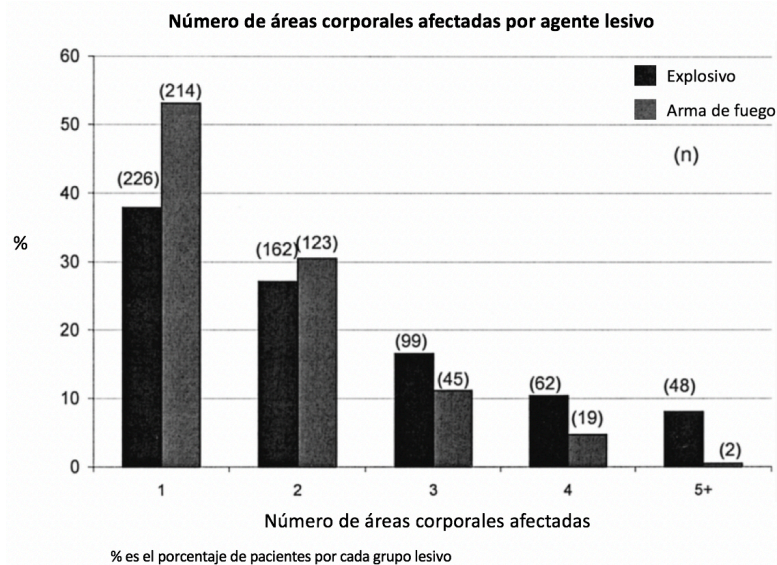


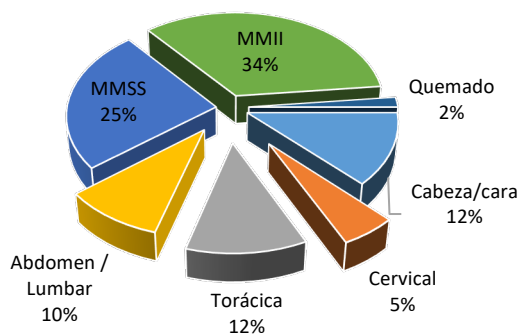
Figura 78 Número de regiones corporales afectadas según agente lesivo en el estudio de Peleg y cols., 2004.

Modificado de<sup>12</sup>

El grupo de **Peleg** en 2004<sup>12</sup> obtiene una distribución similar de número de áreas corporales afectadas según agente lesivo. Su muestra recoge pacientes del registro israelí de patología traumática con lesiones producidas en actos terroristas por arma de fuego o explosivos; civiles o militares (que emplean medidas de protección pasiva).

Tanto en el trabajo de **Martinovic** de 2008<sup>69</sup> sobre la guerra en la antigua Yugoslavia, como en nuestra serie, la afectación de varias áreas anatómicas fue también mucho más frecuente en los pacientes con lesiones por explosivos.

Lesiones por Área Corporal en pacientes sin Medidas de Protección Pasiva (Civiles, ANA, ANP)



Lesiones por Área Corporal en pacientes con Medidas de Protección Pasiva (ISAF)

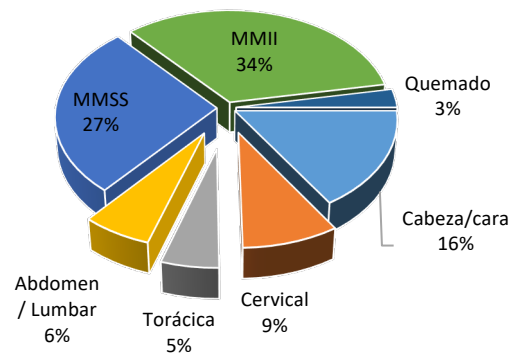




Figura 79 Porcentaje de lesiones por área corporal en pacientes sin medidas de protección pasiva. (ANA ANP y civiles) y con medidas de protección pasiva (ISAF)

Llama la atención viendo la distribución presentada en la figura 79 que, en nuestra muestra, las lesiones en regiones abdominal y torácica están menos afectadas en los pacientes ISAF, que emplean de modo rutinario medidas de protección pasiva, que a pacientes Civiles ANA y ANP que no las emplean. Sin embargo, las lesiones en cabeza / cara y región cervical tienen porcentajes mayores en el grupo de ISAF.

La configuración de la armadura personal podría justificar este hallazgo. El chaleco antifragmentos por una parte, no cubre la región cervical contra los traumatismos balísticos por arma de fuego o metralla; por otra parte tampoco ofrece un sostén contra los mecanismos indirectos. El paciente tiene que sostener el peso aumentado del conjunto cabeza y casco (por ejemplo, en flexo-extensiones forzadas de la charnela cervico-torácica en el contexto de un ataque con explosivos, similares a las que se producen en el síndrome del latigazo cervical en los accidentes de tráfico).

En la literatura existen dos estudios sobre las guerras de Irak y Afganistán en los que encontramos que las lesiones más frecuentes no son en extremidades<sup>361</sup>, y son precisamente más frecuentes en cabeza y cuello.

**Colombo** y cols. en 2008<sup>362</sup> en una revisión retrospectiva sobre 1499 pacientes trasladados a la unidades de cuidados intensivos de Estados Unidos continental, provenientes las guerras de Irak y Afganistán, encontraron que el área corporal más frecuentemente afectada en estos pacientes era la cabeza. Este porcentaje no representa el total de los pacientes heridos en combate por arma de fuego y explosivos, sino que se centra en los pacientes críticos, entre los que el traumatismo craneoencefálico es una lesión más frecuente que en el conjunto de pacientes. Esto haría que sea la cabeza el área corporal más afecta.

**Gondusky** y cols. en 2005<sup>363</sup> analizaron los pacientes atendidos por lesiones en combate en un batallón mecanizado en Irak, encontrando que el 53% de los 125 pacientes presentaban lesiones en cabeza y cuello. Es probable que la pertenencia de los pacientes a una unidad acorazada (que por definición cuenta con medidas de protección superiores a otras unidades) en una campaña convencional (ya que estudia las lesiones durante la fase inicial de la Operación Libertad Iraquí, en la que no se enfrentaron a un enemigo que emplease preferentemente tácticas asimétricas) expliquen que no sean las lesiones en extremidades las más frecuentes. Lamentablemente el estudio no especifica los tipos de lesiones por lo que no podemos saber en el caso de las lesiones cervicales el porcentaje que de ellas correspondían a fracturas y esguinces.

En 2008 **Owens** y cols. realizaron un estudio epidemiológico retrospectivo sobre lesiones de combate basándose en el registro JTTR en OIF (Irak) y OEF (Afganistán) desde octubre de 2001 a enero de 2005<sup>38</sup>. Se excluyeron los pacientes que pudieron incorporarse inmediatamente al servicio. A diferencia de nuestro estudio contemplaba todo tipo de lesiones y no solo las lesiones ortopédicas. Solamente incluía lesiones en pacientes militares estadounidenses.

El resumen de sus resultados comparados con los del presente estudio se sintetiza en la siguiente tabla.

Tabla 55. Comparación resultados estudio de Owens y cols. con el presente estudio.

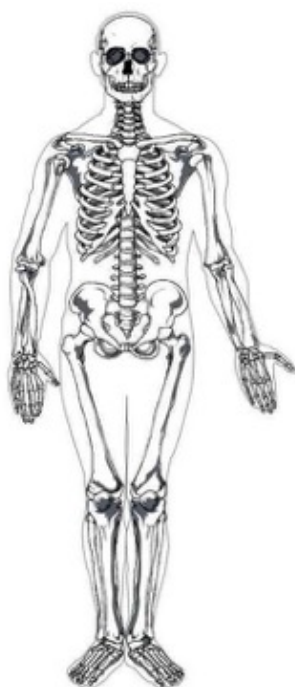
	OWENS y cols.	hospital role 2e herat 2006-20013
<b>Número de pacientes</b>	1566	627
<b>Numero de lesiones</b>	6609	1506
<b>Lesiones en extremidades</b>	54%	59,6%
<b>Pacientes con lesiones por arma de fuego</b>	21%	35%
<b>Pacientes con lesiones por explosivos</b>	72%	65%

Owens hace referencia a las hipótesis clásicas de Burns y Zuckerman formuladas en 1942 que relacionaban la superficie de cada área anatómica con el número de lesiones <sup>38</sup>. Sin embargo, los resultados de Owens, con un porcentaje sensiblemente superior en extremidades hacen pensar al autor que la superficie corporal no es el único factor relacionado. El uso del chaleco y casco, así como el blindaje en los vehículos podría conducir a un aumento relativo de las lesiones ortopédicas, así como en cara y cuello, también expuestas en pacientes que además en otras condiciones no salvarían la vida. Esto unido a las mejoras en los tiempos de evacuación son los factores que se han sido propuestos para explicar los cambios en la frecuencia de las lesiones. La diferencia será probablemente multifactorial y hace necesario plantear nuevos estudios para su confirmación.

En 2009 **Dougherty** y cols., publicaron un estudio descriptivo retrospectivo sobre 665 pacientes con lesiones en extremidades por arma de fuego o explosivo entre septiembre de 2004 y febrero de 2005 en OIF (Irak)<sup>37</sup>.

En este estudio 261 pacientes (39%) presentaban lesiones en miembros superiores, 223 (27%) en miembros inferiores y 181 (27%) en ambos, si bien el número de pacientes con lesiones en miembros superiores era mayor, el número de lesiones en miembros n=1654 estaba distribuido de forma equilibrada (827 en miembros inferiores y 827 en miembros superiores). Las lesiones en miembros inferiores presentaban puntuaciones de gravedad mayor que las de miembros superiores (AIS >2 p<0.001). Comparado con resultados en otros conflictos bélicos, en este estudio sobre la guerra de Irak se ha encontrado una mayor prevalencia de lesiones en miembros superiores.

En nuestro estudio 166 pacientes presentan lesiones en miembros superiores y 269 en miembros inferiores, 142 pacientes en ambos. El porcentaje de pacientes graves (ISS>15) entre los pacientes con lesiones en MMSS es de 21,7% frente al 23,8% de pacientes graves por lesiones en MMII.



	<b>Dougherty y cols</b>	<b>Role 2 Herat 2006-2013</b>
<b>Cabeza, cuello</b>	51,5 %	50,5 %
<b>Columna (contusión)</b>	No recogido	27 %
<b>Columna (fractura)</b>	2,9 %	2,7 %
<b>Tórax</b>	8,4 %	10,9 %
<b>Abdomen</b>	10,7 %	13 %
<b>Hombro y brazo</b>	30,2 %	17,4%
<b>Codo y antebrazo</b>	24,5 %	16,9%
<b>Muñeca, mano y dedos</b>	28,7 %	14,7%
<b>Pelvis, cadera, glúteo</b>	5,5 %	18,5%
<b>Muslo</b>	5,1 %	2,7%
<b>Rodilla, tibia</b>	15,2 %	32,6 %
<b>Tobillo, pie y dedos</b>	11,4 %	26,5 %
<b>Inclasificable por localización (quemados)</b>	12,5 %	4,9 % (7,1% de los pacientes por explosivos y 0.9% de los pacientes por arma de fuego)

Figura 80 Distribución anatómica de las lesiones en los pacientes con lesiones en aparato locomotor y estructuras asociadas en el estudio de Dougherty y cols. comparado con este trabajo<sup>37</sup>.

Las lesiones se agrupan según la matriz de Barrel modificada. Los porcentajes se refieren a los pacientes que presentaron esta localización respecto al total, debido a la presencia de lesiones múltiples la suma de los porcentajes no es 100%. Modificado de <sup>37</sup> y elaboración propia.

A pesar de que la prevalencia de lesiones en miembros es comparable con los estudios previos sobre la guerra de Irak<sup>165,350,364,365</sup> y otras guerras en las que participó Estados Unidos<sup>232,366-369</sup> el autor defiende un nuevo patrón de lesiones desde la guerra de Irak.

Durante los conflictos previos (Segunda Guerra Mundial, guerra de Corea y Guerra de Vietnam), los combatientes sufrieron más frecuentemente lesiones en miembros inferiores que en miembros superiores<sup>26,368,369</sup>, pero en el estudio de los autores se identificó una mayor proporción de lesiones en miembros superiores.

Nuestro estudio no comparte esta distribución ya que encontramos 308 pacientes con lesiones en miembros superiores, 107 de ellos con fracturas, frente a 410 pacientes con lesiones en miembros inferiores 162 de ellos con fracturas. En nuestro estudio no se valoró la asociación entre la topografía y la gravedad del paciente ya que al considerar solo pacientes con lesiones ortopédicas nos pareció más interesante relacionar lesiones específicas con la gravedad, más que la localización topográfica de las mismas, lo que creemos aporta más utilidad clínica.

A diferencia del estudio del grupo de Dougherty, en nuestra muestra se incluían tanto militares de la coalición como civiles, militares y policías afganos. Si tomamos el grupo de ISAF exclusivamente, que sería muy similar al grupo de Dougherty, seguimos encontrando un 21,2% de fracturas en miembros inferiores frente a un 13,6% de fracturas en miembros superiores.

Según el agente lesivo, un 45,9% de los pacientes por arma de fuego presentaban fracturas en miembros, frente al 37,3% de los pacientes con lesiones por explosivos con fracturas en miembros, lo que representa un ligero aumento del riesgo relativo para el grupo de pacientes con lesiones por arma de fuego 1.1 IC (1.004-1.336)  $p < 0.05$

Analizando los subgrupos encontramos la misma distribución, ya que el porcentaje de pacientes con fracturas en MMSS por arma de fuego es superior al que presentan los pacientes con lesiones por explosivos (19.1% frente al 17%). De la misma forma la frecuencia de fracturas en miembros inferiores es superior en el grupo de pacientes por arma de fuego (28.2%) que por explosivos (24.6%).

En el artículo de 2011 de **Navarro** y cols. sobre los pacientes con lesiones por arma de fuego o explosivos ingresados en la UCI del Hospital Militar en Herat, Afganistán<sup>336</sup>, la lesión aislada que más frecuentemente provocaba ingreso en UCI era el traumatismo en extremidades (41%), 22% MMII y 19% MMSS, seguido por el traumatismo abdominal (23%), torácico (17%) y craneoencefálico (15%). Del total un 41% de los heridos por proyectiles de arma de fuego y un 30.6% de los heridos por explosivos fueron ingresados en UCI. En nuestra muestra esta proporción fue de un 33% y 32% respectivamente (debemos recordar que el estudio de Navarro se incluían todas las lesiones por arma de fuego y explosivos y en nuestro trabajo se seleccionaron los pacientes con lesiones ortopédicas (aparato locomotor o estructuras asociadas).

**Hoencamp** y cols. en un artículo de 2014 recogen la experiencia del Hospital Militar Role2 holandés desplegado en el Sureste de Afganistán durante el periodo 2006 a 2010<sup>355</sup>. Los autores consultan los registros clínicos de su hospital para definir un grupo de 203 bajas en combate, militares de la coalición ISAF con 1,7 lesiones por paciente. En nuestro estudio el periodo es de 2006 a 2013, un total de 184 pacientes militares ISAF con 2,3 lesiones por paciente. Por regiones anatómicas se encontraron las frecuencias expresadas en la tabla 56.

*Tabla 56. Comparación de los datos del trabajo de Hoencamp de 2014 con este trabajo. Modificado de <sup>355</sup> y elaboración propia*

	HOENCAMP 2006-2010	HOSPITAL ROLE 2E HERAT 2006-2013 PACIENTES ISAF
<b>Cabeza/Cuello</b>	30%	21,8%
<b>Región torácica</b>	9%	5,2%
<b>Abdomen y región lumbar</b>	15%	6,3%
<b>Miembros Superiores</b>	16%	27,4%
<b>Miembros Inferiores</b>	30%	33,5%

Los pacientes que no incluían lesiones ortopédicas o en aparato locomotor eran excluidos de nuestro estudio, mientras que Hoencamp y cols. estudiaron el conjunto de las lesiones tratadas, por lo que las frecuencias no son directamente comparables, sobre todo aquellas que hacen referencia a región toraco-abdominal.

El grupo de Hoencamp concluye que el conocimiento de este tipo de lesiones puede ser valioso para tratar pacientes en desastres naturales o en situaciones de bajas masivas, sin embargo, al no incluir pacientes civiles esta afirmación puede resultar poco precisa. En nuestro estudio al incluirse todos las pacientes atendidos, civiles y militares, si permitiría componer una idea global de la patología atendida.

Sugiere el desarrollo de medidas de protección para cabeza y cuello, así como para extremidades, algo que, de acuerdo a los datos de topografía de las lesiones en nuestro estudio, también sería recomendable.

Finalmente, sugiere la necesidad de un registro prospectivo del trauma mediante un sistema estandarizado en todas las formaciones sanitarias de tratamiento por la que pasa el paciente.

En el estudio de **Eskridge** y colaboradores de 2012<sup>216</sup>, se realizó un análisis descriptivo de 4623 pacientes, militares del cuerpo de marines estadounidenses, con lesiones por explosivos en combate en Irak, que sobrevivieron a la explosión, de marzo de 2004 a diciembre de 2007. Se empleó la matriz lesional de Barrel para describir las lesiones en base a los códigos de CIE-9 de un total de 17637 lesiones. La lesión aislada más frecuente fue el traumatismo cráneo encefálico leve (10.8%); otras lesiones frecuentes fueron las heridas en miembros inferiores (8.8%) y en la cara (8.2%) (estas incluyen la rotura timpánica). Las extremidades eran la región con más lesiones (41.3%) seguidos por la cabeza y cuello (37.4%) y el tronco (8.8%).

En este estudio las fracturas (15.1%) se produjeron más en extremidades, (11%) seguidas de cabeza y cuello (3.1%) y en tronco (1%). Las lesiones que define como superficiales (52.7%) se distribuyeron de forma parecida en extremidades, (28.4%) seguidas de cabeza y cuello (19.2%) y en tronco (5.1%). Es decir, que más de un 40% de las lesiones se afectaron a las extremidades. Estos datos coinciden con otros estudios de heridas de guerra en general<sup>12,38,165</sup>.

Eskridge sostiene que el empleo de medidas de protección pasiva como el chaleco, ha reducido las lesiones en el tronco, pero las extremidades son todavía vulnerables.

En 2013 **Schoenfeld** y cols.<sup>39</sup> publicaron un estudio acerca de las lesiones musculoesqueléticas padecidas por los combatientes aliados de 2003 a 2011 en las guerras de Irak y Afganistán (raquis, pelvis y extremidades).

Hay que tener en cuenta que este estudio selecciona los pacientes que provienen de unidades específicas, en este caso caballería, sin incluir otras unidades militares (p.e infantería o unidades de apoyo a la fuerza) ni pacientes civiles.

La tabla 57 recoge la comparación entre ambos trabajos, separando por un lado, los pacientes ISAF y por otro lado con los pacientes que no disponían de medidas de protección pasiva.

Tabla 57. Comparación de los datos del estudio Schoenfeld de 2013 con este trabajo. Modificado de<sup>39</sup> y elaboración propia.

