



Universidad
de Alcalá

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES
FACULTAD DE FISIOTERAPIA
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

VALORACIÓN DE LOS PUNTOS GATILLO
MIOFASCIALES EN EL ANTEBRAZO Y LA MANO
DE ESCALADORES Y SU RELACIÓN CON
VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

NOMBRE DEL ALUMNO: Irene Zapata Cáceres.

NOMBRE DEL TUTOR: Teresa Rivilla Maté. Profesora Asociada.

Alcalá de Henares, 21 de Junio del 2011.



Universidad
de Alcalá

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES
FACULTAD DE FISIOTERAPIA
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

VALORACIÓN DE LOS PUNTOS GATILLO
MIOFASCIALES EN EL ANTEBRAZO Y LA MANO
DE ESCALADORES Y SU RELACIÓN CON
VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

NOMBRE DEL ALUMNO: Irene Zapata Cáceres.

NOMBRE DEL TUTOR: Teresa Rivilla. Profesora Asociada.

Alcalá de Henares, 21 de Junio del 2011.

Firma del autor:

VºBº del tutor/a:

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad de Alcalá haberme dado la posibilidad de poder realizar este estudio de investigación que tanto me ha enriquecido profesional y personalmente.

En segundo lugar, a mi tutora Teresa Rivilla sin la cual, este estudio no habría sido posible. Le agradezco todas sus ideas, experiencia, entusiasmo, comprensión, confianza y apoyo durante el transcurso del estudio.

En tercer lugar, a M^a Dolores Marrodán y a la Universidad Complutense de Madrid por haberme brindado la oportunidad de ampliar mi conocimiento y aprendizaje. Agradezco toda la confianza depositada en mí y todo el cariño con el que se me ha acogido.

Por último, a todos los escaladores que se han prestado voluntarios y a los equipos profesionales de los cuatro rocódromos de la Comunidad de Madrid a los que se ha acudido para la elaboración del estudio. Al rocódromo correspondiente al Polideportivo de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el rocódromo Urban Monkey, el rocódromo Espacio Acción y por último el rocódromo Salamandra Boulder Café, por toda la ayuda prestada, apoyo, simpatía y colaboración durante el estudio.

RESUMEN

Introducción: La práctica de la escalada ha crecido progresivamente en popularidad. La escalada es fisiológicamente única porque requiere contracciones isométricas intermitentes y mantenidas de la musculatura del antebrazo. Los antebrazos, manos y dedos se solicitan con frecuencia y juegan un papel primordial.

Objetivo: Determinar la incidencia de puntos gatillo miofasciales (PG) en los antebrazos y manos de escaladores a nivel recreativo y competitivo y la relación existente entre los PG y variables de la práctica deportiva.

Materiales y métodos: Se trata de un estudio *descriptivo transversal o de prevalencia* con una muestra de 110 escaladores voluntarios seleccionados al azar, 85 hombres y 25 mujeres con una media de edad de 28,63 años. Los participantes debieron cumplimentar un cuestionario. Se registraron bilateralmente datos sobre los puntos gatillo miofasciales del antebrazo y la mano de los participantes. Se valoró el índice de masa corporal (IMC), el peso magro, la densidad corporal y el porcentaje de grasa corporal. Se incluyó también la valoración de las áreas mesobraquiales de los brazos y medidas dinamométricas de presión (fuerza del agarre).

Resultados y discusión: Los PG estuvieron más presentes en los músculos de la mano y dedos. Los escaladores con nivel intermedio, los escaladores a nivel recreativo y varios tipos de escalada mostraron valores más altos de PG. Se apreció una posible correlación negativa entre el porcentaje de grasa corporal y porcentaje de PG en hombres. También esta relación se encontró entre el área grasa de los brazos y los PG en hombres. Los valores significativamente superiores a la media en dinamometría se relacionaron con mayor presencia de PG en el antebrazo.

Conclusiones: Los PG tienen un gran impacto en la realización adecuada de la práctica de la escalada por lo que se considera importante atender a los resultados obtenidos. En la escalada, cobran mayor importancia factores relacionados con el entrenamiento que determinantes antropométricos. Son necesarios futuros estudios de alta calidad que profundicen en las relaciones establecidas.

PALABRAS CLAVE: fisioterapia, puntos gatillo, escaladores de roca, escalada en roca, lesiones, antropometría, dinamometría y deporte.

ABSTRACT

Introduction: The practice of rock climbing has grown in popularity. Climbing is considered physiologically unique because it requires intermittent and maintained forearm muscular contractions. It is a sport where the forearms, hands and fingers play a fundamental role and are used frequently.

Objective: To determine the incidence of myofascial trigger points of both forearms and hands of recreational and competitive climbers. It is attempted to evaluate the relationship between trigger points and variables of sport practice.

Material and Methods: It is a *descriptive transversal study of prevalence* that included a sample of 110 climbers that volunteered, 85 male and 25 female with an age mean of 28,63 years. Climbers had to fill up a questionnaire. It was registered bilaterally data on myofascial trigger points in forearm and hand. Body mass index (BMI), lean body weight, body density and body fat percentage (%BF) were evaluated. Cross sectional arm areas and pressure dynamometry (handgrip strength) were also included.

Results and discussion: There were more trigger points in hand and finger's muscles. Intermediate climbers, recreational climbers and several types of climbing represented the highest values of trigger points registered. It was also appreciated a possible negative correlation between body fat percentage and trigger points percentage in men. This relationship was also established between cross sectional fat arm area and trigger points in men. Significant higher values in dynamometry were related to a higher presence of trigger points.

Conclusions: Trigger points have a great impact on an adequate rock climbing performance so it is considered important to take into account the results that have been obtained. However, in climbing, aspects related to training are considered more important than anthropometric determinants. It becomes necessary future high quality studies that analyse these relationships in greater depth.

KEY WORDS: physical therapy, trigger points, rock climbers, rock climbing, injuries, anthropometry, dynamometry and sport.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	1
1.1. La escalada.....	1
1.1.1. Fisiología de la escalada.....	4
1.1.1.1. Consumo de oxígeno.....	4
1.1.1.2. Ritmo cardíaco y presión sanguínea.....	5
1.1.1.3. Lactato en sangre.....	6
1.1.2. Agarres de los dedos.....	7
1.1.2.1. Arqueo total.....	7
1.1.2.2. Medio arqueo.....	8
1.1.2.3. Mano abierta o agarre en extensión.....	8
1.1.2.4. Agujeros.....	9
1.1.2.5. Pinza.....	10
1.1.2.6. Plano.....	10
1.1.3. Principales posiciones de los brazos.....	10
1.1.3.1. Tracción.....	11
1.1.3.2. Mantle o paso de mostrador.....	11
1.1.3.3. Invertido.....	12
1.1.3.4. Lateral.....	12
1.1.3.5. Lateral hacia fuera.....	13
1.1.4. Lesiones del miembro superior en el escalador.....	13
1.1.4.1. Rupturas de las poleas de los tendones de los músculos flexores de los dedos.....	14
1.1.4.2. Reacciones fisiológicas del hueso y tejidos blandos al estrés mecánico.....	15
1.1.4.3. Lesiones de hombro, codo, muñeca y dedos.....	16
1.1.4.4. Lesiones por sobreuso.....	17
1.2. Puntos gatillo.....	18
1.3. Medidas Antropométricas, Índices Biométricos y Dinamometría del escalador.....	20
1.4. Hipótesis de partida del estudio.....	21
2. Materiales y Métodos.....	22

2.1. Cronograma.....	23
2.2. Variables a valorar.....	23
2.2.1. Cuestionarios.....	23
2.2.2. Puntos gatillo.....	25
2.2.2.1. <i>Extensor radial largo del carpo</i>	28
2.2.2.2. <i>Extensor radial corto del carpo</i>	29
2.2.2.3. <i>Extensor cubital del carpo</i>	29
2.2.2.4. <i>Braquiorradial</i>	29
2.2.2.5. <i>Extensor del dedo medio</i>	29
2.2.2.6. <i>Extensor del dedo anular</i>	30
2.2.2.7. <i>Extensor del dedo índice</i>	30
2.2.2.8. <i>Músculo Supinador</i>	30
2.2.2.9. <i>Palmar largo</i>	30
2.2.2.10. <i>Flexor radial del carpo</i>	31
2.2.2.11. <i>Flexor cubital del carpo</i>	31
2.2.2.12. <i>Flexor superficial y profundo de los dedos</i>	31
2.2.2.13. <i>Flexor largo del pulgar</i>	31
2.2.2.14. <i>Pronador redondo</i>	32
2.2.2.15. <i>Aductor del pulgar</i>	32
2.2.2.16. <i>Oponente del pulgar</i>	32
2.2.2.17. <i>Abductor del meñique</i>	32
2.2.2.18. <i>Primer interóseo dorsal</i>	32
2.2.2.19. <i>Segundo y tercer interóseo dorsal</i>	33
2.2.3. Medidas Antropométricas.....	33
2.2.4. Dinamometría de presión.....	40
3. Resultados.....	41
3.1. Porcentaje de puntos gatillo latentes y activos.....	41
3.1.1. Porcentaje de puntos gatillo latentes.....	41
3.1.2. Porcentaje de puntos gatillo activos.....	41
3.2. Variables de valoración de los PG obtenidas.....	43
3.2.1. Dolor local a la presión.....	43
3.2.2. Banda tensa palpable.....	43
3.2.3. Dolor referido.....	44