	Schoenfeld	ISAF ROLE 2E HERAT	Civiles, ANA Y ANP ROLE 2E HERAT
<b>Número pacientes</b>	472	184	443
<b>Explosivos / AdF / Otros</b>	69%/21%/10%	88%/12%/--	55%/45%/--
<b>MMII</b>	46%	27,4%	34.2%
<b>MMSS</b>	32%	33,5%	24.8%
<b>Fractura tibial</b>	8%	12.5%	13.1%

Llama la atención que el grupo de las amputaciones es mayor comparado con nuestra serie. La explicación podría encontrarse en que el estudio de Schoenfeld se basa en un análisis retrospectivo del registro JTTR, por lo que incluiría amputaciones traumáticas, así como amputaciones electivas, si bien esto no es aclarado por los autores.

En el artículo recoge un 49% de lesiones de aparato locomotor y de sus estructuras asociadas en un grupo de militares de unidades de la fuerza.

## 15.5. Lesiones por explosivos

**Lambert** y cols.<sup>370</sup> en 2003 presentaron la experiencia de lesiones ortopédicas en los pacientes supervivientes de ataque con explosivos al USS Cole en Yemen, en el que fallecieron de forma inmediata 17 pacientes. Los 39 supervivientes presentaron un total de 81 lesiones de las cuales 32 (40%) fueron lesiones del aparato locomotor y de sus estructuras asociadas. De ellos 20 (67%) fueron lesiones en miembros inferiores, (31%) afectaron a MMSS y 2(6%) fueron lesiones del raquis. Se encontraron 5 pacientes con fracturas abiertas en miembros inferiores. Las lesiones en miembros inferiores fueron más frecuentes que en miembros superiores. El estudio afirma que los pacientes con lesiones en MMII presentaban una situación más grave que aquellos que presentaban lesiones en MMSS, sin embargo, no se hace referencia en el trabajo a ninguna escala para medir la gravedad de las lesiones, por lo que deducimos que se refiere a la impresión clínica del autor.

El grupo de **Peral Gutiérrez de Ceballos**<sup>162</sup> publicó en 2005 la experiencia sobre los pacientes atendidos en el Hospital más cercano estación de Atocha en el atentado con bombas en los trenes del 11 de marzo de 2004 en Madrid. Se atendieron 243 pacientes, la lesión más frecuente fue la perforación timpánica, las lesiones pulmonares, heridas por metralla y fracturas. 29 pacientes (12%) fueron ingresados en UCI con un ISS medio de 34. Dentro de estos pacientes graves (ISS>15), las lesiones de partes blandas y musculoesqueléticas suponían el 85% del total, y la mortalidad total del grupo de pacientes graves fue de 5 (17.2%). En ese trabajo las lesiones se produjeron tras la explosión en confinamiento

Las lesiones ortopédicas por explosivo en entorno cerrado parecen diferir de las encontradas en entorno abierto como muestra en su estudio **Ramasamy** y cols. en 2009<sup>149</sup>. En su estudio realizó una revisión radiográfica forense de 66 bajas consecutivas por explosivo en un hospital militar británico desplegado en el sur de Afganistán, comparando las lesiones en aparato locomotor que presentaban aquellos que habían sufrido el ataque en un entorno cerrado con aquellos que lo habían hecho en uno abierto. Se encontró una proporción más alta de lesiones en miembros inferiores en el grupo de los de entorno cerrado (81% vs 52%,  $p<0.001$ ) con predominio de los efectos por explosión terciario con casi el 96% de las lesiones causadas por este mecanismo. (57 de 59,  $p<0.001$ ). En comparación, no hubo lesiones por mecanismo primario o combinado primario y secundario y solo 2 lesiones por explosión secundario en el grupo de entorno cerrado.

Nuestro estudio no ha recogido las circunstancias sobre el entorno, cerrado o abierto, de cada paciente en el momento del traumatismo explosivo.

## 15.6. Medidas diagnóstico-terapéuticas

En nuestro estudio hay una diferencia significativa en cuanto a la necesidad de cirugía en los pacientes con lesiones por arma de fuego respecto a los pacientes con lesiones por explosivos (79% vs 46%  $p<0,05$ ). Sin embargo y curiosamente, a pesar de que la causa de ingreso de muchos pacientes en UCI era el control postoperatorio antes de pasar a la hospitalización convencional<sup>336</sup>, los ingresos en UCI por arma de fuego parecen menos frecuentes que por explosivos (28,6

vs 33,4 p=0,22), probablemente por la proporción de pacientes con lesiones no penetrantes por explosivo que ingresaban para control y estabilización en UCI antes de pasar a hospitalización.

Los pacientes heridos por explosivos en nuestro estudio precisan hospitalización en un 13% más de los casos (figura 48)

También el uso de medidas de protección pasiva se relaciona con la necesidad de cirugía mayor y con el ingreso en UCI, en ambos casos es más frecuente en el grupo que no disponía de estas medidas de protección pasiva.

Los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva requieren cirugía mayor en un 67% de los casos frente al 36% de los pacientes que si disponían de estas medidas (p<0,0001) (figura 50 y tabla 29), el porcentaje de ingreso en UCI fue también mayor en el grupo de pacientes que no disponían de medidas de protección pasiva 35% frente al 24% del grupo ISAF (p<0,05) (tabla 30 y figura 52).

El grupo de **Frykberg** publicó en 1988 un artículo de revisión sobre 220 atentados terroristas con explosivos que afectaron a una población de 3357 pacientes. De los 2934 supervivientes iniciales, 812 requirieron intervenciones quirúrgicas, de ellos 543 (67%) fueron por heridas con afectación de partes blandas y 142 (17.5%) fueron por fracturas.

Este estudio analizó la eficiencia del triaje, demostrando una sobrestimación de las lesiones (evacuación u hospitalización de pacientes no críticos) hasta en un 59% de los casos, si bien hubo un 0.05% de pacientes en los que el triaje subestimó su gravedad (pacientes críticos no evacuados ni hospitalizados).

Más tarde, en 2008 **Peleg**, analizando el manejo de los pacientes tratados por actos terroristas en Israel <sup>12</sup> recuerda que los pacientes con lesiones por explosión suelen formar parte de un atentado con múltiples víctimas mientras que los pacientes con lesiones por arma de fuego pueden llegar al hospital individualmente o en grupos reducidos.

Este hecho condiciona la organización y puede afectar a los cuidados que ofrecer a los pacientes. El paciente grave que llega al hospital de forma aislada puede contar con todos los recursos disponibles. La gestión de múltiples víctimas crea una demanda simultánea de recursos que puede dar lugar a cuellos de botella por ejemplo en el acceso a las pruebas de imagen o a los quirófanos.

En el trabajo de **Peral Gutiérrez de Ceballos** de 2005 <sup>162</sup> sobre los pacientes atendidos en el Hospital más cercano en el atentado con bombas en los trenes del 11 de marzo de 2004 en Madrid, 34 pacientes precisaron cirugía mayor, 15 de ellos (40.5%) intervenidos por cirugía ortopédica y traumatología, seguidos por 7 (19%) que precisaron cirugía abdominal, 6 (16.2%) procedimientos neuroquirúrgicos, y 5 (13.5%) intervenidos por cirugía maxilofacial. Un total de 29 pacientes (12%) fueron ingresados en UCI con un ISS medio de 34.

En 2008 **Brethauer** y cols. presentaron un estudio que comparaba un grupo de 138 pacientes tratados durante la invasión de Irak en la Operación Libertad Iraquí (OIF) en 2003, ejemplo de clásica guerra convencional, con 875 pacientes tratados en Irak en 2004 y 2005 Operación Libertad Iraquí II (OIF II), ejemplo de conflicto asimétrico<sup>352</sup>.

Se encontraron más lesiones significativas (definidas como aquellas que requirieron algún tipo de gesto quirúrgico) por paciente (2.4 vs 1.6) durante OIF II, asimismo hubo más lesiones por metralla (61% vs 48% p=0.03), y se describió una tendencia hacia menos lesiones por proyectiles de arma de fuego (33% vs 43%). La tasa de muertos en combate aumentó de un 13.5% a un 20.2% y la tasa de muertos por lesiones de combate aumentó de 0.88% al 5.5%.

En cambio, durante OIF I se realizaron más cirugías ortopédicas urgentes como amputaciones (16% vs 4% p<0.001) y fasciotomías (10% vs 6%)

El estudio de **Martinovic** de 2008 registra un 59.9% de pacientes intervenidos quirúrgicamente<sup>69</sup>, frente al 58% de nuestra muestra.

En el trabajo de **Navarro** y cols. de 2011 sobre los pacientes con lesiones por arma de fuego o explosivos ingresados en la UCI del Hospital Militar en Herat<sup>336</sup>, no se encontraron diferencias significativas en cuanto al empleo de Medidas de Protección Pasiva (MPP) en los pacientes ingresados en UCI. Teniendo en cuenta la etiología, los pacientes que no empleaban



MPP con lesiones por explosivos, precisaron UCI en un 72% de los casos, frente al 8% de los pacientes que si empleaban MPP con lesiones por explosivo. En los pacientes con lesiones por arma de fuego no se encontró la citada diferencia en la frecuencia de ingreso en UCI según etiología.

Comparativamente, en nuestra muestra si encontramos una diferencia significativa en el grupo de aquellos que no empleaban MPP que presentaron 1.4 veces más ingresos en UCI que los que no las empleaban IC (1.07-1.8)  $p < 0.05$ , (34.8% frente al 24.5%). Es posible que el mayor número de pacientes incluido en nuestra serie, procedente del mismo hospital militar español, permita que la diferencia adquiera la suficiente significación estadística.

En 2012 **Navarro Suay** y cols. publicaron un estudio retrospectivo sobre 256 pacientes con heridas por arma de fuego y explosivos tratados en el Hospital Militar español de Herat, Afganistán de 2005 a 2008.

De las bajas por explosivos, solo un 46% de la muestra de Navarro, exactamente el mismo porcentaje que en nuestra muestra, precisaron cirugía mayor con una diferencia significativa respecto al 79% de los pacientes que requirieron cirugía mayor por lesiones por arma de fuego. En cambio, no hay diferencias en los porcentajes de pacientes que fueron sometidos a procedimientos de cirugía menor según fuera el agente etiológico. Se hace referencia a lo que se puede denominar sobre-evacuación, que parece justificable en la situación de esta formación sanitaria y que ya citaba Frykberg <sup>22</sup>.

En nuestro caso, la valoración inicial en el campo de batalla se lleva a cabo por médicos, enfermeros o paramédicos; el médico de vuelo reevalúa la situación y generalmente trata de evacuar el mayor número de pacientes posible, entre otros motivos para evitar infravalorar las posibles lesiones ocultas o no evidentes. De esta forma, son trasladados al segundo escalón sanitario o ROLE2 algunos pacientes que a posteriori podemos comprobar cómo podría haber sido tratada satisfactoriamente en un primer escalón o ROLE 1.

Los pacientes con lesiones por arma de fuego en nuestro estudio precisan cirugía mayor con más frecuencia, si bien los pacientes con lesiones por explosivos se someten a procedimientos de cirugía menor e ingresan en UCI en un mayor porcentaje. Esta distribución de las medidas terapéuticas no supone una contradicción, sino que es la traducción en la práctica de las recomendaciones de tratamiento de las lesiones osteomusculares por arma de fuego, en la que la mayoría requieren cirugía, si bien la gravedad de estos pacientes puede ser menor que la de pacientes con lesiones por explosivos.

Los pacientes con lesiones por explosivos precisan en nuestra muestra evacuación a estructuras sanitarias superiores intrateatro 19 veces más que los pacientes con lesiones por arma de fuego, lo que concuerda con lo anterior.

En el trabajo de **Khan** y cols. en 2015 <sup>359</sup> sobre pacientes civiles víctimas de atentados con explosivos en Pakistán, llama la atención la baja tasa de hospitalización, nuestra serie registra un 35% de hospitalización en UCI y un 60% de hospitalización en planta (en nuestra muestra la tasa de ingreso en UCI se correlaciona con la tasa de intervención quirúrgica, que fue de un 33% en estos pacientes) En el artículo de **Peral Gutiérrez de Ceballos**<sup>174</sup> un 12% de los pacientes requirieron hospitalización y de ellos un 35% ingresaron en UCI. Es posible que lo austero de entorno, forzara la indicación de ingreso en nuestro caso.

## 15.7. Lesiones más frecuentes y frecuencia por grupos de lesiones según agente lesivo y según emplease o no medidas de protección pasiva.

En nuestra muestra, por grupos de lesiones (ver figura 52) las heridas más frecuentes fueron las heridas incisocontusas con afectación de partes blandas en miembros inferiores. Las contusiones / esguinces más frecuentes fueron los que afectaron a muslo y cadera. Las fracturas

más frecuentes fueron las de rodilla y tibia. Las amputaciones más frecuentes fueron amputaciones menores (dedos de mano o pie) y la luxación más frecuente fue la luxación glenohumeral).

Las tendencias observadas sugieren que las heridas se produjeron más frecuentemente en pacientes con lesiones por arma de fuego, especialmente las heridas incisocontusas con afectación de partes blandas en miembros inferiores. Las contusiones fueron más frecuentes en pacientes con lesiones por explosivos. En los pacientes con lesiones por arma de fuego, entendemos que las contusiones y esguinces no están causados directamente por arma de fuego, sino que se encuentran simultáneamente en estos pacientes heridos por arma de fuego, probablemente por producirse en el contexto del combate

Las fracturas se recogieron en porcentajes similares con la excepción de fracturas distales de miembros inferiores tobillo y pie que fueron más frecuentes por explosivos. En los pacientes con lesiones por explosivos hay más frecuencia de fracturas múltiples, que son mucho menos frecuentes en pacientes con lesiones por arma de fuego (14% vs 5%) (tabla 32).

Las fracturas en miembros superiores se produjeron más frecuentemente por armas de fuego en los territorios proximales, con la misma frecuencia en codo y antebrazo y con más frecuencia por explosivo en carpo y muñeca, lo que parece congruente con el mecanismo fisiopatológico. Tampoco se alcanzó significación estadística de esta tendencia en nuestra muestra (tabla 36)



Figura 81. Frecuencia de fractura diafisaria de fémur en pacientes con lesiones por arma de fuego y pacientes por explosivos.

Las fracturas en miembros inferiores fueron un 4% más frecuentes por arma de fuego, aunque no podemos descartar que esta diferencia se debiese al azar en nuestra muestra. Las fracturas diafisarias de fémur fueron un 3% más frecuentes por arma de fuego ( $p < 0,05$ ) (tabla 38). Las fracturas de tobillo fueron un 6% más frecuentes por explosivos ( $p < 0,05$ ) y las fracturas de calcáneo fueron un 4% más frecuentes por explosivos ( $p < 0,05$ ). No se logró significación estadística para las diferencias de frecuencia en el resto de fracturas, pero se encontraron datos que sugieren la misma tendencia encontrada en miembros superiores, al ser más frecuentes las fracturas proximales por arma de fuego en pelvis y cadera y más frecuentes por explosivos en territorios distales (rodilla, tibia, y fracturas de tarso excluyendo calcáneo) (tablas 35-38).

Según el empleo de MPP, el número lesiones por cada grupo (heridas, contusiones / esguinces, fracturas, amputaciones, luxaciones y pacientes quemados) está reflejado en la tabla 39 y sus proporciones están reflejadas en las siguientes figuras 82 y 83.



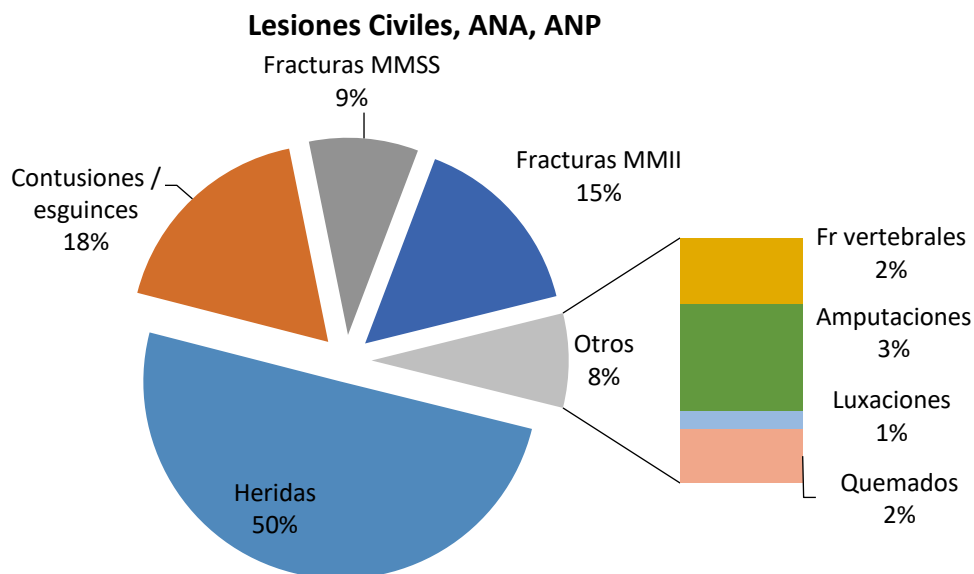


Figura 82. Porcentaje de grupos de lesiones en pacientes afganos (Civiles, ANP y ANA).

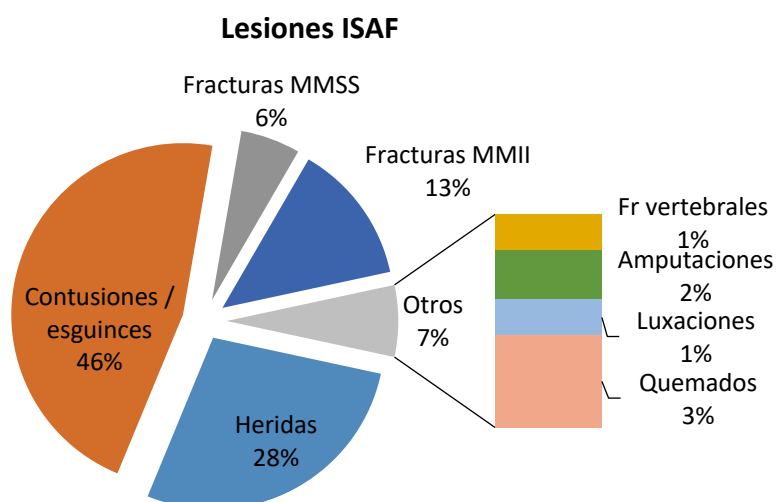


Figura 83. Porcentaje de grupos de lesiones en pacientes ISAF

Los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva (civiles, ANA y ANP) presentaron un 28% más de heridas ( $p < 0.001$ ), un 16% más de fracturas ( $p < 0.001$ ).

Por subgrupos de fracturas encontramos que los pacientes que no emplean MPP en nuestra muestra presentan 1,5 veces más fracturas en miembros IC 95% (1,1-1,8). En raquis, MMSS, MMII resultó ser más frecuente en los pacientes de este grupo que no disponían de MPP, aunque en esos subgrupos no podemos descartar que la diferencia observada no se debiese al azar.

Los pacientes que si empleaban medidas de protección pasiva (ISAF) presentaron un 29% más de esguinces / contusiones que los pacientes que no disponían de estas medidas ( $p < 0.001$ ), y aunque sin poder descartar el azar, un mayor porcentaje de pacientes quemados.