3.2.4. Respuesta de espasmo local (REL).....	44
3.2.5. Reconocimiento del dolor.....	44
3.2.6. Limitación dolorosa a la amplitud de movilidad al estiramiento.....	45
3.3. Relación entre presencia de puntos gatillo y variables del estudio..	46
3.3.1. Puntos gatillo y edad.....	46
3.3.2. Puntos gatillo y sexo.....	46
3.3.3. Puntos gatillo y ocupación manual o no manual.....	46
3.3.4. Puntos gatillo y hábitos de salud.....	47
3.3.5. Puntos gatillo y diestros, zurdos o ambidiestros.....	47
3.4. Relación entre presencia de puntos gatillo y práctica deportiva....	47
3.4.1. Puntos gatillo y horas de práctica semanal.....	47
3.4.2. Puntos gatillo y años de experiencia en la práctica de escalada.....	48
3.4.3. Puntos gatillo y tipos de escalada.....	48
3.4.4. Puntos gatillo y clasificación en principiante, intermedio o avanzado.....	49
3.4.5. Puntos gatillo y enfoque recreativo y/o competitivo.....	49
3.4.6. Puntos gatillo y escaladores federados frente a no federados.....	49
3.4.7. Puntos gatillo e incorporación en el entrenamiento deportivo de estiramientos músculo-tendinosos.....	49
3.4.8. Puntos gatillo y lesiones.....	50
3.4.9. Puntos gatillo y tratamientos recibidos.....	50
3.4.10. Puntos gatillo y fármacos.....	50
3.4.11. Puntos gatillo y localización de las valoraciones.....	51
3.5. Relación entre presencia de puntos gatillo y Dinamometría de presión.....	51
3.6. Resultados de Medidas Antropométricas, Índices Biométricos y Áreas Mesobraquiales.....	53
3.7. Relación entre presencia de puntos gatillo Índices Biométricos.....	53
3.7.1. Puntos gatillo e IMC.....	53

3.7.2. Puntos gatillo y porcentaje de grasa corporal.....	54
<i>Porcentaje de grasa corporal y edad</i>	54
3.7.3. Puntos gatillo y peso magro.....	55
3.8. Relación entre presencia de puntos gatillo y Áreas	
Mesobraquiales.....	55
3.8.1. Puntos gatillo en el MSI y área muscular del brazo	
izquierdo.....	55
3.8.2. Puntos gatillo en el MSD y área muscular del brazo	
derecho.....	55
3.8.3. Puntos gatillo en el MSI y área grasa del brazo	
izquierdo.....	56
3.8.4. Puntos gatillo en el MSD y área grasa del brazo	
derecho.....	56
4. Discusión.....	57
4.1. Puntos gatillo.....	57
4.2. Medidas antropométricas e índices biométricos.....	59
4.3. Dinamometría de presión.....	61
4.4. Limitaciones del estudio.....	62
5. Conclusiones.....	63
6. Bibliografía.....	65
7. Anexos.....	71
Anexo I. Consentimiento informado.....	71
Anexo II. Cuestionarios escaladores.....	72
Anexo III. Datos a rellenar por el investigador durante la	
valoración.....	75

ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

<i>PG</i> - Punto gatillo/ puntos gatillo.....	1-64
<i>VO₂</i> - Volumen de consumo de oxígeno.....	4,5
<i>VO_{max}</i> - Volumen de consumo de oxígeno máximo.....	5
<i>REL</i> - Respuesta al espasmo local.....	18,25-26,28-31,44
<i>PGC</i> - Punto gatillo central.....	28-32
<i>ERL</i> - Músculo Extensor radial largo del carpo.....	42,43
<i>ERC</i> - Extensor radial corto del carpo.....	41-43
<i>EC</i> - Extensor cubital del carpo.....	41-43
<i>B</i> - Braquiorradial.....	41-43
<i>EM</i> - Extensor del dedo medio.....	41-43
<i>EDA</i> - Extensor del dedo anular.....	41-43
<i>EDI</i> - Extensor del dedo índice.....	41-43
<i>S</i> - Supinador.....	41-43
<i>PL</i> - Palmar largo.....	41-43
<i>FR</i> - Flexor radial del carpo.....	41-43
<i>FC</i> - Flexor cubital del carpo.....	41-43
<i>FSPD</i> - Flexor superficial y profundo de los dedos.....	41-43
<i>FLP</i> - Flexor largo del pulgar.....	41-43
<i>PR</i> - Pronador redondo.....	41-43
<i>AP</i> - Aductor del pulgar.....	41-43
<i>OP</i> - Oponente del pulgar.....	41-43
<i>PID</i> - Primer interóseo dorsal.....	41-43
<i>AM</i> - Abductor del meñique.....	41-43
<i>SID</i> - Segundo interóseo dorsal.....	41-43
<i>TID</i> - Tercer interóseo dorsal.....	41-43
<i>MSI</i> - Miembro superior izquierdo.....	41-56
<i>MSD</i> - Miembro superior derecho.....	41-56
<i>m</i> - metros.....	2,33,38,39,53,60
<i>kg</i> - kilogramos.....	4,5,33,35,39,40, 51-55,60,61
<i>mmol/l</i> - milimoles por litro.....	6,7

<i>cm</i> - centímetros.....	29,33-36,40
<i>mm</i> - milímetros.....	34,36,37
ml/kg/min- mililitros por kilogramos por minuto.....	36
gr/mm ² - gramos por milímetros al cuadrado.....	45
<i>vs</i> - versus.....	60

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas:

<i>Tabla 1:</i> Cronograma de fechas de estancias en cada rocódromo.....	23
<i>Tabla 2:</i> Ejemplo de datos a rellenar por el investigador para la valoración de los PG por músculo.....	25
<i>Tabla 3:</i> Valores de c y m en función al sexo y la edad.....	38
<i>Tabla 4:</i> Medidas antropométricas, Índices Biométricos y Áreas Mesobraquiales de la muestra	53

Figuras:

<i>Figura 1:</i> Agarre tipo arqueo total.....	7
<i>Figura 2:</i> . Agarre medio arqueo de dedos.....	8
<i>Figura 3:</i> Agarre mano abierta o agarre en extensión.....	8
<i>Figura 4.1:</i> Agarre bidedo.....	9
<i>Figura 4.2:</i> Agarre monodedo.....	9
<i>Figura 5:</i> Agarre tipo pinza.....	10
<i>Figura 6:</i> Tracción.....	11
<i>Figura 7:</i> Mantle o paso de mostrador.....	11
<i>Figuras 8 y 9:</i> Invertido.....	12
<i>Figura 10:</i> Lateral.....	12
<i>Figura 11:</i> Lateral hacia fuera	13
<i>Figuras 12 y 13:</i> Antropómetro vertical.....	33
<i>Figura 14:</i> Balanza mecánica.....	33
<i>Figura 15:</i> Cinta métrica flexible.....	34
<i>Figuras 16 y 17:</i> Adipómetro marca Holtain.....	34
<i>Figura 18:</i> Dinamómetro marca Takei TKK.....	34
<i>Figura 19:</i> Plano de Frankfort.....	35
<i>Figura 20:</i> Medición de estatura.....	35
<i>Figura 21:</i> Medición de peso	35
<i>Figuras 22 y 23:</i> Medición de perímetros del brazo en extensión y flexión.....	36
<i>Figuras 24 y 25:</i> Medición de pliegues tricpital y bicipital.....	37
<i>Figuras 26 y 27:</i> Medición de pliegues subescapular y suprailiaco.....	38

<i>Figuras 28 y 29:</i> Medición de dinamometría izquierda y derecha.....	40
<i>Figura 30:</i> Puntos gatillo latentes de ambos miembros superiores en los músculos valorados.....	42
<i>Figura 31:</i> Puntos gatillo activos de ambos miembros superiores en los músculos valorados.....	42
<i>Figura 32:</i> Promedio de puntos gatillo latentes y activos de ambos miembros superiores en los músculos valorados.....	43
<i>Figura 33:</i> Dinamometría y peso.....	51
<i>Figuras 34:</i> Puntos gatillo en MSI y Dinamometría izquierda.....	52
<i>Figuras 35:</i> Puntos gatillo en MSD y Dinamometría derecha.....	52
<i>Figuras 36:</i> Puntos gatillo y porcentaje de grasa corporal en hombres.....	54
<i>Figura 37:</i> Puntos gatillo y promedio de peso magro en hombres.....	55
<i>Figuras 38 y 39:</i> Puntos gatillo y área grasa del brazo izquierdo en hombres y mujeres.....	56
<i>Figuras 40 y 41:</i> Puntos gatillo y área grasa del brazo derecho en hombres y mujeres.....	56