Es posible que la diferencia en la etiología en cada grupo contribuya a esta distribución

en la frecuencia de las lesiones, además del hecho evidente de que las medidas de protección pasiva protegen al paciente frente al traumatismo penetrante, algo que queda demostrado para los pacientes de nuestra muestra.

En 2003 **Bilski** y cols. publicaron su experiencia en el equipo quirúrgico avanzado del cuerpo de marines desplegado en Camp Rhino, Afganistán, de noviembre de 2001 a enero de 2002 durante la invasión de Afganistán<sup>371</sup>. Se trata de una muestra pequeña (n=48) de civiles y militares en la que encontramos consonancia de resultados con los de nuestra muestra:

*Tabla 58. Grupos de lesiones estudio de Bilski y colaboradores<sup>371</sup> comparado con este trabajo.*

	<b>Bilski</b>	<b>Role 2 Herat 2006-2013</b>
<b>Heridas partes blandas superficiales mmss</b>	20.4%	16.6%
<b>Heridas partes blandas superficiales mmii</b>	27%	16.9%
<b>Herida partes blandes profundas mmss</b>	6.8%	26%
<b>Herida partes blandes profundas mmii</b>	9.1%	35%
<b>Fracturas abiertas</b>	18.1%	22.5%
<b>Amputación</b>	6.8%	6.1%

Llama la atención la diferencia de porcentaje en las heridas de partes blandas superficiales y profundas entre ambas muestras. La explicación debe encontrarse en que el estudio de Bilski no emplea un sistema de codificación para cada lesión por lo que podría haberse infravalorado el diagnóstico al centrarse solamente en la lesión principal obviando el resto.

En 2011 **Belmont** y cols. publicaron un estudio prospectivo longitudinal acerca de las lesiones musculoesqueléticas de una gran unidad de maniobra del ejército estadounidense en operaciones (*Combat Brigade Team*), durante la invasión de Irak en la segunda guerra del golfo, entre los años 2006 y 2007 (Operación Libertad Iraquí OIF)<sup>354</sup>. Del total de 4122 militares estudiados, encontraron un total de 242 lesiones musculoesqueléticas en 176 pacientes con lesiones en combate, excluidos aquellos pacientes que murieron antes de ser llevados a una instalación sanitaria.

Las fracturas de esqueleto axial (pelvis y raquis) y de huesos largos, supusieron el 55.9% de las fracturas. El agente causal fueron explosivos en un 80.7% de los casos. De las 242 lesiones musculoesqueléticas 35.5% fueron lesiones de partes blandas, y 24% fueron fracturas, un 44% de ellas abiertas. La frecuencia de fracturas abiertas por arma de fuego 45.8% fue mayor que la recogida por explosivos 10,6% (p<0.001). Las amputaciones fueron causadas más frecuentemente por explosivos. Las fracturas de esqueleto axial raquis y pelvis se debieron en un elevado porcentaje a explosivos, 10 de 12.

Comparando con el grupo ISAF de nuestra muestra, encontramos el explosivo como agente causal en el 88% de los pacientes, un 77% de las lesiones fueron de partes blandas, un 21% fracturas, (16% fracturas abiertas). Desde nuestro punto de vista la diferencia de frecuencia en las fracturas abiertas por arma de fuego respecto a explosivo carece de sentido en lo referente al tratamiento. Ya se ha comentado la diferencia en la consideración de fracturas abiertas, que en el caso de Belmont se refieren a fracturas expuestas, en las que persiste una comunicación directa del foco de fractura con el exterior por grave defecto de partes blandas (Gustilo IIA y más graves). En nuestro estudio, todas las fracturas por arma de fuego se consideraron abiertas, ya que para producirse se ha dado un contacto directo desde el exterior con el foco de fractura. Si bien las fracturas con mayor destrucción de partes blandas tienen un peor pronóstico<sup>104,296,372</sup>, la mayoría de fracturas por arma de fuego tienen un manejo quirúrgico y las mismas probabilidades de osteomielitis como complicación<sup>74,104,262,373</sup>, por lo que deben considerarse abiertas.

En 2007 **Owens** y cols. publicaron un artículo sobre fracturas en extremidades en OIF y OEF<sup>350</sup>, analizando el patrón de lesiones que afectan a extremidades, de pacientes militares

heridos en los conflictos de Irak y Afganistán en base al registro JTTR incluyendo los pacientes muertos en combate. No incluyeron las lesiones pélvicas.

Tabla 59. Comparación trabajo de Owens (349) con este estudio.

	Owens	Hospital Role 2E Herat
<b>Lesiones extremidades</b>	3575	910
<b>Heridas</b>	53% (51% MMSS y 49% MMII)	44% (48% MMSS y 52% MMII)
<b>Fracturas</b>	26% (50% MMSS y 50% MMII)	24% (32% MMSS y 68% MMII)

La principal diferencia entre el trabajo de Owens y el presente se aprecia en la diferencia de frecuencia en la distribución de las fracturas, que en su serie tienen una distribución equilibrada entre MMSS y MMII y en la nuestra se decanta predominantemente por MMII. Esto puede ser debido a que el estudio de Owens y cols. incluye solo militares y a que los pacientes de la OIF-1, fase en la cual las características de invasión se pueden equiparar más con una guerra de invasión con un menor componente asimétrico, presentarían menos lesiones por explosivos. Owens separa estas fases en su estudio y encuentra más lesiones por arma de fuego que por explosivos en la fase OIF-1 (convencional) que en la fase OIF-2 (asimétrica), algo similar a lo comunicado por Brethauer y cols. (352).

En 2012 **Commandeur y cols.** presentaron una serie de casos sobre patrones idénticos de fracturas en pacientes con lesiones por explosivo, en el interior de vehículos blindados<sup>159</sup>. Los pacientes sentados en el asiento delantero derecha presentaban fracturas estallido de T10 (IX vértebra torácica) tipo 3.2 según la clasificación AO con afectación de columna anterior y media, su ISS era 3. Los artilleros, sentados en su posición tras la ametralladora, presentaban fracturas de la cabeza radial AO 21-A2.2, su ISS era de 2. Dos pacientes presentaron fracturas intrarticulares de calcáneo tipo IV de la clasificación de Sanders. Ramasamy presentó una serie de 30 fracturas intrarticulares con el mismo mecanismo de producción y asociadas a otras lesiones importantes con una media de ISS de 17<sup>374</sup>, en la serie de Commandeur el ISS de ambos era de 3. Finalmente, dos casos de fracturas marginales de astrágalo intrarticulares tipo C1 de la clasificación AO en los artilleros del lateral derecho y el lateral izquierdo. En nuestra muestra no se diferenció a los pacientes ocupantes de un vehículo blindado, del resto de militares ISAF, del grupo de los que emplean medidas de protección pasiva en general. Sobre estas lesiones, de gran interés desde el punto de vista de la cirugía ortopédica militar, se puede consultar los trabajos de Clasper, Ramasamy, Bull y Singleton.

### Lesiones y fracturas de raquis

A excepción de los esguinces cervicales, más frecuentes por explosivos, algo que era de esperar por el mecanismo fisopatológico; no se encuentran diferencias significativas en la frecuencia de las lesiones de raquis según se dispusiese de medidas de protección pasiva.

En cuanto a las fracturas, aunque sin poder descartar el azar, se encontró una mayor frecuencia de fracturas cervicales por arma de fuego y fracturas toracolumbares por explosivos (tabla 34).

En el trabajo de **Peral, Turégano-Fuentes** y cols. en 2008 acerca de 512 pacientes atendidos el 11 de marzo de 2004 en Madrid<sup>174</sup>, encontraron que las fracturas raquídeas más frecuentes fueron las torácicas. En cambio, en nuestra serie, las fracturas más frecuentes fueron las lumbares. Esta diferencia puede deberse a la localización relativa del paciente con respecto al explosivo, con mayor frecuencia lateral en Madrid y al confinamiento que provocaría una reflexión de la onda expansiva. En nuestra serie se estudiaron también las lesiones raquídeas sin fractura, contusiones o esguinces que no se recogen en el trabajo de Peral. El segmento cervical es en este caso la más frecuente. Creemos que la mayor frecuencia se justifica por ser el cervical el segmento vertebral dotado de una mayor movilidad, y por tanto el más vulnerable al mecanismo terciario por explosivo.

En el estudio de 2012 **Ziembra** y cols. sobre los militares polacos desplegados en Afganistán<sup>344</sup> es interesante el relativamente bajo número de lesiones raquídeas en esta serie comparado con lo publicado en la literatura. Esta discrepancia puede ser atribuida a que solo se recogieron las lesiones graves con lesiones neurológicas asociadas.

En 2013 **Schoenfeld** y cols. publicaron un estudio epidemiológico retrospectivo sobre las lesiones de raquis sufridas por militares estadounidenses en Irak y Afganistán, de 2003 a 2011 a partir de los datos recogidos en sus autopsias e incluidos en la base de datos "*Armed Forces Medical Examiner System*"<sup>375</sup>.

De los 5.424 militares fallecidos por lesiones de combate un 38.5% sufrían lesiones raquídeas. Un 77% de las muertes fueron causadas por explosivos, 15% por proyectiles de arma de fuego y el resto incluían otros agentes etiológicos como accidentes de tráfico y aéreos. El artículo describe los tipos de lesiones raquídeas más frecuentes y estudia su asociación con el agente etiológico. Concluye que en la guerra contemporánea la incidencia de lesiones raquídeas parece mayor que la comunicada previamente en cualquier otro conflicto.

Otros artículos<sup>167,172,375</sup> del mismo autor y del grupo de **Bernstock**<sup>171</sup> ahondan en el hecho de que la frecuencia de las lesiones de raquis registrada en los conflictos de Irak y Afganistán es la mayor de la historia. Los autores atribuyen este hecho al cambio en los mecanismos lesivos con mucha mayor frecuencia de pacientes afectados por explosivos y a la mejora de los mecanismos de protección pasiva que provoca un descenso relativo de otras lesiones como las lesiones viscerales toracoabdominales. Habría que tener en cuenta, además:

1. La mejora en los medios de evacuación y en las medidas de protección pasiva que se ha relacionado con un aumento de la supervivencia, lo que indirectamente hace que estas lesiones sean más frecuentemente comunicadas en los trabajos publicados.
2. La mejora en los medios diagnóstico en zona de operaciones con especial referencia a la tomografía computarizada reduce las pérdidas por diagnóstico inadvertido.
3. La disponibilidad de registros de patología traumática como el JTTR hace posible que no solo se recojan los diagnósticos iniciales, sino también las lesiones diagnosticadas a lo largo del proceso diagnóstico terapéutico del paciente, por lo que es razonable pensar que las incidencias comunicadas sean menores que antes de disponer de estos registros.

En 2013 **Dickens** y cols. publicaron un estudio retrospectivo sobre 102 fracturas abiertas de calcáneo en 89 pacientes militares estadounidenses<sup>242</sup>, producidas en un entorno de combate OIF y OEF de marzo de 2003 a agosto de 2010, valorando distintas variables en asociación con el riesgo de infección y la necesidad de amputación después de las primeras 24h tras la lesión. El 89% (91 fracturas) se produjeron por explosivo y un 65% (66 fracturas) se produjeron mientras el paciente iba en un vehículo.

La media de ISS fue de 18.6, rango 5 a 57 con IC 16.7-20.4. Se empleó la clasificación de Gustilo y Anderson<sup>104</sup>, encontrándose 3 tipo I, 12 tipo II, 32 tipo IIIA, 49 tipo IIIB y 6 tipo IIIC. Un total de 43 fracturas (42%) requirieron amputación. El 100% de las heridas de más de 40cm<sup>2</sup> precisaron amputación. En su análisis encontraron una relación estadísticamente significativa entre las fracturas por explosivo, la localización plantar, el tamaño de la lesión plantar en centímetros cuadrados y el grado de fractura abierta en la clasificación de Gustilo y Anderson con la necesidad de amputación ( $p < 0.05$  para todas ellas).

En nuestra revisión, hemos considerado como fractura aparte la fractura de calcáneo, precisamente por estos datos aportados en la literatura. Se recoge una diferencia significativa en la etiología. La frecuencia de fracturas de calcáneo por explosivos que fue 5.4 veces mayor que la observada por arma de fuego. IC (1.2-22.9)  $p < 0,05$  (tabla 38). Sería necesario un estudio más detallado sobre el perfil del paciente (discriminando entre los diferentes tipos de explosivos, si el paciente caminaba o estaba dentro de un vehículo en el momento de la explosión, si el vehículo contaba con blindaje, el tipo de este y la posición del paciente sentado o de pie dentro del mismo). Todos estos aspectos son tenidos en cuenta en líneas de

investigación específicas, como la de Ramasamy y cols.<sup>24,28,194,199,376</sup> del *Imperial College* en Reino Unido.

### **Fracturas y diagnóstico por imagen**

Las fracturas, especialmente las fracturas vertebrales, han sido probablemente infradiagnosticadas en la valoración durante el ingreso.

En nuestra serie, de todas las fracturas vertebrales registradas, solo un 7.55% de las mismas se recogieron de enero de 2006 a agosto de 2009 (el hospital contó con tomografía computarizada desde agosto de 2009)<sup>338</sup>. A partir de ese momento y hasta diciembre de 2012 se recogieron el 92.5% de las fracturas vertebrales del periodo de estudio. Este dato no se tomó en consideración en la fase de diseño del estudio y no se analizó.

De los 84 meses que recoge el estudio, el TC estaba disponible a partir del 43º mes, es decir la mitad del periodo de estudio. Durante el primer periodo se atendieron al 38,9% de los pacientes diagnosticándose el 27,4% del total de las fracturas recogidas (en esqueleto axial, cinturas y en extremidades), mientras que, durante el segundo periodo con el Scanner disponible, se atendieron el 60,2% de los pacientes diagnosticándose el 72,6% de las fracturas. Serán necesarios nuevos estudios para corroborar la hipótesis de que la disponibilidad de un TC mejora significativamente la capacidad diagnóstica referida a las fracturas en pacientes con lesiones ortopédicas por arma de fuego o explosivos en este entorno.

## 15.8. Amputaciones

La mediana de los índices de gravedad ISS y NISS en los pacientes con amputación traumática es claramente superior al resto de los pacientes de nuestra muestra (tabla 44). La frecuencia de puntuación grave (superior a 15) en los índices de gravedad ISS es del 76% comparado con el resto de pacientes en los que se encuentra esta puntuación en un 21% mientras que puntuaciones superiores de 15 en el índice NISS se encuentran en el 76% frente al 29% de los pacientes que no presentan esta lesión. En nuestra muestra la presencia de una amputación traumática parece un marcador de gravedad.

La amputación traumática se encuentra en el 7,9% de los pacientes de nuestro estudio con lesiones por explosivos, frente al 2,4% en los pacientes con lesiones por arma de fuego ( $p < 0,05$ )

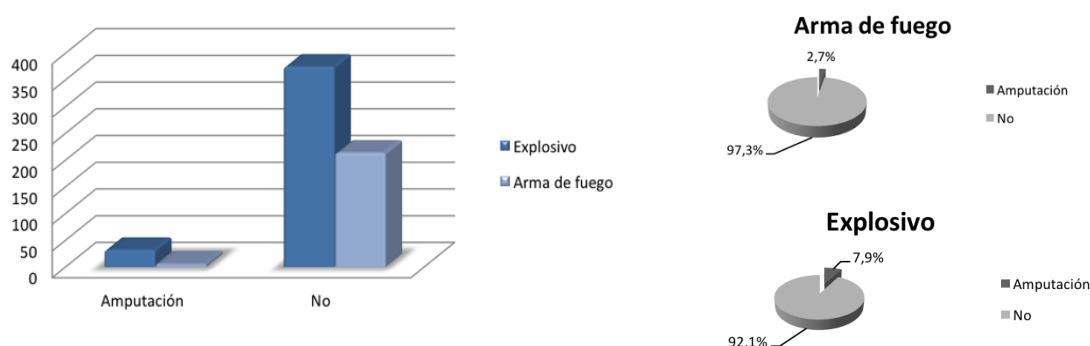


Figura 84. Porcentajes de pacientes que presentaron amputaciones traumáticas comparadas por grupos según agente etiológico

Existe una diferencia significativa en la frecuencia de amputaciones traumáticas en el grupo de pacientes que no empleaban medidas de protección que presentaron esta lesión en un 7,4% de los casos, frente al 2,7% de los pacientes que si disponían de aquellas ( $p < 0,05$ ) (tabla 43).

En la revisión sistemática de **Nasir** y cols. de 2004<sup>346</sup> el 90% de las amputaciones se produjeron en pacientes con lesiones por explosivo, en nuestra muestra un 87% p<0.05 (las amputaciones por explosivo fueron 2.8 veces más frecuentes IC 95% (1.2-6.7)).

En 2006 **Hinsley** y colaboradores <sup>231</sup>publicaron un estudio observacional prospectivo sobre 50 fracturas por arma de fuego o metralla en 33 pacientes, recogidas en la fase de guerra convencional de la primera guerra del golfo (marzo-abril de 2003). Para la clasificación de las fracturas se empleó la clasificación de heridas de guerra de la Cruz Roja y describiendo los resultados iniciales del tratamiento. El 90% de los pacientes fueron iraquíes, y la mitad de las fracturas fueron causadas por proyectiles de arma de fuego. Un total de 17 fracturas afectaron miembro superior y 33 miembro inferior, 7 (14%) amputaciones traumáticas, 2 (4%) amputaciones primarias y 4(9.5%) amputaciones secundarias. La diferencia con nuestro estudio puede deberse a que se refiere a pacientes en el contexto de una guerra convencional y de un grupo seleccionado entre aquellos que presentaban fracturas.

En 2011 **Cicvaric** y cols. <sup>345</sup> publicaron un trabajo retrospectivo sobre 123 pacientes consecutivos con fracturas por arma de fuego o explosivos en miembro superior, tratados por el servicio de traumatología del hospital de Rijeka desde 1991 a 1995, durante el conflicto de la antigua Yugoslavia. Recogió un 19.4% de amputaciones traumáticas (un 2,4% debidas a fracturas abiertas grado IIIC). La mortalidad de estos pacientes fue de un 2,5%. En su estudio llama la atención la tasa de amputaciones traumáticas por lesiones autoinflingidas (un 41.6%) p<0.001. (estas lesiones generalmente se producían por manipulación de explosivos (minas) y suponían un 29% de las lesiones en adultos y un 86% de las lesiones en menores). De nuevo, el hecho de estudiar exclusivamente los pacientes con fracturas parece que hace que el porcentaje de pacientes amputados sea mayor.

En el estudio de 2013 de **Schoenfeld** y cols <sup>39</sup> llama la atención que le grupo de las amputaciones es muy grande comparado con nuestra serie. Esta diferencia puede explicarse porque en ese estudio, el porcentaje de amputación no refiere solamente a la amputación traumática sino a todos aquellos con amputaciones traumáticas y a los que durante su evolución precisaron la amputación de un miembro (estudio retrospectivo basado en el registro de patología traumática del teatro de operaciones conjunto, JTTR) (tabla 60)

*Tabla 60 Comparación con el estudio de Schoenfeld y cols. de 2013.*

	<b>Schoenfeld y cols.</b>	<b>ISAF</b>	<b>Civiles, ANA y ANP</b>
<b>N</b>	472	184	443
<b>Explosivos / AdF / Otros</b>	69%/21%/10%	88%/12%	55%/45%
<b>USO DE MPP</b>	SI	SI	NO
<b>Amputaciones</b>	11%	2.7%	7.4%

## 15.9. Índices de gravedad de los pacientes con fracturas abiertas por explosivos

Como ya se ha dicho, consideramos abiertas por definición todas las fracturas por mecanismo balístico, (proyectiles de arma de fuego o metralla).