1. INTRODUCCIÓN

La práctica de la escalada ha crecido progresivamente en popularidad durante los últimos años (1,2,3,4) acercándonos a los profesionales de la sanidad a esta actividad deportiva y a las lesiones derivadas de la misma. Sheel *et al.* (2004) estimaron aproximadamente unos 300.000 escaladores de roca solo en Estados Unidos (EE.UU).

El objetivo de este estudio consiste en valorar la presencia de Puntos Gatillo miofasciales (PG) latentes y activos en 20 músculos de ambos antebrazos y manos de escaladores a nivel recreativo y competitivo, relacionando la presencia de dichos puntos gatillo con variables cualitativas y cuantitativas relacionadas con la práctica deportiva. También se valoraron datos a cerca de las medidas antropométricas del escalador y los valores de dinamometría de presión para así también relacionar la posible correlación entre los índices biométricos, la dinamometría y las áreas mesobraquiales de los brazos con la presencia de los puntos gatillo antes citados.

1.1. La escalada

La escalada es una técnica en roca que surgió a finales de 1890 dentro del campo del montañismo y fue en los años cincuenta y setenta del siglo XX cuando se empezaron a desarrollar más avances en el material y la técnica. Cuando a principios de 1980 se indagó en el diseño de las presas sintéticas, fue cuando se desarrolló la escalada moderna en rocódromo como entrenamiento para la escalada en el exterior (5).

Se distinguen varios tipos de escalada atendiendo a varias clasificaciones en función del medio en el que se practique y la técnica y materiales utilizados. En la *escalada deportiva* y la *escalada tradicional* la cuerda se ata a puntos de protección en una región específica de la roca a lo largo de la longitud de toda la vía o ruta. Cuando la *escalada deportiva* tiene lugar, a medida que el escalador asciende se asegura regularmente a anclajes que se han fijado permanentemente a la roca. Toda esta protección garantiza la seguridad del escalador y la focalización de su

atención en los aspectos atléticos del deporte. Progresivamente se aspira a llegar a rutas de mayor complejidad. En la *escalada tradicional*, el escalador sujeta la cuerda a un equipo específicamente diseñado que debe fijarse en la roca progresivamente mientras se asciende siendo este equipo lo que sirve como puntos de protección. Este estilo requiere mucha habilidad y tiempo para ir instaurando las fijaciones a medida que se escala. Los escaladores pueden alcanzar una dificultad mayor con la *escalada deportiva* que con la *escalada tradicional* (6).

La escala tipo *búlder* es una forma común de entrenamiento que generalmente requiere una escalada con una altura de unos 4,6 m. o incluso menor (1). Se trata de la modalidad más sencilla que menor equipo requiere pero la que mayor reglas implícitas conlleva (7). Para esta técnica, los escaladores utilizan colchonetas para su protección. Una de sus ventajas es que permite una rápida repetición de progresiones y ascensos y permite al escalador focalizar su atención en problemas específicos. Sin embargo, esta técnica suele resultar en un estrés elevado y una alta fatiga porque implica una serie de intentos repetitivos para movimientos de mucha dificultad. Sus caídas no suelen estar protegidas lo que aumenta el riesgo de esta técnica (1).

La *escalada solo integral* es realizar la modalidad tipo búlder pero en alturas más elevadas mientras que la *escalada libre* consiste en escalar sin cuerda y ningún tipo de protección. Por su parte la *escalada solo integral en aguas profundas* o *escalada psicobloc* se trata de la escalada libre en solitario sobre el agua, en acantilados sobre aguas profundas. Se trata de un tipo de escalada peligrosa que prima el avance lateral por la roca (7).

La *escalada artificial* es una técnica que consiste en el empleo de equipo de escalada para sostener el peso del escalador cuando asciende y asegurarse en la roca. Se suele utilizar para escalar vías de mucha complejidad, en casos de emergencia y para aumentar la velocidad de la escalada en ascensos alpinos (8).

En función del medio en el que se practique la escalada, la escalada se divide también en escalada en *roca*, escalada en *rocódromo* (paredes artificiales tanto

exteriores como interiores que sirven como entrenamiento e iniciación de la escalada (7)), escalada *alpina*, escalada en *hielo*, escalada *mixta* (roca y hielo), la escalada en *Grandes Paredes (Big Walls)* y la escalada *urbana*. La escalada *urbana* se realiza sobre superficies o estructuras artificiales que no se erigieron para la escalada inicialmente pero que proporcionan grandes oportunidades deportivas (7). En la submodalidad *Big Walls*, el objetivo es que un grupo de escaladores ascienda por una pared rocosa de elevada altura a través de cualquier medio técnico. Se suele recurrir a ayuda para superar ciertas secciones lisas o extraplomados llegando a usar clavos taladrados a la roca. Los otros miembros del grupo no deben escalar la sección puesto que ascienden por las cuerdas aseguradas por el primer escalador mediante ascendedores mecánicos (7).

Otra clasificación en base a la dificultad conocida como Escala Yosemite Decimal (EYD) se utiliza para la clasificación de escaladas técnicas en roca, su rango varía de la ruta más sencilla graduada como 5.0 hasta 5.9, los grados superiores a 5.10 se subdividen en a, b y c siendo c la vía de mayor dificultad. El máximo grado alcanzado se considera 5.15b. Aún así, las graduaciones pueden depender también de las tradiciones de escalada locales, el tamaño o altura de los escaladores graduando la escalada, el grado en el que la escalada puede ser protegida de caídas de altura y el tipo de roca (4). En la mayoría de países europeos la escala de graduación más utilizada es la francesa, que abarca desde el cuarto grado que se trata del más sencillo al noveno grado siendo éste el más complejo. Existen también subgraduaciones a, b y c que llevan una precisión mayor con signos + en cada grado (5).

Escalar requiere una actividad combinada de miembros superiores e inferiores, con movimientos dinámicos intercalados con periodos de contracciones musculares isométricas (9). El tiempo de contracción isométrica durante la práctica de escalada deportiva puede llegar a suponer más de un tercio de la duración total del ascenso (10).

Este patrón alternante habitualmente permite dos o tres puntos de contacto a través de los agarres de las manos y dedos como apoyo sobre la superficie durante el movimiento (9).

Durante el estudio, se valoraron los músculos del antebrazo y mano debido a que la escalada es única, desde una perspectiva fisiológica, porque requiere contracciones isométricas intermitentes y mantenidas de la musculatura del antebrazo (4). La escalada es un deporte donde los antebrazos, manos y dedos se solicitan con frecuencia y juegan un papel muy importante (11).

Durante los movimientos en esta actividad deportiva, los dedos producen tensión en el agarre para poder soportar una elevada proporción de la masa corporal cuando las articulaciones del codo y hombro se flexionan para propulsar el cuerpo hacia arriba. La fuerza muscular de los flexores de los dedos ha mostrado ser determinante en la ejecución de la escalada (1).

Sin embargo, la flexión vigorosa de las falanges distales también requiere de una fuerte actividad de los extensores de los dedos. Se necesitan fuertes interacciones agonista antagonista entre los flexores y los extensores de muñeca y dedos para producir destreza digital y presas manuales potentes (12) por lo que nuestro estudio incorporó en su valoración tanto la musculatura flexora como la extensora del antebrazo y dedos.

1.1.1. Fisiología de la escalada

1.1.1.1. Consumo de oxígeno

Billat *et al.* (1995), mostraron en un pequeño grupo de “escaladores de alto nivel” que el volumen de consumo de oxígeno total (VO_2) era 24.9 ml/kg/min, que corresponde a 45,6% del máximo VO_2 medido a través de un tapiz rodante. Este estudio sugirió que la escalada deportiva era altamente anaeróbica debido a ese porcentaje bajo del consumo máximo de oxígeno (10). Se concluyó por tanto, que la escalada en roca no requiere una contribución significativa del metabolismo aeróbico

basándose en los datos bajos (45,6 %) del VO_{2max} consumido. Otros estudios apoyan la media de consumo de oxígeno durante escalada de elevada dificultad en 25 ml/kg/min (13,14).