En nuestra muestra la frecuencia de fracturas abiertas por arma de fuego ha sido 3 veces mayor que la observada por explosivos. IC (2.3-4.1) p< 0,0001.

Centrándonos en las fracturas abiertas por explosivos vemos que existe una asociación estadísticamente significativa entre la presencia de fracturas abiertas por explosivo y una puntuación mayor que 15 en la escala de gravedad ISS, un 59% de los pacientes con fracturas abiertas presentaban ISS > 15 frente al 21% en el resto de pacientes. (p<0,001), es decir, presentaron una puntuación ISS grave 4,4 veces más frecuentemente que el resto de pacientes IC 99% 2,8-7 p<0,001. (tabla 47)

### Fractura abierta por explosivos. Gravedad ISS

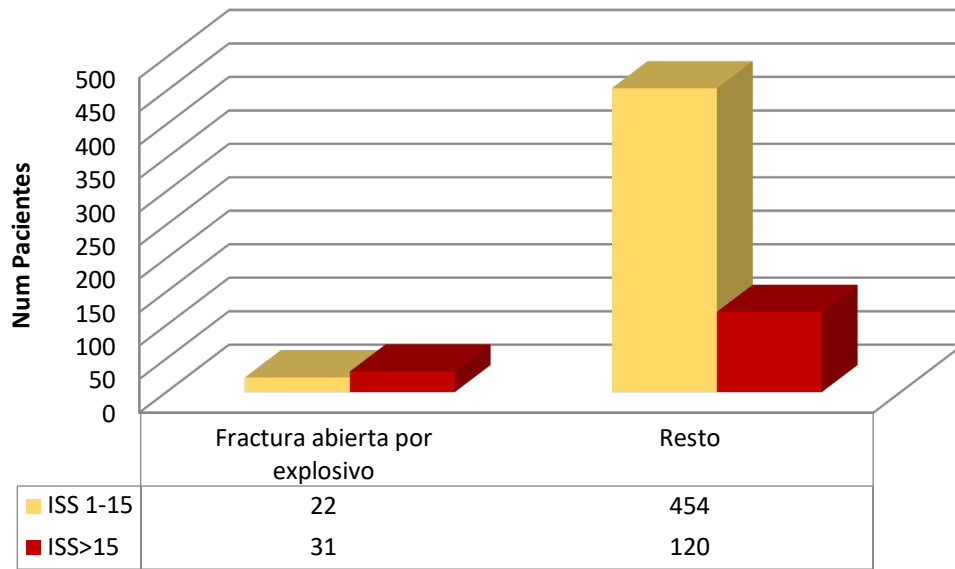


Figura 85 Fracturas abiertas por explosivo e ISS

De la misma manera existe asociación estadísticamente significativa entre la presencia de fracturas abiertas por explosivo y la gravedad del paciente medida en la escala NISS. Un 67,9% de los pacientes con fracturas abiertas por explosivos presentan NISS>15 frente al 23,4% del resto ( $p<0,001$ ), es decir presentan una puntuación NISS grave 4,4 veces más frecuentemente que el resto de pacientes IC 99% 2,9-6,8  $p<0,001$  (tabla 48).

### Fractura abierta por explosivo. Gravedad NISS

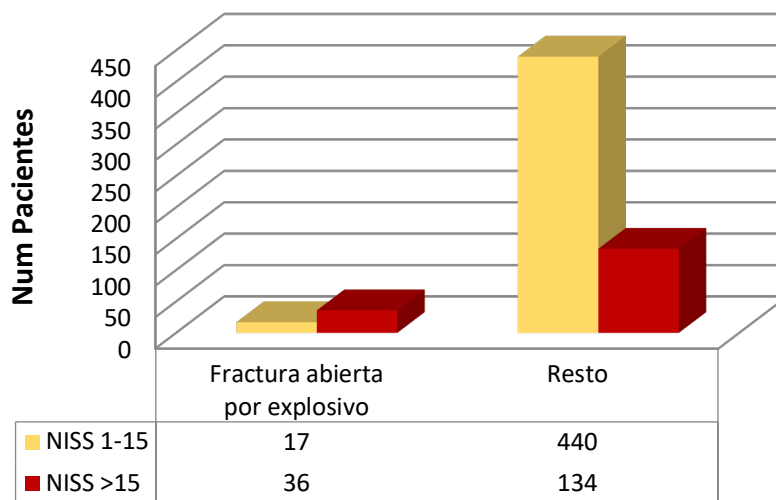


Figura 86 Fracturas abiertas por explosivo y NISS

En la muestra objeto de este estudio, la presencia de fracturas abiertas en un paciente con lesiones por explosivos parece un marcador de gravedad.

En el artículo de **Peral Gutiérrez de Ceballos** de 2011 sobre el ataque complejo con bombas en los trenes de cercanías del 11 de marzo en Madrid <sup>162</sup> se encontró que la rotura de membrana timpánica estaba presente en el 41% de los pacientes atendidos en el hospital y de ellos en el

67% de los que requirieron ingreso en UCI, lo que indica que esta lesión es un marcador de gravedad cuya asociación con la lesión pulmonar por explosión se ha recogido en la literatura<sup>377</sup>. Así como la lesión timpánica parece asociarse con necesidad de ingreso en UCI según el estudio mencionado, es posible que la presencia de una fractura abierta por explosivos se asocie a mayor gravedad del paciente, lo que debería tenerse en cuenta para la clasificación y el manejo del paciente, sobre todo para descartar otras lesiones asociadas a la que probablemente es en esos casos la más evidente, la fractura abierta.

## 15.10. Limitaciones del estudio

1. Se trata de un estudio retrospectivo, por lo que no se han podido inferir conclusiones que no se ciñan a la muestra estudiada.
2. Los índices de gravedad AIS, ISS y NISS fueron desarrollados para la patología traumática civil y en principio excluían las heridas de guerra. Por lo tanto, no reflejarían con precisión lesiones propias del combate, como los defectos tisulares masivos, las avulsiones y las lesiones vasculares no compresibles en cintura escapular y pelviana. Aunque se ha propuesto variantes militares para los índices de gravedad mISS y MCIS, su uso no está generalizado<sup>36</sup>.
3. Los índices de gravedad se han calculado en base a los diagnósticos recogidos durante su ingreso en el hospital militar español de Herat, sin seguimiento posterior. Esto podría subestimar su gravedad en el caso de presentar lesiones desapercibidas, que de haberse conocido modificarían los índices de gravedad.
4. Los explosivos se han tomado como un grupo homogéneo sin distinguir entre minas, cohetes, granadas u otros IEDs, ya que la única fuente de información para conocer el tipo concreto de explosivo era la historia clínica y se ha considerado una fuente no contrastable (en muchos casos reflejaba información imprecisa dada por los compañeros o testigos al equipo de aeroevacuación, que luego era transmitida al equipo médico en el hospital).
5. A efectos de este estudio se ha considerado que todos los militares aliados empleaban todas las medidas de protección pasiva (casco y chaleco con todas sus partes, uniforme completo guantes y gafas), y se desplazaban en vehículo blindado. No existe un registro ni fotográfico ni en su historia clínica de la situación exacta en el momento de la lesión, por lo que se ha tomado la norma de protección como la realidad, si bien sabemos que seguramente existan excepciones.
6. Los datos han sido recogidos a partir de la información contenida en las Historias Clínicas. El formato, si bien cumple los apartados mínimos requeridos en la *Ley 41/2002, de 14 de noviembre, "básica reguladora de la autonomía del paciente y derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica"* en su capítulo V artículo 15, no está normalizado, ya que dependiendo del momento se emplearía uno u otro formato a saber:
  - a. Español antes de 2009: sin formato preestablecido.
  - b. Español a partir de 2009: formato preestablecido aprobado por la Dirección de Sanidad del Ejército del Aire español y codificado en CIE-9.
  - c. Estadounidense: formato preestablecido (*Joint Theatre Trauma Registry*) codificado en CIE-9.

El sesgo que pudiese derivarse de este hecho se ha tratado de evitar estableciendo una serie de variables mínimas en la ficha de recogida de datos que han de encontrarse en todas las Historias Clínicas incluidas en la muestra.

7. El hecho de no contar con un registro normalizado, ha provocado un inevitable retraso en la comunicación de este estudio.



## 15.11. Fortalezas del estudio

1. Haciendo excepción de los trabajos de estadounidenses, y de los trabajos publicados en Holanda por Hoencamp, el tamaño de la muestra es el mayor de los publicados sobre lesiones de aparato locomotor y estructuras asociadas por arma de fuego y explosivos en conflictos asimétricos. Esto ofrece una nueva visión útil para los profesionales sanitarios militares de todos los países aliados que despliegan en este tipo de operaciones y que complementaría la ofrecida por los estudios norteamericanos.
2. Si bien no existe un registro de patología traumática normalizado en el ámbito militar en España, en este estudio se ha empleado la codificación CIE-9 organizada en una matriz de lesiones de Barell <sup>378</sup> adaptada a la patología de aparato locomotor y estructuras asociadas para el estudio descriptivo de las lesiones y codificación según el séptimo dígito de la escala AIS para el cálculo de la gravedad de cada lesión y de cada paciente. Todo ello permite su comparación con lo publicado en la literatura científica.
3. La inclusión de todos los pacientes, civiles y militares que fueron atendidos en el hospital, ofrecen una visión de conjunto al cirujano ortopédico de la patología que ha sido necesario atender, sin limitarse a la que presentaban a los militares aliados únicamente. Por otro lado, la inclusión de pacientes civiles permite formular nuevas hipótesis y líneas de trabajo que podrían ser útiles en el estudio y el manejo de esta patología en la población civil.



## 16. Conclusiones



## 16.1. Conclusión principal

En los pacientes atendidos en el hospital militar español role 2 de Herat, (Afganistán) durante el periodo 2006-2013, con lesiones en aparato locomotor y estructuras asociadas por arma de fuego o explosivos, la proporción de pacientes graves, es decir, con puntuaciones superiores a 15 en los índices de gravedad ISS y NISS, no presentó diferencias estadísticamente significativas comparando los pacientes con lesiones por explosivos con los pacientes con lesiones en aparato locomotor y estructuras asociadas por arma de fuego.

## 16.2. Conclusiones secundarias

1. El 70% de los pacientes atendidos fueron afganos: civiles, policías de la policía nacional afgana y militares del ejército nacional afgano; el 87% eran menores de 34 años, el 96% eran hombres. El agente etiológico fue el explosivo en un 65% de los casos. El grupo de lesiones más frecuente fueron heridas y la región corporal más frecuentemente afectada fueron los miembros inferiores. El 94% de los pacientes requirió pruebas de imagen, el 90% hospitalización, un 58% cirugía mayor y un 32% requirieron ingreso en la unidad de cuidados intensivos. La mortalidad en el hospital de este grupo fue de un 2,4%.
2. La mediana de la puntuación del AIS fue 2; las medianas del ISS y del NISS fueron 8.
  - En el grupo de pacientes de nuestra muestra que no emplean medidas de protección pasiva (chaleco, casco y vehículo blindado), formado por civiles, miembros del ANA y ANP, los pacientes con lesiones por explosivos presentaron puntuaciones en los índices de gravedad ISS y NISS mayores de 15 (graves) más frecuentemente que los pacientes con lesiones por arma de fuego.
  - Independientemente del agente lesivo, explosivo o arma de fuego, los pacientes que no disponían de medidas de protección pasiva presentaron índices de gravedad ISS y NISS mayores que 15, en un mayor porcentaje que los que si disponían de estas medidas.
3. No hay diferencias significativas en la gravedad de los pacientes atendiendo a su puntuación según se emplee el índice ISS o el índice NISS.
4. El 70% de los pacientes con lesiones por explosivos presentan lesiones en dos o más áreas corporales mientras que el 70% de los pacientes con lesiones por arma de fuego presentaban lesiones en una única área corporal.
  - Los pacientes afectados por explosivos presentaron significativamente más lesiones en cabeza y cara, cuello, región torácica y en miembros superiores que los pacientes con lesiones por arma de fuego.
5. Los pacientes con lesiones por arma de fuego precisaron intervenciones quirúrgicas mayores 1,7 veces más y hospitalización 1,2 veces más que los pacientes con lesiones por explosivos. Los pacientes con lesiones por explosivos requirieron 1,9 veces más evacuaciones a un escalón sanitario superior intrateatro que los pacientes con lesiones por arma de fuego.
  - Los pacientes que no empleaban medidas de protección pasiva fueron sometidos a cirugía mayor 1,8 veces más e ingresaron en UCI 1,4 veces más que los pacientes que si disponían de medidas de protección pasiva.
6. Los pacientes con lesiones por explosivos sufrieron una mayor proporción de contusiones / esguinces, luxaciones, amputaciones y quemaduras que los pacientes con lesiones por arma de fuego.
  - El patrón de lesiones por explosivo incluiría esguinces / contusiones en región cervical, en regiones proximales de extremidades superior y fracturas de fémur, de tobillo o de calcáneo.

- Los pacientes que no disponían de medidas de protección pasiva presentaron de forma significativa una mayor frecuencia de heridas y fracturas respecto a los pacientes con lesiones por explosivo que presentaron significativamente más esguinces / contusiones.
7. Los pacientes con lesiones por explosivos de nuestra muestra presentan 2,8 veces más frecuentemente amputaciones traumáticas que los pacientes con lesiones por arma de fuego.
    - Los pacientes sin MPP sufrieron 2,7 veces más amputaciones traumáticas que los pacientes que si disponían de ellas.
    - Los pacientes con amputaciones traumáticas por explosivos presentaron índices de gravedad ISS y NISS graves (mayores de 15) mucho más frecuentemente que los pacientes sin esta lesión, por lo que podemos considerar la presencia de amputación traumática como un marcador de gravedad en nuestra muestra.
  8. Los pacientes de nuestra muestra con fracturas abiertas por explosivos, presentan un índice ISS grave 4,4 veces y un índice NISS grave 4,9 veces más frecuentemente que el resto de los pacientes. La presencia de fractura abierta en un paciente con lesiones por explosivos es un marcador de gravedad en el grupo objeto del presente estudio.



## 17. Anexos



Anexo 1. Equivalencias de los descriptores del índice tabular de la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE- 9-MC con los grupos de patología empleados.

	CIE 9 MC		Códigos 800-950					
1. Herida superficial en cuello	874.8	910.8	910.9					
2. Herida superficial en MMSS	880.0	881.0	882.0	912	913	914	915	
3. Herida superficial en MMII	890.0	891.0	892.0	893.0	894.0	916	917	
4. Herida incisocontusa con afectación de partes blandas en cuello	874.0	874.1	874.2	874.3	874.4	874.5	875.9	
5. Herida incisocontusa con afectación de partes blandas en miembros superiores	880.1	880.2	881.1					
6. Herida incisocontusa con afectación de partes blandas en miembros inferiores	890.1	890.2	891.1	891.2	892.1	892.2	893.1	
	893.2	894.1	894.2					
7. Contusión / Esguince cervical	847.0	920	925.2					
8. Contusión / Esguince dorsal	847.1	922.3						
9. Contusión / Esguince / Esguince lumbar	846							
10. Contusión mano / muñeca	842	923.2	923.3	927.3				
11. Contusión / Esguince antebrazo / codo	841	923.1	927.1					
12. Contusión / Esguince brazo / hombro	840	923.0	927.0					
13. Contusión / Esguince muslo / cadera	843	924.0	928.0					
14. Contusión / Esguince pierna / rodilla	844	924.1	928.1					
15. Contusión / Esguince pie / tobillo	845	924.2	924.3	928.2				
16. Fractura carpo/muñeca	813.4	813.8	814.0	815.0	816.0			
17. Fractura antebrazo / codo	812.4	813.0	813.2					
18. Fractura humero	812.2							
19. Fractura hombro / escápula	811.0	812.0						
20. Fractura clavícula	810.0							
21. Fractura cervical	806.0	839.00	839.01					
22. Fractura dorsal.	806.2	839.21	839.31					
23. Fractura lumbar	806.4	839.20	839.30					
24. Fractura de pelvis / cadera	808.0	820.0	820.2	820.8				
25. Fractura femoral	821.0							
26. Fractura tibia / rodilla	821.2	822.0	823.0	823.2	823.8			
27. Fractura tobillo.	824.0	824.2	824.4	824.6	824.8			
28. Fractura tarso excluyendo calcáneo	825.2	826.0						
29. Fractura calcáneo	825.0							
30. Fractura abierta	812.3	812.2	806.1	806.3	806.5	810.1	812.5	
	813.1	813.5	814.1	815.1	816.1	820.1	820.3	
	820.9	821.1	821.3	822.1	823.1	823.3	823.9	
	824.1	824.3	824.6	824.7	825.1	825.3	826.1	
31. Amputación tarso	896							
32. Amputación pierna, bajo la rodilla	897.0	897.1						
33. Amputación muslo, sobre la rodilla	897.2	897.3						
34. Amputación mano	887.0							
35. Amputación antebrazo	887.1							
36. Amputación brazo	887.3	887.4	887.5	887.6	887.7			
37. Amputación menor (dedo mano ó pie)	885	886	895					
38. Luxación codo	832							
39. Luxación glenohumeral	831							
40. Otras luxaciones	833	834	835	836	837	838		



## Anexo 2. Matriz de Barrell modificada

		Herida superficial	Herida incisocontusa con afectación de partes blandas		Esguince /Contusión		Fractura		Amputación		Luxación	
Miembros Superiores	Mano / Muñeca	914 915	882 884	883	842 923.3	923.2 927.3	813.4 815.0	814.0 816.0	887.0 886	885	833	834
	Antebrazo / Codo	913	881	884	841 927.1	923.1	812.4	813.0	887.1	887.2	832	
	Brazo / Hombro / Clavícula	912	880	884	840 927.0	923.0	812.0 810.0	811.0	887.3 887.5	887.4 887.6	831	
Miembros inferiores	Muslo / cadera	916 917	890 877	894	843 928.0	924.0	808.0 820	821.0	897.2	897..3	835	
	Pierna / rodilla		892	894	844 928.1	924.1	821.2 823.0	822.0	897.0	897.1	836	
	Pie / tobillo		892 893	894	845 924.3	924.2 928.2	824.0 826.0	825.2 825.0	896	895	837	838
Cervical		910	874		847.0 925.2	920	806.0 806.1	805.0			839.0	839.1
Dorsal / Torácica		911	875		847.1	922.3	805.2 806.2	805.3 806.3			839.2	839.3
Lumbar		911	876		846		806.4				839.2	839.3

Anexo 3. Autorización del jefe del hospital español Role 2 de Herat (Afganistán) durante el periodo de abril a octubre de 2008, para la recogida de datos

**DON ARMANDO TORNER ALONSO CORONEL MÉDICO, JEFE DE LA SECCIÓN DE SANIDAD OPERATIVA DEL ESTADO MAYOR DEL MANDO DE OPERACIONES DEL ESTADO MAYOR DE LA DEFENSA Y JEFE DEL HOSPITAL ESPAÑOL ROLE 2E DE HERAT AFGANISTÁN DURANTE EL PERIODO ABRIL 2008 A OCTUBRE DE 2008**

**CERTIFICA:**

Que el Capitán Médico D. Carlos Rodríguez Moro, destinado como médico de Aeroevacuación bajo mi mando desde el 6 de mayo de 2008 al 6 de julio de 2008, inició la recogida de datos clínicos de los pacientes atendidos por lesiones por arma de fuego y explosivos en el citado Hospital con el objeto de incorporarlos al proyecto de investigación sobre “Lesiones por arma de fuego y explosivos atendidos en el Hospital Militar Español en Herat, Afganistán”

Madrid, a 1 de diciembre de 2013



Anexo 4. Autorización del General de Brigada Médico Director de Sanidad del Ejército del Aire (autoridad delegada para la custodia de la documentación clínica del Hospital Militar español desplegado en Herat), para la consulta de las Historias Clínicas del periodo de estudio.