Sin embargo, Sheel *et al.* (2003), contraponiendo sus resultados a los del estudio anterior, sugirieron que a medida que la dificultad de la escalada incrementa hay una utilización mayor del metabolismo aeróbico. Mostraron que con niveles de dificultad de escalada más altos, hay un incremento en la utilización fraccionaria de la VO_{2max} de todo el cuerpo en un grupo de escaladores de competición. Booth *et al.* (1999) investigaron el consumo de oxígeno durante escalada deportiva en interiores y exteriores. Sus resultados sugieren que para escaladores de élite, ascensos en roca en el exterior con una duración de 5 a 10 minutos y dificultad moderada requieren una porción significativa de la cima de VO_2 .

Por tanto, de la literatura disponible, se concluye que escalar requiere utilizar una porción significativa de la capacidad aeróbica de todo el cuerpo. Tanto incrementos en la dificultad como ascensos en paredes empinadas o anguladas, probablemente requiere la utilización de vías energéticas anaeróbicas (4).

1.1.1.2. Ritmo cardiaco y presión sanguínea

El ritmo cardiaco incrementa a medida que la dificultad de la escalada aumenta (15). El rango de los valores aportados al ritmo cardiaco del escalador varían desde 129 a 180 pulsaciones por minuto (10,13,15,16,17,18). Sheel *et al.* (2003) en su estudio mostraron que el ritmo cardiaco era el 89% y el 66% del ritmo cardiaco máximo y que el VO_2 era el 67% y el 45% del consumo de oxígeno máximo durante ascensos de escalada de dificultad elevada y baja respectivamente (medidas tomadas con un cicloergómetro).

Escalar requiere contracciones repetitivas de la musculatura del antebrazo, por lo que la presión sanguínea y el ritmo cardiaco aumentan en desproporción al consumo de oxígeno según los parámetros normales de otras actividades deportivas (19,20). El ejercicio isométrico de agarre provoca un incremento desproporcionado

en el ritmo cardiaco en comparación al consumo de oxígeno, en contraste con el ejercicio dinámico (21,22). Es el ejercicio estático, el que produce un ritmo cardiaco y presión sanguínea más elevados (23).

Esto se suele explicar a partir de la constatación de que a causa de las contracciones estáticas repetitivas de la musculatura del antebrazo, los metabolitos se acumulan en el tejido que está trabajando estimulando el reflejo metabólico del músculo induciendo a una respuesta del sistema simpático con un aumento de la frecuencia cardiaca, una movilización del volumen central sanguíneo y gasto cardiaco, vasoconstricción en músculos esqueléticos y una presión arterial aumentada (21,22).

Esto se debe a que en el ejercicio isométrico existe un incremento en el gasto cardiaco y una distribución del flujo sanguíneo al músculo esquelético que está funcionando (19,20).

Además, el ejercicio isométrico dificulta el flujo sanguíneo mientras que el ejercicio dinámico facilita la circulación (23).

El elevado ritmo o frecuencia cardiaca también se explica porque la posición de los brazos durante la escalada es siempre por encima del nivel del corazón (14). Realizar ejercicio con los brazos por encima de la cabeza se asocia a incrementos mayores de la frecuencia cardiaca en comparación con ejercicios con los brazos situados a nivel de la cintura (24).

También otros estudios asocian el elevado ritmo cardiaco al estrés psicológico o ansiedad sufrida por los escaladores (14).

1.1.1.3. Lactato en sangre

Una serie de investigaciones han medido el lactato en sangre inmediatamente después de la escalada y los valores de lactato en sangre varían de 2,4 a 6,1 mmol/l. Estos datos tan amplios pueden deberse a diferentes métodos de valoración,

diferentes modalidades de escalada valoradas y diferentes niveles de experiencia de los participantes (4).

Watts *et al.* (2000), midieron la cantidad en lactato en sangre un minuto después de la escalada, cuando los sujetos llegaban a su máxima capacidad de escalada. La concentración de lactato fue 2,5 (1,6) mmol/l antes del ascenso y 5,7 (1,7) mmol/l después del ascenso coincidiendo con los resultados de Billat *et al.* (1995) 5,75 (0,95) y 4,30 (0,77) mmol/l después de dos ascensos de escalada de dificultad elevada. Sin embargo, Mermier *et al.* (1999) obtuvieron valores inferiores midiendo el lactato en sangre transcurridos dos minutos después de la escalada. Los valores para rutas fáciles, moderadas y difíciles fueron respectivamente; 1,64, 2,40 y 3, 20 mmol/l.