**SOLICITUD DE ACCESO Y CONSULTA - INSTALACIONES SCN**

Enviar: por Fax al 916584168      Att: Dpto Custodia      Asunto: Solicitud consulta HERAT.      **SCN**

o por E-mail con el documento digitalizado y firmado a: [jdosantos@scnsistemas.com](mailto:jdosantos@scnsistemas.com) con copia a [dgutierrez@scnsistemas.com](mailto:dgutierrez@scnsistemas.com)

PERSONA QUE FIRMA / AUTORIZA LA SOLICITUD DE CONSULTA	
NOMBRE Y APELLIDOS DEL PERSONAL QUE VISITA LAS INSTALACIONES	D. CARLOS RODRIGUEZ MORO (CAPITAN MÉDICO, servicio COT, HCD)
DNI / PASAPORTE / NIE	DNI. 14302384H PASAPORTE. AAF035074 TIM. 41214302384N
FECHA Y HORA DE LA CONSULTA (Pre -aviso 24 horas de antelación)	15FEB2013, 21FEB2013 y 28FEB2013 de 0800h a 1300h
<b>SE PRECISA CONSULTAR LAS HHCC DE HERAT</b>	
Por contener datos a mi persona	
Por contener datos familiares o genealógicos, etc	
Por ser necesarios para ejercer acciones, derechos y obligaciones	
Por otras causas	FINES DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA (TESIS DOCTORAL)
<b>TIPO DE CONSULTA</b>	
Archivo físico	X
Archivo digital	X
HHCC a las que se solicita tener acceso	12256 a 16833 y 18976 a 21599 (autorizándose copia digital de las seleccionadas)
Para el acceso a las instalaciones se precisa presentar:	Presentación del DNI / PASAPORTE / NIE
Firma y cargo de la persona que autoriza la consulta	En                    a                    de                    de 2013



**Nota:** Horario de consulta de 8:00: a 13:00h

# Anexo 5. Informe del Comité de Ética de Investigación con medicamentos de la Inspección General de Sanidad de la Defensa



INSPECCIÓN GENERAL DE SANIDAD

Glorieta del Ejército, s/n  
Teléf.: 91 422 21 86  
28047 Madrid

## INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS

D<sup>a</sup>. Amelia García Luque, secretaria del Comité de Ética de Investigación con medicamentos (CEIm) de la Inspección General de Sanidad de la Defensa

### CERTIFICA:

Que este Comité ha evaluado la propuesta para que se realice el estudio:

**Código:** 05/16

**Título:** “Lesiones del aparato locomotor y sus estructuras asociadas producidas por arma de fuego o explosivo en áreas de conflicto bélico asimétrico”

**Investigador principal:** D. Carlos Rodríguez Moro

Y considera que:

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos y postulados éticos y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

Por tanto, este CEIm **ACEPTA** que dicho estudio sea realizado por D. Carlos Rodríguez Moro, como investigador principal.

Lo que firmo en Madrid a 29 de febrero de 2016



Fdo.: D<sup>a</sup>. Amelia García Luque

## Anexo 6. Autorización reproducción imágenes de la colección histórica de la Biblioteca de Ciencias de la Salud Claude Moore, Universidad de Virginia.

Dear Mr. Rodríguez Moro,

Thank you for your email and your interest in our collection of Ancient Roman surgical instrument reproductions. The Claude Moore Health Sciences Library at the University of Virginia is the rights holder of both the physical artifacts and the digital images included in our online exhibit. You are welcome to use the five images that you referenced from our exhibit in your Doctoral Thesis, "Orthopaedic injuries by firearms and explosives. Experience of the Spanish Military Hospital deployed in Herat, Afghanistan 2005-2013." We only require that you please include the following credit line with each image used: "Courtesy of Historical Collections & Services, Claude Moore Health Sciences Library, University of Virginia."

You can find the Library's full copyright and permissions policy here: <https://www.hsl.virginia.edu/historical/copyright.cfm>

Best,  
Emily Bowden

Emily A. Bowden  
Historical Collections Assistant  
Claude Moore Health Sciences Library  
University of Virginia  
[eab3w@virginia.edu](mailto:eab3w@virginia.edu)



## 18. Bibliografía



1. Hipócrates. *Tratados hipocráticos*. Madrid: Alianza editorial.; 1996.
2. Fackler ML, Dougherty PJ. Theodor Kocher and the Scientific Foundation of Wound Ballistics. Vol. 172, *Surgery, gynecology & obstetrics*. 1991.
3. Kragh JF, Kirby JM, Ficke JR. Extremity injury. En: Savitsky E, Eastridge BJ, editores. *Combat Casualty Care: Lessons Learned from OEF and OIF*. Dept of the Army. Office of the Surgeon General; 2012.
4. Manring MM, Hawk A, Calhoun JH, Andersen RC. Treatment of war wounds: A historical review. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:2168-91.
5. Gracia Rivas M. *La asistencia sanitaria a bordo de los buques. De la antigüedad clásica al siglo XVI*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Naval; 2001.
6. Covey DC. Blast and fragment injuries of the musculoskeletal system. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A:1221-34.
7. Nelson CW, Kutch Jr. JM. The Doctors Mayo and military medicine. *Mil Med*. 1990;155(7):293-8.
8. Colom Piella G. La evolución del paradigma estratégico occidental en el mundo globalizado. En: CESEDEN, editor. *Adaptación de la fuerza conjunta a la guerra asimétrica*. Madrid: Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2011. p. 25-42.
9. Cabrerizo Calatrava A. *El Conflicto Asimétrico*. En: Congreso Nacional de Seguridad. Universidad de Granada; 2002.
10. Edwards DS, McMenemy L, Stapley SA, Patel HDL, Clasper JC. 40 years of terrorist bombings – A meta-analysis of the casualty and injury profile. *Injury*. 2016;47(3):646-52.
11. Global Terrorism Database. National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (START). 2016.
12. Peleg K, Aharonson-Daniel L, Stein M, Michaelson M, Kluger Y, Simon D, et al. Gunshot and Explosion Injuries. *Ann Surg* 2004;239(3):311-8.
13. Aharonson-Daniel L, Klein Y, Peleg K. Suicide bombers form a new injury profile. *Ann Surg* 2006;244(6):1018-23.
14. Kluger Y, Peleg K, Daniel-Aharonson L, Mayo A. The special injury pattern in terrorist bombings. *J Am Coll Surg* 2004;199(6):875-9.
15. Golan R, Soffer D, Givon A, Peleg K. The ins and outs of terrorist bus explosions: Injury profiles of on-board explosions versus explosions occurring adjacent to a bus. *Injury*. 2014;45(1):39-43.
16. Schweitzer Y, Levin A, Yogev E. Suicide attacks un 2014: The Global Picture. *INSS Insight*. 2015;
17. Global Terrorism Index 2015. Institute for Economics & Peace; Disponible en: <http://economicsandpeace.org/wp-content/uploads/2015/11/Global-Terrorism-Index-2015.pdf>
18. Starnes BW, Beekley AC, Sebesta JA, Andersen CA, Rush RM. Extremity vascular injuries on the battlefield: tips for surgeons deploying to war. *J Trauma*. 2006;60(2):432-42.
19. Satizabal C, Calderón O, García A. Avances en el manejo de heridos en combate en el hospital militar central de Bogotá , Colombia. *Rev Med. Universidad Militar de Nueva Granada*. 2006;14:116-21.
20. Weil YA, Peleg K, Givon A, Mosheiff R. Musculoskeletal injuries in terrorist attacks-a comparison between the injuries sustained and those related to motor vehicle accidents, based on a national registry database. *Injury*. 2008;39(12):1359-64.
21. Weil YA; Peleg K, Givon A, Mosheiff R, Israel Trauma Group. Penetrating and Orthopaedic Trauma from Blast versus Gunshots Caused by Terrorism: Israel's National Experience. *J Orthop Trauma*. 2011;25(3):145-9.
22. Frykberg ER, Tepas JJ. Terrorist bombings. Lessons learned from Belfast to Beirut. *Ann Surg* 1988;208:569-76.
23. Mellor SG, Cooper GJ. Analysis of 828 servicemen killed or injured by explosion in Northern Ireland 1970-84: the Hostile Action Casualty System. *Br J Surg* 1989;76(10):1006-10.
24. Ramasamy A, Masouros SD, Newell N, Hill AM, Proud WG, Brown K, et al. In-vehicle extremity injuries from improvised explosive devices: current and future foci. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2011;366:160-70.
25. Belmont PJ, Schoenfeld AJ, Goodman G. Epidemiology of combat wounds in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: orthopaedic burden of disease. *J Surg Orthop Adv* 2010;19:2-7.
26. Hardaway RM. Vietnam wound analysis. *J Trauma* 1978;18(9):635-43.
27. Bellamy R. Combat trauma overview. En: Zajtchuk, R.; Grande G, editor. *Textbook of Military Medicine, Anesthesia and Perioperative Care of Combat Casualty*. Falls Church, Virginia, Estados



- Unidos: Office of the Surgeon General, United States Army; 1995.
28. Ramasamy A, Harrison SE, Clasper JC, Stewart MPM. Injuries from roadside improvised explosive devices. *J Trauma* 2008;65(4):910-4.
  29. Stansbury LG, Branstetter JG, Lalliss SJ. Amputation in military trauma surgery. *J Trauma*. 2007;63(10):940-4.
  30. Salas JH. Tratamiento de las heridas craneoencefálicas en la guerra. *Rev Cuba Med Milit* 1998;27(2):113-9.
  31. Ramasamy A, Hill AM, Clasper JC. Improvised explosive devices: pathophysiology, injury profiles and current medical management. *J R Army Med Corps* 2009;155(2):265-72.
  32. Champion HR, Holcomb JB, Young LA. Injuries from explosions: physics, biophysics, pathology, and required research focus. *J Trauma* 2009;66(5):1468-77.
  33. Champion HR, Bellamy RF, Roberts CP, Leppaniemi A. A profile of combat injury. *J Trauma Inj Infect Crit Care* 2003;54(5 Suppl):S13-9.
  34. Covey DC. From the frontlines to the home front. The crucial role of military orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:998-1006.
  35. Covey DC, Lurate RB, Hatton CT. Field hospital treatment of blast wounds of the musculoskeletal system during the Yugoslav civil war. *Journal of orthopaedic trauma*. 2000;(14): 278-286.
  36. Le TD, Orman JA, Stockinger ZT, Spott MA, West SA, Mann-Salinas EA, et al. The military injury severity score (mISS) *J Trauma Acute Care Surg* 2016; 81(1):114-21.
  37. Dougherty AL, Mohrle CR, Galarneau MR, Woodruff SI, Dye JL, Quinn KH. Battlefield extremity injuries in Operation Iraqi Freedom. *Injury* 2009;40:772-7.
  38. Owens BD, Kragh JF, Wenke JC, Macaitis J, Wade CE, Holcomb JB. Combat wounds in operation Iraqi Freedom and operation Enduring Freedom. *J Trauma* 2008;64(2):295-9.
  39. Schoenfeld AJ, Dunn JC, Belmont PJ. Pelvic, spinal and extremity wounds among combat-specific personnel serving in Iraq and Afghanistan (2003-2011): A new paradigm in military musculoskeletal medicine. *Injury* 2013;44(12):1866-70.
  40. Burkle FM, Newland C, Meister SJ, Blood CG. Emergency medicine in the Persian Gulf War-Part 3: Battlefield casualties. *Ann Emerg Med* 1994;23(4):755-60.
  41. Kuzman M, Tomić B, Stevanović R, Ljubčić M, Katalinić D, Rodin U. Fatalities in the war in Croatia, 1991 and 1992. Underlying and external causes of death. *JAMA* 1993;270(5):626-8.
  42. Navarro Suay R, Hernandez-Abadía de Barbará A, Gutierrez Ortega C, Tamburri Barriain R, Bartolomé Cela E, Gilsanz Rodríguez F. Analisis del agente lesivo en la baja de combate. Experiencia de la Sanidad Militar española desplegada en Herat (Afganistán). *Revista Sanidad Militar* 2011;67(1): 18-24
  43. Pasquier P, de Rudnicki S, Donat N, Auroy Y, Merat S. Epidemiology of war injuries, about two conflicts: Iraq and Afghanistan. *Ann Fr Anesth Reanim* 2011;30(11):819-27.
  44. Kang DG, Lehman RA, Carragee EJ. Wartime spine injuries: Understanding the improvised explosive device and biophysics of blast trauma., *Spine Journal*. 2012; (12): 849-57.
  45. SHAPE. Allied joint medical support AJP-4.14(A). North Atlantic Treaty Organization Standardization Agency; Disponible en: [http://www.shape.nato.int/resources/site6362/medica-secure/publications/ajp-4.10\(a\).pdf](http://www.shape.nato.int/resources/site6362/medica-secure/publications/ajp-4.10(a).pdf)
  46. Bieler D, Hentsch S, Franke A, Kollig E. Current Strategies for the Treatment of Blast Injuries to the Extremities. En: *RTO of NATO: A Survey of Blast Injury across the Full Landscape of Military Science*. OTAN; 2011. p. 1-17. Disponible en: <http://www.cso.nato.int/Pubs/rdp.asp?RDP=RTO-MP-HFM-207>
  47. Sanchidrian Blanco MA, Sanz Tercero F. La seguridad frente a artefactos explosivos. Madrid: Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional; 2009. 188 p.
  48. Los inhibidores que defensa compró para Afganistan [Internet]. *elconfidencialdigital.com*. [citado el 7 de febrero de 2016]. Disponible en: [http://www.elconfidencialdigital.com/defensa/inhibidores-Defensa-Afganistan-almacenados-interfieren\\_0\\_1928207183.html](http://www.elconfidencialdigital.com/defensa/inhibidores-Defensa-Afganistan-almacenados-interfieren_0_1928207183.html)
  49. Navarro Suay R, Hernandez-Abadía de Barbará A, Gutierrez Ortega C, Bartolomé Cela E, Gilsanz Rodríguez F. Gunshot and Improvised Explosive Casualties : A Report From the Spanish Role 2 Medical Facility in Herat , Afghanistan. *Mil Med*. 2012;177(3).
  50. Gosselin RA. War Injuries, Trauma, and Disaster Relief. *Tech Orthop*. 2005;20(2):97-108.
  51. Afghanistan Annual Report 2015. Protection of civilians in armed conflict [Internet]. Kabul: United Nations Assistance Mission in Afghanistan; 2016. Disponible en:

- [https://unama.unmissions.org/sites/default/files/poc\\_annual\\_report\\_2015\\_final\\_14\\_feb\\_2016.pdf](https://unama.unmissions.org/sites/default/files/poc_annual_report_2015_final_14_feb_2016.pdf)
52. Pape R, Hoveyda F. Dying to Win: The Strategic Logic of Suicide Bombing. *American Foreign Policy Interests*. 2005; (27):p. 535-6.
  53. Almogy G, Belzberg H, Mintz Y, Pikarsky AK, Zamir G, Rivkind AI. Suicide bombing attacks: update and modifications to the protocol. *Ann Surg*. 2004;239(3):295-303.
  54. Fackler ML. Wound ballistics. A review of common misconceptions. *JAMA*. 1988;259(18):2730-6.
  55. Fackler ML. Wound Ballistics Research of the Past Twenty Years: A Giant Step Backwards. San Francisco, California. Letterman Army Institute of Research. Institute Report No. 447; 1990. 14 p.
  56. Courtney M, Courtney A. Relative incapacitation contributions of pressure wave and wound channel in the Marshall and Sanow data set. 2007;1-17.
  57. Clasper JC. Blast and Ballistic Injury: Principles of Management. Londres: British Orthopaedic Association; 2010. 40 p.
  58. Hill PF, Edwards DP, Bowyer GW. Small fragment wounds: biophysics, pathophysiology and principles of management. *J R Army Med Corps*. 2001;147(1):41-51.
  59. Eardley WGP, Stewart MPM. Early management of ballistic hand trauma. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18(2):118-26.
  60. Eastridge BJ, Hardin M, Cantrell J, Oetjen-Gerdes L, Zubko T, Mallak C, et al. Died of wounds on the battlefield: causation and implications for improving combat casualty care. *J Trauma*. 2011;71:S4-8.
  61. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma*. 1997;43(6):922-925-926.
  62. Tohira H, Jacobs I, Mountain D, Gibson N, Yeo A. Systematic review of predictive performance of injury severity scoring tools. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2012;20(1):63.
  63. Lawnick MM, Champion HR, Gennarelli T, Galarneau MR, D'Souza E, Vickers RR, et al. Combat injury coding. *J Trauma Acute Care Surg* 2013;75(4):573-81.
  64. Singleton J a G, Gibb IE, Hunt NC a, Bull AMJ, Clasper JC. Identifying future «unexpected» survivors: a retrospective cohort study of fatal injury patterns in victims of improvised explosive devices. *BMJ Open*. 2013;3(8):1-8.
  65. Chico Fernández M, García Fuentes C, Guerrero López F. Registros de trauma: una prioridad sanitaria, un proyecto estratégico para la SEMICYUC. *Med Intensiva* 2013;37(4):284-9.
  66. Hoencamp R, Huizinga EP, Van Dongen TFCF, Idenburg FJ, Ramasamy A, Leenen LPH, et al. Impact of explosive devices in modern armed conflicts: In-depth analysis of dutch battle casualties in southern Afghanistan. *World J Surg*. 2015;38(10):2551-7.
  67. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, Cantrell J, Tops T, Uribe P et al. Death on the battlefield (2001Y2011): Implications for the future of combat casualty care . *J Trauma Acute Care Surg*. 2012; 73(6 Suppl 5):S431-7.
  68. Eastridge BJ, et al. Died of wounds on the battlefield: causation and implications for improving combat casualty care. *J Trauma*. 2011; 71(1 Suppl):S4-8.
  69. Martinović Z, Valjan V, Kvesić A, Kristo B, Vuckov S, Bakula B. War surgical care--experience from Franciscan Hospital «dr. fra Mato Nikolić» in Nova Bila during conflict in Central Bosnia (1993-1994). *Coll Antropol*. 2008;32:1221-7.
  70. Perkins JG, Beekley AC. «Damage control resuscitation.» *Combat Casualty Care: Lessons Learned from OEF and OIF*. Office of the Surgeon General, Department of the Army: Fort Detrick. 2012;121-164.
  71. Cubano MA. Soft-Tissue and Open Joint Injuries. En: Cubano MA, Lenhart MK, editores. *Emergency war surgery*. Cuarta ed. Office of The Surgeon General, Borden Institute. Fort Sam Houston, Texas. 2013.
  72. Taylor C, Jeffery S. Management of military wounds in the modern era. *Wounds UK*. 2009. (5) p. 50-8.
  73. Gray R. War wounds: basic surgical management [Internet]. Ginebra, Suiza: Comité Internacional de Cruz Roja; 1994.  
Disponibile en: [https://www.icrc.org/eng/assets/files/other/icrc\\_002\\_0570.pdf](https://www.icrc.org/eng/assets/files/other/icrc_002_0570.pdf)
  74. Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Current orthopaedic treatment of ballistic injuries. *Injury*;36(3):380-6.
  75. Benini AA, Moulton LH. Civilian Victims in an Asymmetrical Conflict: Operation Enduring Freedom, Afghanistan. *Journal of Peace Research*. 2004.(41) p. 403-22.

76. Brown KV, Guthrie HC, Ramasamy A , Kendrew JM, Clasper J. Modern military surgery: Lessons from Iraq and Afghanistan. *J Bone J Surg - Br Vol.* 2012;94-B:536-43.
77. Martin Sierra F. Sanidad militar en la operaciones humanitarias y de paz. Primera ed. Madrid: Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2007.
78. Bescós Torres J. La Sanidad Militar española en Viet Nam. *Med Mil.* 1995;5 (4).
79. Rodríguez Jiménez JL. Salvando vidas en el delta del mekong: la primera misión en el exterior de la sanidad militar española (Vietnam del sur, 1966-1971). Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2013.
80. Estado Mayor de la Defensa. Doctrina Sanitaria Conjunta. Publicación Doctrinal Conjunta C-4-001. Madrid: Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2003.
81. Navarro Suay R. Bajas por arma de fuego y explosivos. Experiencia del Hospital Militar Español desplegado en Herat (Afganistán) 2005-2008. [Tesis doctoral] Universidad Autónoma de Madrid; 2011.
82. Pikoulis EA, Petropoulos JCB, Tsigris C, Pikoulis N, Leppniemi AK, Pavlakis E, et al. Trauma Management in Ancient Greece: Value of Surgical Principles through the Years. *World J Surg* 2004;28(4):425-30.
83. Garrison. Historia de la Medicina. Madrid; 1921. p. 74.
84. Silverplats K. Warfare Medicine: Historical Perspectives. En: *Orthopedics in Disasters* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2016. p. 21-8.
85. Rodríguez González J. Breve visión de la asistencia sanitaria en las legiones romanas altoimperiales. *Rev Hist Mil.* 1993;(74):183-212.
86. Le Bohec Y. El ejército romano. 3ª. Barcelona: Editorial Ariel; 2004.
87. De la Torre Orea F. El cirujano de guerra. Importancia de los estudios anatómicos y bioestadísticos en los casos atendidos por el Escalón Médico Avanzado del Ejército de Tierra (EMAT) en Ad Diwaniyah (Iraq). Aplicación de una nueva metodología:ASCOM. [Tesis doctoral] Universidad de Zaragoza; 2010.
88. Rocca J. The treatment of war wounds in Graeco-Roman antiquity. *Med Hist.* 2002;46:134-5.
89. Sánchez González MA. Historia, teoría y método de la medicina: introducción al pensamiento médico. Barcelona: Ed. Masson; 1998.
90. Ruiz Speare JO. Heridas por proyectiles de armas de fuego. Mexico D.F.: Editorial Alfil; 2007. 263 p.
91. Beltran de Heredia y de Onis J. Dionisio Daza Chacon, cirujano del Renacimiento. Su aportación al tratamiento de las heridas. En: *Lección inaugural del curso Facultad de Medicina.* Valladolid: Universidad de Valladolid; 1971.
92. Gracia Rivas M. La Sanidad naval española: De Lepanto a Trafalgar. *Cuad Hist Mod*. 2006;V:167-85.
93. Hernandez-Abadía de Barbará A. Apoyo Sanitario en Operaciones. Escuela Superior de las Fuerzas Armadas. CESEDEN; 2013.
94. Ballesteros Fernández A. La Sanidad Militar durante la guerra de la Independencia. *Sanid Mil.* 2008;64(4):235-44.
95. Perez JM. Hospitales militares en Cuba. *Sanid Mil.* 1997;(45(2)):45-51.
96. Belaustégui Fernández A. Jose Salvany y otros médicos militares ejemplares. Madrid: Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2006. 151 p.
97. Tognolo P. The orthopedics of Nicolas Andry. *Minerva Ortop.* 1970;21(1):70-6.
98. Sherk HH. Getting it straight: a history of American orthopaedics. *Am Acad Orthop Surg.* 2008;81.
99. Varios Autores. Military Orthopaedic Surgery. *Am Acad Orthop Surg.* 1918;(3):200-1.
100. Bledsoe B, Barnes D. Traction splint. An EMS relic? *JEMS.* 2004;29(8):64-9.
101. Navarro Suay R, Plaza Torres JF. Una «hazaña prácticamente desconocida»: la participación de médicos militares españoles en la Primera Guerra Mundial. *Sanid Mil* 2014;70(1):51-7.
102. Areta Jiménez FJ. Lesiones musculoesqueléticas en combate (desde la asistencia inicial al tratamiento definitivo) . Evolucion desde el «metodo español» hasta la actualidad [Internet]. 2014 [citado 12 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.ranm.es/sesiones-y-actos/proximas-sesiones/3660-sesion-cientifica-conmemorativa-500-anos-de-sanidad-militar-27-de-marzo-de-2014.html>
103. Trueta J. The Treatment of War Fractures by the Closed Method: (Section of Surgery). *Proc R Soc Med.* 1939;33(1):65-74.
104. Gustilo RB, Anderson JT. JSBS classics. Prevention of infection in the treatment of one thousand

- and twenty-five open fractures of long bones. Retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A:682.
105. Paul GW. The history of external fixation. Vol. 20, *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery.* 2003; (20):1-8.
  106. Fragomen AT, Rozbruch SR. The mechanics of external fixation. *HSS J.* 2007;3(1):13-29.
  107. Fischer S. Obituary: Gerhard Küntscher. *J Bone Jt Surg Am.* 1974;(56):208-9.
  108. Soeur R. Intramedullary pinning of diaphyseal fractures. *J Bone Jt Surg Am.* 1946;(28):309-31.
  109. Küntscher G. Intramedullary surgical technique and its place in orthopaedic surgery. My present concept. *J Bone Jt Surg Am.* 1946;(47):809-18.
  110. Dougherty PJ, Carter PR, Seligson D, Benson DR, Purvis JM. Orthopaedic surgery advances resulting from World War II. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(1):176-81.
  111. Lyons C. An investigation of the role of chemotherapy in wound management in the Mediterranean theater. *Ann Surg.* 1946;(123):902-24.
  112. Fisher G, Florey M, Grimson T, Williams C. Penicillin in clostridial infections. 1944. *Lancet.* 1946;(1):395-9.
  113. Churchill E. The surgical management of the wounded in the Mediterranean theater at the time of the fall of Rome. *Ann Surg.* 1944;(12):268-83.
  114. Cleveland M. Delayed primary closure of wounds with compound fractures. *J Bone Jt Surg Am.* 1945;(27):452-6.
  115. Poyato-Galan J. Bajo el fuego y sobre el hielo. La sanidad en la campaña de la división azul. Ed. Actas; 2015.
  116. Jenkins DH. The Effects of Bullets. En: *Ryan's Ballistic Trauma* [Internet]. London: Springer London; 2011. p. 37-40.
  117. Baptista Rosas RC. Fundamentos de balística en heridas ocasionadas por proyectiles de arma de fuego. *Asoc Mex Med y Cirugía Trauma.* 2001;4(3):115-20.
  118. González Morales AE. Fundamentos de balística. Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2004.
  119. CICR. Balística de las heridas. Ginebra, Suiza: Comité Internacional de Cruz Roja 2008.
  120. Hollerman JJ, Fackler ML, Coidweli M, Ben-Menachem Y. Gunshot Injury Wounds : Bullets, Ballistics and Mechanisms of Injury. *Am Roentgen Ray Soc.* 1990;155:685-90.
  121. Fackler ML. What's Wrong with the wound ballistics literature and why. San Francisco, California; 1987.
  122. Mäkitie I. Ballistic Trauma in Finland. [Tesis doctoral] University of Helsinki; 2006.
  123. Mahoney PF, Ryan JM, Brooks AJ, W SC. *Ballistic Trauma.* Londres: Springer-Verlag; 2004.
  124. Courtney M, Courtney A. Ballistic pressure wave contributions to rapid incapacitation in the Strasbourg goat tests. 2007;1-12.
  125. Courtney M, Courtney A. Review of criticisms of ballistic pressure wave experiments, the Strasbourg goat tests, and the Marshall and Sanow data. 2007;1-18.
  126. Clasper J. The interaction of projectiles with tissues and the management of ballistic fractures. *J R Army Med Corps.* 2001;147:52-61.
  127. Fackler ML. Wounding Patterns Military Rifles. *Int Def Rev.* 1989;59-64.
  128. Rosell PE, Clasper JC. Ballistic fractures - The limited value of existing classifications. Vol. 36, *Injury.* 2005; (36): p. 369-72.
  129. Vennemann B, Große Perdekamp M, Kneubuehl BP, Serr a., Pollak S. Gunshot-related displacement of skin particles and bacteria from the exit region back into the bullet path. *Int J Legal Med.* 2007;121:105-11.
  130. Fox CJ, Starnes BW. Vascular Surgery on the Modern Battlefield. *Surgical Clinics of North America.* 2007; (87): p. 1193-211.
  131. Ming L, Yu-Yuan M, Ring-Xiang F, Tian-Shun F. The characteristics of pressure waves generated in the soft target by impact and its contribution to indirect bone fractures. *J Trauma Inj Infect Crit Care.* 1988;28(1):S104-9.
  132. DeMuth WEJ. Bullet velocity and design as determinants of wounding capability: an experimental study. *J Trauma.* 1966;(6):222-32.
  133. Fackler ML. Ballistic injury. *Ann Emerg Med.* 1986;(15):1451-5.
  134. Manzano-Trovamala Figueroa JR, Guerrero Molina MG, Arcaute F. Balística : Balística de efectos o balística de las heridas. *Cir Gen.* 2001;23:266-72.
  135. Buxton N. Spinal Injury. En: Brooks AJ, Clasper J, Midwinter M, Hodgetts TJ, Mahoney PF, editores.

- Ryan's Ballistic Trauma. London: Springer London; 2011. p. 341-7.
136. Schoenfeld AJ, Lehman RA, Hsu JR. Evaluation and management of combat-related spinal injuries: a review based on recent experiences. *Spine J.* 2012;12(9):817-23.
  137. Topp R, Cranston W. Spinal Trauma. En: Savitsky E, Eastridge BJ, editores. *Combat Casualty Care: Lessons Learned from OEF and OIF.* Dept of the Army. Office of the Surgeon General; 2012.
  138. Goonewardene SS, Mangat KS, Sargeant ID, Porter K, Greaves I. Tetraplegia following cervical spine cord contusion from indirect gunshot injury effects. *J R Army Med Corps.* 2007;153(1):52-3.
  139. Hutley E, Green A. Infection in wounds of conflict-old lessons and new challenges. *J R Army Med Corps.* 2009;(155):315-9.
  140. Petrouchkevitch N. Victims and criminals : Schutzmannschaft battalion 118 ( Belarus , Ukraine ). 1999;118.
  141. Stuhmiller J. Blast Injury. Translating research into operational medicine. Falls Church, Virginia, Estados Unidos: Office of the Surgeon General, United States Army; 2010.
  142. Ramasamy A, Hill AM, Clasper JC. Improvised explosive devices: pathophysiology, injury profiles and current medical management. *J R Army Med Corps.* 2009;155:265-72.
  143. Ramasamy A, Hill AM, Hepper AE, Bull AM, Clasper JC. Blast mines: physics, injury mechanisms and vehicle protection. *J R Army Med Corps.* 2009;155(4):258-64.
  144. Arun N. Shaped bombs magnify Iraq attacks [Internet]. BBC News. 2005 [citado 14 de octubre de 2014]. Disponible en: [http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle\\_east/4320818.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/4320818.stm)
  145. Rozenfeld M, Givon A, Shenhar G, Renert L, Peleg K. A New Paradigm of Injuries From Terrorist Explosions as a Function of Explosion Setting Type. *Ann Surg.* 2015;(0):1-7
  146. Leibovici D, Gofrit ON, Stein M, Shapira SC, Noga Y, Heruti RJ, et al. Blast injuries: bus versus open-air bombings--a comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions. *J Trauma.* 1996;41(6):1030-5.
  147. Arnold JL, Halpern P, Tsai MC, Smithline H. Mass Casualty Terrorist Bombings: A Comparison of Outcomes by Bombing Type. *Ann Emerg Med.* 2004;43(2):263-73.
  148. Hull JB, Cooper GJ. Pattern and mechanism of traumatic amputation by explosive blast. *J Trauma.* 1996;40(3 Suppl):S198-205.
  149. Ramasamy A, Hill AM, Masouros S, Gibb I, Bull AMJ, Clasper JC. Blast-related fracture patterns: a forensic biomechanical approach. *J R Soc Interface.* 2011;8(58):689-98.
  150. Horrocks CL. Blast injuries: biophysics, pathophysiology and management principles. *J R Army Med Corps.* 2001;147:28-40.
  151. Harrison SE, Kirkman E, Mahoney P, Park M. Lessons Learnt from Explosive Attacks. *J R Army Med Corps.* 2008; 153(4):278-82.
  152. AMDCS. *Emergency War Surgery.* [Internet]. Tercera Ed. Washington DC: Office of the Surgeon General, U.S. Army, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center; 2004.
  153. Plurad DS. Blast injury. *Mil Med.* 2011;176(3):276-82.
  154. Weil YA, Mosheiff R, Liebergall M. Blast and penetrating fragment injuries to the extremities. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(10):S136-9.
  155. Wightman JM, Gladish SL. Explosions and blast injuries. *Ann Emerg Med.* 2001;37(6):664-78.
  156. Coupland RM. Technical aspects of war wound excision. *Br J Surg.* 1989;76:663-7.
  157. DePalma RG, Burris DG, Champion HR, Hodgson, MJ. Blast injuries. Vol. 352, *The New England journal of medicine.* 2005. p. 2651-2653.
  158. Kluger Y, Nimrod A, Biderman P, Mayo A, Sorkin P. The quinary pattern of blast injury. *American journal of disaster medicine.* 2007; (2): 21-5.
  159. Commandeur J, Derksen RJ, Macdonald D, Breederveld R. Identical fracture patterns in combat vehicle blast injuries due to improvised explosive devices; a case series. *BMC Emerg Med* 2012; 12(1):12.
  160. Jacobs N, Rourke K, Rutherford J, Hicks A, Smith SRC, Templeton P, et al. Lower limb injuries caused by improvised explosive devices: Proposed «Bastion classification» and prospective validation. *Injury* 2014;45(9):1422-8.
  161. Dussault MC, Smith M, Osselton D. Blast injury and the human skeleton: An important emerging aspect of conflict-related trauma. *J Forensic Sci.* 2014;59(3):606-12.
  162. Gutierrez de Ceballos JP, Turégano Fuentes F, Perez Diaz D, Sanz Sanchez M, Martin Llorente C, Guerrero Sanz JE. Casualties treated at the closest hospital in the Madrid, March 11, terrorist bombings. *Crit Care Med.* 2005;33(1 Suppl):S107-12.
  163. Champion HR, Holcomb JB, Lawnick MM, Kelliher T, Spott MA, Galarneau MR, et al. Improved

- Characterization of Combat Injury. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 2010;68(5):1139-50.
164. Savitsky E, Eastridge BJ, Angeles L, Army US, Church F, Houston FS. *Combat Casualty Care*. Office of the Surgeon General, U.S. Army, Borden Institute, Walter Reed Army Medical Center; 2012.
  165. Zouris JM, Walker GJ, Dye J, Galarneau M. Wounding patterns for U.S. Marines and sailors during Operation Iraqi Freedom, major combat phase. *Mil Med*. 2006;171(3):246-52.
  166. Ragel BT, Allred CD, Brevard S, Davis RT, Frank EH. Fractures of the thoracolumbar spine sustained by soldiers in vehicles attacked by improvised explosive devices. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(22):2400-5.
  167. Freedman BA, Serrano JA, Belmont PJ, Jackson KL, Cameron B, Neal CJ, et al. The combat burst fracture study—results of a cohort analysis of the most prevalent combat specific mechanism of major thoracolumbar spinal injury. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134(10):1353-9.
  168. Helgeson MD, Lehman RA, Cooper P, Frisch M, Andersen RC, Bellabarba C. Retrospective review of lumbosacral dissociations in blast injuries. *Spine*. 2011;36(7):E469-75.
  169. Patzkowski JC, Blair JA, Schoenfeld AJ, Lehman RA, Hsu JR. Multiple associated injuries are common with spine fractures during war. *Spine J*. 2012;12(9):791-7.
  170. Schoenfeld AJ, Newcomb RL, Pallis MP, Cleveland AW 3Rd, Serrano JA, Bader JO, et al. Characterization of spinal injuries sustained by American service members killed in Iraq and Afghanistan: a study of 2,089 instances of spine trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;74(4):1112-8.
  171. Bernstock JD, Caples CM, Wagner SC, Kang DG, Lehman RA. Characteristics of Combat-Related Spine Injuries: A Review of Recent Literature. *Mil Med*. 2015;180(5):503-12.
  172. Eardley WGP, Bonner TJ, Gibb IE, Clasper JC. Spinal fractures in current military deployments. *J R Army Med Corps*. 2012;158(2):101-5.
  173. Blair JA, Patzkowski JC, Schoenfeld AJ, Cross Rivera JD, Grenier ES, Lehman RA, et al. Are spine injuries sustained in battle truly different? Vol. 12, *Spine Journal*. 2012. p. 824-9.
  174. Gutierrez de Ceballos JG, Turégano-Fuentes F, Perez-Diaz D, Sanz-Sanchez M, Martin-Llorente C, Guerrero-Sanz JE. 11 March 2004: The terrorist bomb explosions in Madrid, Spain—an analysis of the logistics, injuries sustained and clinical management of casualties treated at the closest hospital. *Crit Care*. 2005;9(1):104-11.
  175. Brown K V, Ramasamy A, McLeod J, Stapley S, Clasper JC. Predicting the need for early amputation in ballistic mangled extremity injuries. *J Trauma*. 2009;66(4):S93-S98.
  176. Clasper J, Ramasamy A. Traumatic amputations. *Br J Pain*. 2013;7(2):67-73.
  177. Bowyer G, Payne L, Mellor S, Rhee P RP. Historical overview and epidemiology. En: Ryan J, Rich N, Dale R, Morgans B. *Ballistic Trauma Clinical Relevance in Peace and War*. 1997.
  178. Tintle SM, Keeling JJ, Shawen SB, Forsberg J a, Potter BK. Traumatic and trauma-related amputations: part I: general principles and lower-extremity amputations. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:2852-68.
  179. Murphy P, Colwell C, Pineda G, Bryan T. Traumatic amputations. *Emerg Med Serv*. 2006;35:90-6.
  180. Coupland RM, Korver A. Injuries from antipersonnel mines: the experience of the International Committee of the Red Cross. *BMJ*. 1991;303(6816):1509-12.
  181. Fasol R, Irvine S, Zilla P. Vascular injuries caused by anti-personnel mines. *J Cardiovasc Surg*. 1989;30(3):467-72.
  182. Brown R, Chaloner E, Mannion S, Cheatle T. 10-Year experience of injuries sustained during clearance of anti-personnel mines. *Lancet*. 2001;358(9298):2048-9.
  183. Nechaev E, Gritsanov A, Fomin N. *Mine Blast Trauma*. San Petersburgo: Ministerio de Salud Pública e Industria Médica. Unión Soviética; 1984.
  184. Ramasamy A, McLeod J, Carter N. The effect of blast on the musculoskeletal system. *J Trauma*. 2013; 0(0) 1–12
  185. Ramasamy A, Hill AM, Masouros S, Gibb I, Phillip R, Bull AMJ, et al. Outcomes of IED foot and ankle blast injuries. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(5):e25.
  186. Morrison JJ, Mahoney PF, Hodgetts T. Shaped charges and explosively formed penetrators: background for clinicians. *J R Army Med Corps*. 2007;153(3):184-7.
  187. Frykberg ER, Tepas JJ, Alexander RH. The 1983 Beirut Airport terrorist bombing. Injury patterns and implications for disaster management. *Am Surg*. 1989;55(3):134-41.
  188. Chicago Project on Security & Terrorism. Universidad de Chicago, departamento de ciencias politicas.[Internet]Chicago, Illinois [citado el 10 de marzo de 2016] Disponible en <https://cpost.uchicago.edu>.

189. Starr AJ, Smith WR, Frawley WH, Borer DS, Morgan SJ, Reinert CM, et al. Symptoms of posttraumatic stress disorder after orthopaedic trauma. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(6):1115-21.
190. Leibner ED, Weil Y, Gross E, Liebergall M, Mosheiff R. A broken bone without a fracture: traumatic foreign bone implantation resulting from a mass casualty bombing. *The Journal of trauma.* 2005; (58): 388-90.
191. Wong JM-L, Marsh D, Abu-Sitta G, Lau S, Mann H a, Nawabi DH, et al. Biological foreign body implantation in victims of the London July 7th suicide bombings. *J Trauma.* 2006;60(2):402-4.
192. Braverman I, Wexler D, Oren M. A novel mode of infection with hepatitis B: Penetrating bone fragments due to the explosion of a suicide bomber. *Isr Med Assoc J.* 2002;4(7):528-9.
193. Infodefensa.com. Defensa cuenta con 29.4 millones para adquirir cascos hasta 2019. [Internet]. Disponible en: <http://www.infodefensa.com/es/2014/08/05/noticia-defensa-cuenta-millones-adquirir-cascos-antifragmentacion.html>
194. Ramasamy A, Hill AM, Masouros SD, Gordon F, Clasper JC, Bull AMJ. Evaluating the effect of vehicle modification in reducing injuries from landmine blasts. An analysis of 2212 incidents and its application for humanitarian purposes. *Accid Anal Prev.* 2011;43(5):1878-86.
195. Hepper A, Longhurst D, Cooper G, Gotts P. Ballistic Protection. En: Brooks AJ, editor. *Ryan's Ballistic Trauma.* London: Springer London; 2011. p. 125-47.
196. Knudsen P, Sorensen O. The destabilising effect of body armour on military rifle bullets. *Int J Leg Med.* 1997;(110):82-7.
197. Lanthier J. The effects of soft textile body armour on the wound ballistics of high velocity military wounds. Cranfield university. College of Defense Technology. Shrivenham, Wiltshire, UK.; 2003.
198. Alvarez J. Epidemiology of Blast Injuries in Current Operations. En: *A Survey of Blast Injury across the Full Landscape of Military Science.* 2011.
199. Masouros SD, Newell N, Bonner TJ, Ramasamy A, Hill AM, West ATH, et al. A standing vehicle occupant is likely to sustain a more severe injury than one who has flexed knees in an under-vehicle explosion: a cadaveric study. En: *IRCOBI Conference.* 2012. 289-95.
200. Jackson DS, Batty CG, Ryan JM, McGregor WSP. The Falklands war: Army field surgical experience. *Ann R Coll Surg Engl.* 1983;65(5):281-5.
201. Owen-Smith MA. A computerized data retrieval system for the wound of war. The Northern Ireland casualties. *J R Army Med Corps.* 1980;(127):31-54.
202. Rogov M. Pahological evaluation of trauma in fatal casualties of Lebanon war. *Isr J Med Scien.* 1982;(20):367-72.
203. Mazurek MT, Ficke JR. The scope of wounds encountered in casualties from the global war on terrorism: from the battlefield to the tertiary treatment facility. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(10):S18-23.
204. Lind WS, Nightengale K, Schmitt JF, Sutton JW, Wilson GI. The Changing Face of War: Into the Fourth Generation. *Mar Corps Gaz.* 1989;10:22-6.
205. Herman P. *Asymmetric Warfare: Seizing the Threat.* Low Intensity Confl Law Enforc. 1997;6(1).
206. Mclvor A. *Rethinking the principles of war.* Annapolis: U.S. Naval Institute; 2007.
207. Biddle S. *Afghanistan and the Future of Warfare: Implications for Army and Defense Policy.* Most. 2002.
208. Mattis JN, Hoffman F. *Future Warfare: The Rise of Hybrid Wars.* Vol. 131, U.S. Naval Institute Proceedings. 2005. p. 18-9.
209. Nogueira LS, Domingues CA, Campor MA. Diez años del new injury severity score (NISS): ¿cambio posible? *Rev Latino-Am Enferm.* 2008;16:314-9.
210. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet.* 13 de julio de 1974;2(7872):81-4.
211. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. *J Trauma.* 1989;29(5):623-9.
212. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma.* 1987;27(4):370-8.
213. Copes WS, Sacco WJ, Champion HR BL. Proceeding of the 33rd annual meeting of the Association for the Advancement of Automotive Medicine. Baltimore, Estados Unidos de América; p. 205-18.
214. OMS. *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (International Classification of Diseases)(ICD) 10th Revision - Version:2010.* Vol. 1, Occupational Health. 2010. 1-201.

215. García de Lorenzo A. Scores pronósticos y criterios diagnósticos en el paciente crítico. 2ªed. Majadahonda, Madrid: Ergon; 2006. p. 461
216. Eskridge SL, MacEra CA, Galarneau MR, Holbrook TL, Woodruff SI, MacGregor AJ, et al. Injuries from combat explosions in Iraq: Injury type, location, and severity. *Injury*. 2012;43:1678-82.
217. Gennarelli T, Wodzin E. Abbreviated Injury Scale (AIS) 2005-Update 2008. Barrington, Illinois, Estados Unidos de América: Association for the Advancement of Automotive Medicine; 2008.
218. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14(3):187-96.
219. Stevenson M, Segui-Gomez M, Lescohier I, Di S, McDonald-Smith G. An overview of the injury severity score and the new injury severity score. *Inj Prev*. 2001;7:10-3.
220. Mikhail JN, Harris YD, Sorensen VJ. Injury severity scoring: influence of trauma surgeon involvement on accuracy. *J Trauma Nurs*. 10:43-7.
221. Baldan M, Giannou CP. War Wounds with Fractures : The ICRC Experience. *East Cent African J Surg*. 2004;9(2):38-40.
222. Kotwal RS, Montgomery HR, Kotwal BM, Champion HR, Butler FK, Mabry RL, et al. Eliminating preventable death on the battlefield. *Arch Surg*. 2011;146:1350-8.
223. Butler FK, Holcomb JB, Giebner SD, McSwain NE, Bagian J. Tactical combat casualty care 2007: evolving concepts and battlefield experience. *Mil Med*. 2007;172(11 Suppl):1-19.
224. Shafizadeh S, Tjardes T, Steinhausen E, Balke M, Paffrath T, Bouillon B, et al. Advanced Trauma Life Support (ATLS) in the emergency room. Is it suitable as an SOP?. *Orthopade*. 2010;39(8):771-6.
225. Covey DC. The Role of the Orthopaedic Surgeon in United Nations peacekeeping Operations. *J Bone Jt Surg Am*. 1995;77:495-9.
226. Eiseman B, Moore EE, Meldrum DR, Raeburn C. Feasibility of damage control surgery in the management of military combat casualties. *Arch Surg*. 2000;135:1323-7.
227. Talving P, Dubose J, Barmparas G, Inaba K, Demetriades D. Role of selective management of penetrating injuries in mass casualty incidents. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2009;35(3):225-39.
228. Pape HC, Tornetta P, Tarkin I, Tzioupis C, Sabeson V, Olson SA. Timing of fracture fixation in multitrauma patients: the role of early total care and damage control surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009;17(9):541-9.
229. Pape HC, Hildebrand F, Pertschy S, Zelle B, Garapati R, Grimme K, et al. Changes in the management of femoral shaft fractures in polytrauma patients: from early total care to damage control orthopedic surgery. *J Trauma*. 2002;53(3):452-462.
230. Taeger G, Ruchholtz S, Waydhas C, Lewan U, Schmidt B, Nast-Kolb D. Damage control orthopedics in patients with multiple injuries is effective, time saving, and safe. *J Trauma*. 2005;59(2):409-416.
231. Hinsley DE, Phillips SL, Clasper JS. Ballistic fractures during the 2003 Gulf conflict--early prognosis and high complication rate. *J R Army Med Corps*. 2006;152:96-101.
232. Mabry RL, Holcomb JB, Baker AM, Cloonan CC, Uhorchak JM, Perkins DE, et al. United States Army Rangers in Somalia: an analysis of combat casualties on an urban battlefield. *J Trauma*. 2000;49(3):515-529.
233. Nikolić D, Jovanović Z, Popović Z, Vulović R, Mladenović M. Primary surgical treatment of war injuries of major joints of the limbs. *Injury*. 1999;30(2):129-34.
234. Jones EL, Peters AF, Gasior RM. Early management of battle casualties in Vietnam. An analysis of 1,011 consecutive cases treated at a mobile army surgical hospital. *Arch Surg*. 1968;97(1):1-15.
235. Taller J, Kamdar JP, Greene JA, Morgan RA, Blankenship CL, Dabrowski P, et al. Temporary vascular shunts as initial treatment of proximal extremity vascular injuries during combat operations: the new standard of care at Echelon II facilities? *J Trauma*. 2008;65(3):595-603.
236. Fox CJ, Gillespie DL, O'Donnell SD, Rasmussen TE, Goff JM, Johnson CA, et al. Contemporary management of wartime vascular trauma. *Journal of Vascular Surgery*. 2005. (41) p. 638-44.
237. Guthrie HC, Clasper JC, Kay AR, Parker PJ. Initial extremity war wound debridement: A multidisciplinary consensus. *J R Army Med Corps*. 2011;157(2):170-5.
238. DeFranzo AJ, Argenta LC, Marks MW, Molnar JA, David LR, Webb LX, et al. The use of vacuum-assisted closure therapy for the treatment of lower-extremity wounds with exposed bone. *Plast Reconstr Surg*. 2001;108(5):1184-91.
239. Clasper JC, Rowley DI. Outcome, following significant delays in initial surgery, of ballistic femoral fractures managed without internal or external fixation. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(1):97-101.
240. Keeling JJ, Gwinn DE, Tintle SM, Andersen RC, McGuigan FX. Short-term outcomes of severe open



- wartime tibial fractures treated with ring external fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:2643-51.
241. Keller A. The management of gunshot fractures of the humerus. *Injury* . 1995;26(2):93-6.
  242. Dickens JF, Kilcoyne KG, Kluk MW, Gordon WT, Shawen SB, Potter BK. Risk factors for infection and amputation following open, combat-related calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95:e24.
  243. Coupland RM. War wounds of bones and external fixation. *Injury*. 1994;25(4):211-7.
  244. Patzkowski JC, Blair JA, Schoenfeld AJ, Lehman RA, Hsu JR. Multiple associated injuries are common with spine fractures during war. *Spine J*. 2012;12(9):791-7.
  245. Rowley DI. War wounds with fractures: a guide to surgical management. Ginebra, Suiza: Comite Internacional de Cuz Roja; 1996. p.66.
  246. Owens BD, White D, Wenke JC. Comparison of irrigation solutions and devices in a contaminated musculoskeletal wound survival model. *J Bone Jt Surg [Am]*. 2009;(91):92-8.
  247. Lineaweaver W, McMorris S, Soucy D, Howard R. Cellular and bacterial toxicities of topical antimicrobials. *Plast Reconstr Surg*. 1985;(75):394-6.
  248. Bhandari M, Adili A, Schemitsch E. The efficacy of low pressure lavage with different irrigating solutions to remove adherent bacteria from bone. *J Bone Jt Surg [Am]*. 2001;(83):412-9.
  249. Crowley D, Kanakaris N, Giannoudis P. Irrigation of the wounds in open fractures. *J Bone Jt Surg Br*. 2007;(89):580-5.
  250. Anglen JO. Comparison of Soap and Antibiotic Solutions for Irrigation of Lower-Limb Open Fracture Wounds. A Prospective, Randomized Study. *J Bone Jt Surg*. 2005;87(7):1415.
  251. Conroy B, Anglen J, Simpson W, Christensen G, Phaup G, Yeager R, et al. Comparison of castile soap, benzalkonium chloride and bacitracin as irrigation solutions for complex contaminated orthopaedic wounds. *J Orthop Trauma*. 1999;(13):332-7.
  252. KCl. Negative Pressure Technology Platform [Internet]. Disponible en: <http://www.kci1.com/KCl1/negativepressuretechnologyplatform>
  253. Josty IC, Ramaswamy R, Laing JH. Vacuum assisted closure: an alternative strategy in the management of degloving injuries of the foot. *Brit J Plast Sur*. 2001. (54):363-5.
  254. McGuigan FX. Skin substitutes as alternatives to autografting in a wartime trauma setting. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(10):S87-9.
  255. Parker P. Pre-Hospital Antibiotic Administration. *J R Army Med Corps*. 2008;154(1):5-9.
  256. Satava RM, Modesto VL. A mass casualty while in garrison during Operation Desert Storm. *Mil Med*. 1992;157(6):299-300.
  257. Bowyer GW, Cooper GJ, Rice P. Management of small fragment wounds in war: Current research. *Ann R Coll Surg Engl*. 1995;77(2):131-4.
  258. Coupland RM. Hand grenade injuries among civilians. *JAMA*. 1993;270(5):624-6.
  259. Bowyer GW. Management of small fragment wounds: experience from the Afghan border. *J Trauma*. 1996;40(3):S170-2.
  260. Ramasamy A, Harrison SE, Stewart MPM, Midwinter M. Penetrating missile injuries during the Iraqi insurgency. *Ann R Coll Surg Engl*. 2009;91(7):551-8.
  261. Bumbasirević M, Lesic A, Mitkovic M, Bumbasirević V. Treatment of blast injuries of the extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(10):S77-81.
  262. Murray CK, Hsu JR, Solomkin JS, Keeling JJ, Andersen RC, Ficke JR, et al. Prevention and management of infections associated with combat-related extremity injuries. *J Trauma*. 2008;64(3):S239-51.
  263. Wolf SE, Kauvar DS, Wade CE, Cancio LC, Renz EP, Horvath EE, et al. Comparison between civilian burns and combat burns from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom. *Ann Surg*. 2006;243(6):786-795.
  264. Brodie S, Hodgetts TJ, Ollerton J, McLeod J, Lambert P, Mahoney P. Tourniquet use in combat trauma: UK military experience. *J R Army Med Corps*. 2007;153(4):310-3.
  265. Brown K V, Ramasamy A, Tai N, MacLeod J, Midwinter M, Clasper JC. Complications of extremity vascular injuries in conflict. *J Trauma*. 2009;66(4):S145-9.
  266. Gifford SM, Aidinian G, Clouse WD, Fox CJ, Porras CA, Jones WT, et al. Effect of temporary shunting on extremity vascular injury: An outcome analysis from the Global War on Terror vascular injury initiative. *J Vasc Surg*. 2009;50(3):549-56.
  267. Tiwari A, Haq AI, Myint F, Hamilton G. Acute compartment syndromes. *British Journal of Surgery*. 2002. (89) 397-412.

268. Gourgiotis S, Villias C, Germanos S, Foukas A, Ridolfini MP. Acute Limb Compartment Syndrome: A Review. *Journal of Surgical Education*. 2007. (64):178-86.
269. Sheridan GW. Fasciotomy in the treatment of the acute compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(1):112-5.
270. Ficke JR, Pollak AN. Extremity War Injuries: Development of Clinical Treatment Principles. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2007. (15): 590-5.
271. Clasper JC, Standley D, Heppell S, Jeffrey S, Parker PJ. Limb compartment syndrome and fasciotomy. *J R Army Med Corps*. 2009;155:298-301.
272. Camuso MR. Far-forward fracture stabilization: external fixation versus splinting. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(10):S118-23.
273. Kirk KL, Hayda R. Compartment Syndrome and Lower-Limb Fasciotomies in the Combat Environment. *Foot and Ankle Clinics*. 2010. (15): 41-61.
274. Doucet JJ, Galarneau MR, Potenza BM, Bansal V, Lee JG, Schwartz AK, et al. Combat versus civilian open tibia fractures: the effect of blast mechanism on limb salvage. *J Trauma*. 2011;70(5):1241-7.
275. Ritenour AE, Dorlac WC, Fang R, Woods T, Jenkins DH, Flaherty SF, et al. Complications after fasciotomy revision and delayed compartment release in combat patients. *J Trauma*. 2008;64(2 Suppl):S153-S162.
276. Hayakawa H, Aldington D, Moore R. Acute traumatic compartment syndrome: a systematic review of results of fasciotomy. *Trauma*. 2009;(11):5-15.
277. Rush RM, Kjorstad R, Starnes BW, Arrington E, Devine JD, Andersen CA. Application of the Mangled Extremity Severity Score in a combat setting. *Mil Med*. 2007;172(7):777-81.
278. MacKenzie EJ, Bosse MJ, Kellam JF, Burgess AR, Webb LX, Swiontkowski MF, et al. Factors influencing the decision to amputate or reconstruct after high-energy lower extremity trauma. *J Trauma*. 2002;52(4):641-9.
279. Doukas WC, Hayda RA, Frisch HM, Andersen RC, Mazurek MT, Ficke JR, et al. The Military Extremity Trauma Amputation/Limb Salvage (METALS) Study Outcomes of Amputation Versus Limb Salvage Following Major Lower-Extremity Trauma. *J Bone Jt Surg*. 2013;95(2):138-45.
280. Bosse MJ. The Insensate Foot Following Severe Lower Extremity Trauma: An Indication for Amputation? *J Bone Jt Surg*. 2005;87(12):2601.
281. Nikolic D, Jovanovic Z, Vulovic R, Mladenovic M. Primary surgical treatment of war injuries of the foot. *Injury*. 2000;31(3):193-7.
282. Selmanpakoglu N, Güler M, Sengezer M, Türegün M, Isik S, Demirogullari M. Reconstruction of foot defects due to mine explosion using muscle flaps. *Microsurgery*. 1998;(18):182-8.
283. Clasper J. Amputations of the lower limb: a multidisciplinary consensus. *Journal of the Royal Army Medical Corps*. 2007. (153): 172-4.
284. Bonanni F, Rhodes M, Lucke JF. The futility of predictive scoring of mangled lower extremities. *J Trauma*. 1993;34(1):99-104.
285. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma*. 1990;30(5):568-572-573.
286. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF, Burgess AR, Webb LX, Swiontkowski MF, et al. A prospective evaluation of the clinical utility of the lower-extremity injury-severity scores. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83(1):3-14.
287. Rodríguez Moro C, Hernandez-Abadía de Barbará A. Telemedicina en COT: 10 años de experiencia del Hospital Central de la Defensa. En: 48º Congreso Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Oviedo; 2012.
288. Tintle SM, Baechler MF, Nanos GP, Forsberg JA, Potter BK. Traumatic and trauma-related amputations: Part II: Upper extremity and future directions. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:2934-45.
289. Radonić V, Giunio L, Biocić M, Tripković A, Lukčić B, Primorac D. Injuries from Antitank mines in Southern Croatia. *Mil Med*. 2004;169(4):320-4.
290. Tintle SM, Forsberg JA, Keeling JJ, Shawen SB, Potter BK. Lower extremity combat-related amputations. *J Surg Orthop Adv*. 2010;19(1):35-43.
291. Simper LB. Below knee amputation in war surgery: a review of 111 amputations with delayed primary closure. *J Trauma*. 1993;34(1):96-8.
292. Wolf AW, Benson DR, Shoji H, Hoeprich P, Gilmore A. Autosterilization in low-velocity bullets. *J Trauma*. 1978;18(1):63.
293. Mathieu L, Bazile F, Barthélémy R, Duhamel P, Rigal S. Damage control orthopaedics in the context

- of battlefield injuries: The use of temporary external fixation on combat trauma soldiers. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2011;97(8):852-9.
294. Griffiths D, Clasper J. Military limb injuries/ballistic fractures. *Curr Orthop.* 2006;20(5):346-53.
  295. Sarmiento A, Waddell JP, Latta LL. Diaphyseal humeral fractures: treatment options. *Instr Course Lect.* 2002;51:257-69.
  296. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma.* 1984;24(8):742-6.
  297. Open Fracture Study Group. A new classification scheme for open fractures. *J Orthop Trauma* 2010;24(8):457-64.
  298. Parker MJ, Handoll HHG. Pre-operative traction for fractures of the proximal femur in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006;3.
  299. Resch S, Thorngren KG. Preoperative traction for hip fracture: a randomized comparison between skin and skeletal traction in 78 patients. *Acta orthopaedica Scandinavica.* 1998(69).
  300. Rowlands TK, Clasper J. The Thomas splint--a necessary tool in the management of battlefield injuries. *J R Army Med Corps.* 2003;149:291-3.
  301. Robinson PM, O'Meara MJ. The Thomas splint: its origins and use in trauma. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(4):540-4.
  302. Agrawal Y, Karwa J, Shah N, Clayson A. Traction splint: to use or not to use. *J Perioper Pract.* 2009;19(9):295-8.
  303. Katoch BR, Rajagopalan CS. Warfare injuries: History, triage, transport and field hospital setup in the Armed Forces. *Medical Journal Armed Forces India.* 2010. (66): 304-8.
  304. Carroll EA, Koman LA. External fixation and temporary stabilization of femoral and tibial trauma. *J Surg Orthop Adv.* 2011;20:74-81.
  305. Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures. A prospective randomized study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume.* 1989;(71).
  306. Dhar SA, Bhat MI, Mustafa A, Mir MR, Butt MF, Halwai MA, et al. «Damage control orthopaedics» in patients with delayed referral to a tertiary care center: experience from a place where Composite Trauma Centers do not exist. *J Trauma Manag Outcomes.* 2008;2(10):2.
  307. McHenry T, Simmons S, Alitz C, Holcomb J. Forward surgical stabilization of penetrating lower extremity fractures: circular casting versus external fixation. *Mil Med.* 2001;166(9):791-5.
  308. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *The Journal of Trauma.* 2000;(48)
  309. O'Brien PJ. Fracture fixation in patients having multiple injuries. *Can J Surg.* 2003;46(2):124-8.
  310. Rodríguez Moro C. Cirugía de Control de Daños Ortopédica. En: *EMISAN. Manual de Soporte Vital Avanzado en Combate.* Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2014. p. 1000-13.
  311. Lerner A, Fodor L, Soudry M. Is staged external fixation a valuable strategy for war injuries to the limbs? *Clin Orthop Relat Res.* 2006;448:217-24.
  312. Has B, Jovanović S, Wertheimer B, Kondza G, Grdić P, Leko K. Minimal fixation in the treatment of open hand and foot bone fractures caused by explosive devices: case series. *Croat Med J.* 2001;42(6):630-3.
  313. Dubravko H, Zarko R, Tomislav T, Dragutin K, Vjenceslav N. External fixation in war trauma management of the extremities-experience from the war in Croatia. *J Trauma.* 1994;37(5):831-4.
  314. Clasper JC, Phillips SL. Early failure of external fixation in the management of war injuries. *J R Army Med Corps.* 2005;151(2):81-6.
  315. Bluman EM, Ficke JR, Covey DC. War Wounds of the Foot and Ankle: Causes, Characteristics, and Initial Management. *Foot and Ankle Clinics.* 2010;(15) 1-21.
  316. Adams S. Pelvic ring injuries in the military environment. *J R Army Med Corps.* 2009;155(1):293-6.
  317. Care PF. Joint Theater Trauma System Clinical Practice Guideline. 2012;(3):1-106.
  318. Jabaley ME, Peterson HD. Early treatment of war wounds of the hand and forearm in Vietnam. *Ann Surg.* 1973;177(2):167-73.
  319. Burkhalter W, Butler B, Metz W, Omer G. Experiences with delayed primary closure of war wounds in the hand in Viet Nam. *JBJS.* 1968;50:945-54.
  320. Ashby M. Low-velocity gunshot wounds involving the knee joint: surgical management. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56(5):1047-53.
  321. Dougherty PJ, van Holsbeeck M, Mayer TG, Garcia a J, Najibi S. Lead toxicity associated with a

- gunshot-induced femoral fracture. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:2002-8.
322. Medzon R, Rothenhaus T, Bono CM, Grindlinger G, Rathlev NK. Stability of cervical spine fractures after gunshot wounds to the head and neck. *Spine.* 2005;30(20):2274-9.
  323. Sayer FT, Kronvall E, Nilsson OG. Methylprednisolone treatment in acute spinal cord injury: the myth challenged through a structured analysis of published literature. *Spine J.* 2006;6(3):335-43.
  324. Hurlbert RJ. Methylprednisolone for acute spinal cord injury: an inappropriate standard of care. *J Neurosurg.* 2000;93(1):S1-S7.
  325. Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS, Harris M, Chapman JR, Schildhauer T, et al. Diagnosis and management of sacral spine fractures. *Instr Course Lect.* 2004;53:375-85.
  326. Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS, Harris M, Chapman JR, Schildhauer T, et al. Diagnosis and management of thoracolumbar spine fractures. *Instr Course Lect.* 2004;53:359-73.
  327. Vaccaro AR, Lehman RA, Hurlbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine.* 2005;30(20):2325-33.
  328. Klimo P, Ragel BT, Rosner M, Gluf W, McCafferty R. Can surgery improve neurological function in penetrating spinal injury? A review of the military and civilian literature and treatment recommendations for military neurosurgeons. *Neurosurg Focus.* 2010;28(5):4-10.
  329. Blair JA, Patzkowski JC, Schoenfeld AJ, Cross Rivera JD, Grenier ES, Lehman RA, et al. Spinal column injuries among Americans in the global war on terrorism. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(18):e135(1-9).
  330. Consejo de Seguridad de Naciones Unidas. Resolución 1386 sobre la situación en Afganistán; 2001.
  331. Ministerio de Defensa. Manual de Área. Afganistán. 11ª edición. Centro de Inteligencia de Las Fuerzas Armadas. Estado Mayor de la Defensa. Ministerio de Defensa. Gobierno de España.
  332. Armero P, Carrilo F. Afganistán. En: *El ejército del aire en operaciones de paz.* Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2004. p. 61-74.
  333. Navarro Suay R, Bartolomé Cela E, Jara Zozaya A, Oreja Guevara G. Capacidades y asistencia sanitaria realizada por el ROLE-2 español en la FSB de Herat (Afganistán) desde febrero a julio de 2007. *Sanid Mil.* 2008;64(2):98-104.
  334. Hartenstein I. Medical evacuation in Afghanistan: lessons identified! Lessons learned? En: *RTO of NATO: A Survey of Blast Injury across the Full Landscape of Military Science.* OTAN; 2011.
  335. Ministerio de Defensa. Sanidad en Operaciones PD4-616. Ejército de Tierra Español. Mando de Adiestramiento y Doctrina; 2008.
  336. Navarro Suay R, Bartolomé Cela E, Jara Zozaya I, Hernández Abadía de Barbará A, Gutiérrez Ortega C, García Labajo JD, et al. Medicina aún más crítica: análisis retrospectivo de las bajas atendidas en la UCI del Hospital Militar español de Herat (Afganistán). *Med Intensiva.* 2011;35(3):157-65.
  337. Navarro Suay R. RAC, TBR, López Soberón E. PT, C. AJP. Despliegue y capacidades sanitarias en la región oeste de Afganistán (provincias de Badghis y Herat) de agosto a noviembre 2012. *Sanid Mil.* 2013;69(1):48-60.
  338. Ministerio de Defe. La Dirección de Sanidad hace entrega de un Escáner al Hospital de la Base de Apoyo Avanzado de Herat [Internet]. 2009. [Citado el 15 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://www.ejercitodelaire.mde.es/ea/pag?idDoc=141BA6D2712FB148C125761E002313D9>
  339. Kearney SP, Bluman EM, Lonergan KT, Arrington ED, Ficke JR. Preparedness of orthopaedic surgeons for modern battlefield surgery. *Mil Med.* 2012;177:1058-64.
  340. Naciones Unidas. Piramide de población de Afganistán [Internet]. 2015. [citado 1 de enero de 2017]. Disponible en: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/DemographicProfiles/>
  341. Gil Ruiz J. El genero en las operaciones. En: *El papel de la mujer y el género en los conflictos* [Internet]. Granada: Ministerio de Defensa. Gobierno de España; 2011.
  342. Hoencamp R, Vermetten E, Tan ECTH, Putter H, Leenen LPH, Hamming JF. Systematic review of the prevalence and characteristics of battle casualties from NATO coalition forces in Iraq and Afghanistan. *Injury* 2014;45(7):1028-34.
  343. Murray CK, Reynolds JC, Schroeder JM, Harrison MB, Evans OM, Hospenthal DR. Spectrum of care provided at an echelon II Medical Unit during Operation Iraqi Freedom. *Mil Med.* 2005;170(6):516-20.
  344. Ziembra R. Types of injuries among Polish soldiers and civilian staff in the 7 th , 8 th , 9 th and 10 th rotation of the Afghan stabilization mission. *Med Sci Monit.* 2012;18(3):9-15.
  345. Cicvaric T, Uravic M, Stalekar H, Sustic A, Protic A, Tadin T. Treatment of war injuries of the upper extremity during war in south-western croatia. *Acta Chir Croat.* 2011;8:43-52.

346. Nasir K, Hyder A a, Shahbaz CM. Injuries among Afghan refugees: review of evidence. *Prehospital disaster Med Off J Natl Assoc EMS Physicians World Assoc Emerg Disaster Med Assoc with Acute Care Found.* 2004;19(6):169-73.
347. Villanueva Serrano S, Martínez Pérez J, Herrera Morillas F, Hernández-Abadía de Barbará A. Bajas por munición explosiva. Experiencia española en la antigua Yugoslavia. *Med Mil.* 1997;53 (4):339-43.
348. Villalonga Martínez L. Sanidad Militar en Bosnia-Herzegovina. *Med Mil.* 1996;52(2):177-80.
349. Sheffy N, Mintz Y, Rivkind A, Shapira S. Terror-Related Injuries: A Comparison of Gunshot Wounds Versus Secondary-Fragments—Induced Injuries from Explosives. *J Am Coll Surg.* 2006;203(3):297-303.
350. Owens BD, Kragh JF, Macaitis J, Svoboda SJ, Wenke JC. Characterization of extremity wounds in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom. *J Orthop Trauma.* 2007;21(4):254-7.
351. Reavley PDA, Black JJM. Attendances at a field hospital emergency department during operations in Iraq November 2003 to March 2004 (Operation Telic III). *J R Army Med Corps.* 2006;152(4):231-5.
352. Brethauer SA, Chao A, Chambers LW, Green DJ, Brown C, Rhee P, et al. Invasion vs insurgency: US Navy/Marine Corps forward surgical care during Operation Iraqi Freedom. *Arch Surg.* 2008;143(6):564-9.
353. Belmont PJ, McCriskin BJ, Sieg RN, Burks R, Schoenfeld AJ. Combat wounds in Iraq and Afghanistan from 2005 to 2009. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;73(1):3-12.
354. Belmont PJ, Thomas D, Goodman GP, Schoenfeld AJ, Zacchilli M, Burks R, et al. Combat Musculoskeletal Wounds in a US Army Brigade Combat Team During Operation Iraqi Freedom. *J Trauma.* 2011;71(1):E1-7.
355. Hoencamp R, Idenburg FJ, Hamming JF, Tan ECTH. Incidence and epidemiology of casualties treated at the dutch role 2 enhanced medical treatment facility at multi national base Tarin Kowt, Afghanistan in the period 2006-2010. *World J Surg.* 2014;38(7):1713-8.
356. Bird JH, Luke DP, Ward NJ, Stewart MPM, Templeton PA. Management of Unstable cervical Spine Injuries In Southern Iraq during Op TELIC. 2005;179-85.
357. Torres León J, Sánchez Carrillo M, Membrillo de Novales FJ, Navarro Téllez M. Análisis de las repatriaciones por causas médicas en el contingente español de la ISAF durante los años 2009-2012 y de los fallecimientos ocurridos en Afganistán desde el inicio de la misión hasta Diciembre de 2012. *Sanid Mil.* 2013;69(3):154-63.
358. Weil Y a, Petrov K, Liebergall M, Mintz Y, Mosheiff R. Long bone fractures caused by penetrating injuries in terrorists attacks. *J Trauma.* 2007;62(4):909-12.
359. Khan MS. Terrorist attacks in the largest metropolitan city of Pakistan: Profile of soft tissue and skeletal injuries from a single trauma center. *World J Emerg Med.* 2015;6(3):217.
360. Whitaker, I. Y., Gennari, T. D., & Whitaker, A. L. (2003). The Difference Between ISS and NISS in a Series of Trauma Patients in Brazil. *Annual Proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 47, 301–309.
361. Navarro Suay R, Hernández-Abadía de Barbará a., Gutiérrez Ortega C, Bartolomé Cela E, Tamburri Barriain R, Gilsanz Rodríguez F. Análisis de la topografía lesional en la baja de combate: Experiencia de la Sanidad Militar española desplegada en Herat (Afganistán). *Sanid Mil.* 2011;67(2):78-83.
362. Colombo CJ, Mount CA, Popa CA. Critical care medicine at Walter Reed Army Medical Center in support of the global war on terrorism. *Crit Care Med [Internet].* julio de 2008;36(Suppl):S388-94. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18594268>
363. August P, Coffey MRA, Force O, Gondusky JS, Reiter MP, Infantry M, et al. Protecting Military Convoys in Iraq : An Examination of Battle Injuries Sustained by a Mechanized Battalion during Operation Iraqi Freedom II. *Distribution.* 2005;38(6):2001.
364. Johnson BA, Carmack D, Neary M, Tenuta J, Chen J. Operation Iraqi Freedom: The Landstuhl Regional Medical Center Experience. *J Foot Ankle Surg.* 2005;44(3):177-83.
365. Montgomery SP, Swiecki CW, Shriver CD. The evaluation of casualties from Operation Iraqi Freedom on return to the continental United States from March to June 2003. *J Am Coll Surg [Internet].* 2005;201(1):7-12-3.
366. Hardaway RM. Viet Nam wound analysis. *J Trauma.* 1978;18(9):635-43.
367. Johnson WL, O’Hearn CJ, Dobner JJ. Orthopedic experience in a MASH unit in postwar Iraq. *Orthopedics.* 1992;15(4):461-5.
368. Reister F. Medical statistics in World War II. Washington DC: Department of the Army, Office of

- the Surgeon General; 1975.
369. Reister F. Battle casualties and medical statistics: US Army experience in the Korean war. Department of the Army, Office of the Surgeon General; 1973.
  370. Lambert EW, Simpson RB, Marzouk A, Unger D V. Orthopaedic injuries among survivors of USS COLE attack. *J Orthop Trauma*. 2003;17(6):436-41.
  371. Bilski TR, Baker BC, Grove JR, Hinks RP, Harrison MJ, Sabra JP, et al. Battlefield casualties treated at Camp Rhino, Afghanistan: lessons learned. *J Trauma*. 2003;54(5):814-21.
  372. Roberts CS, Adams EL. The classification of open fractures: Are we there yet? *Injury*. 2013;44:403-5.
  373. Mody RM, Zapor M, Hartzell JD, Robben PM, Waterman P, Wood-Morris R, et al. Infectious complications of damage control orthopedics in war trauma. *J Trauma*. 2009;67(4):758-61.
  374. Ramasamy A, Hill AM, Phillip R, Gibb I, Bull AMJ, Clasper JC. The Modern «Deck-Slap» Injury—Calcaneal Blast Fractures From Vehicle Explosions. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2011. (71):1694-8.
  375. Schoenfeld AJ, Laughlin MD, McCriskin BJ, Bader JO, Waterman BR, Belmont PJ. Spinal injuries in United States military personnel deployed to Iraq and Afghanistan: an epidemiological investigation involving 7877 combat casualties from 2005 to 2009. *Spine*. 2013;38(20):1770-8.
  376. Ramasamy A, Hill AM, Masouros S, Gibb I, Phillip R, Bull AMJ, et al. Outcomes of IED foot and ankle blast injuries. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95:e25.
  377. Goh SH. Bomb blast mass casualty incidents: Initial triage and management of injuries. *Singapore Medical Journal*. 2009.(50): 101-6.
  378. Barell V, Aharonson-Daniel L, Fingerhut L a, Mackenzie EJ, Ziv A, Boyko V, et al. An introduction to the Barell body region by nature of injury diagnosis matrix. *Inj Prev*. 2002;8(2):91-6.