Pese a que la mayoría de los estudios han utilizado intensidades diferentes de la escalada o diferentes niveles de experiencia de los sujetos, se ha concluido que existe una acumulación considerable de lactato en sangre durante la escalada y que incrementa a medida que la dificultad de la escalada aumenta. Las concentraciones son, inferiores a las producidas en otros deportes como la carrera o el ciclismo (4).

1.1.2. Agarres de los dedos

Se distinguen seis tipos de posición de agarre de los dedos (1,5) comúnmente utilizados en los escaladores, en agujero (bidedo), medio arqueado, el agarre tipo pinza, arqueado total, mano abierta y agarre plano.

1.1.2.1. Arqueo total

El agarre de arqueado se utiliza para maximizar la fuerza sobre una presa manual. Las articulaciones interfalángicas proximales se flexionan a 90° y la interfalángica distal se extiende completamente o se hiperextiende (1). Este tipo de agarre se asocia a rupturas de poleas anulares de los tendones flexores (25).



Figura 1. Agarre tipo arqueado total

El arqueo total se refuerza a partir de la colocación del primer dedo por encima del extremo del dedo índice (*Figura 1*) (5). Esta posición genera la mayor carga de fuerza sobre los tendones y las articulaciones, siendo su uso excesivo causa de lesiones (5). Esta posición sitúa al flexor profundo de los dedos en desventaja mecánica, transfiriendo la mayoría de la carga o tensión al músculo superficial de los dedos (26). El uso del arqueo total se asocia a regletas pequeñas, lascas delgadas y cantos que posean una pequeña fisura o un reborde hacia el interior (5).

1.1.2.2. Medio arqueo



Figura 2. Agarre medio arqueo de dedos

En esta variación, no se produce el bloqueo del primer dedo sobre el índice (*Figura 2*). Este agarre, más ergonómico, reduce los ángulos agresivos de las articulaciones interfalángicas distales y proximales aunque proporciona menor sensación de seguridad que el arqueo total (5).

1.1.2.3. Mano abierta o agarre en extensión

Los dedos se amoldan a la curva natural del saliente de la roca (*Figura 3*), suavizando las presiones a las que se ven sometidos los dedos en otros tipos de agarre (5).

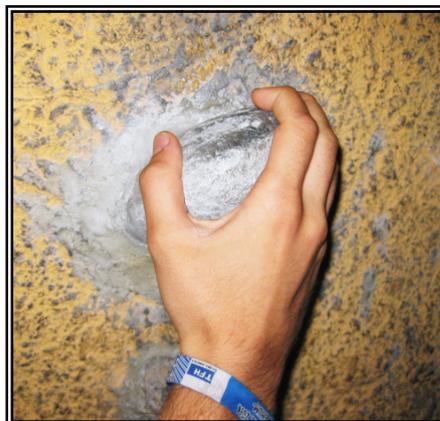


Figura 3. Agarre mano abierta o agarre en extensión

1.1.2.4. Agujeros

El agarre en agujeros requiere introducir las puntas de uno o varios dedos en un pequeño agujero en la roca (*Figuras 4.1 y 4.2*) (1). Este tipo de agarre sobre la roca sitúa un estrés muy elevado sobre uno o dos tendones flexores que pueden llegar a tener que sujetar todo el peso del cuerpo. Este tipo de agarre se asocia con avulsiones del músculo flexor profundo de los dedos, particularmente cuando el dedo del escalador permanece atrapado en el agujero (27). Este tipo de presas son frecuentes en rocódromos (5), los agujeros varían desde un tamaño pequeño donde solo cabe un solo dedo a agujeros de un tamaño superior que permiten la introducción de hasta cuatro dedos.

En el caso de que se introduzcan 2 dedos recibe el nombre de un agarre bidedo, utilizándose frecuentemente el dedo índice y medio o medio y anular. Si se introduce un solo dedo, recibiendo el nombre de monodedo. Se utiliza de forma más frecuente, el dedo anular, sometiendo a los tendones de los músculos flexores a elevadas presiones (5). El dedo que se sitúa dentro del agujero puede posicionarse en las posiciones antes descritas (1). Dependiendo de la profundidad y lo afilado del agujero se varía desde una posición del dedo en medio arqueo para un agujero estrecho y afilado y una posición en mano abierta para un agujero más profundo y redondeado (5).



Figura 4.1. Agarre bidedo



Figura 4.2. Agarre monodedo

1.1.2.5. Pinza

El agarre tipo pinza entre el dedo pulgar y el los dedos trifalángicos (*Figura 5*), se utiliza para las presas sobresalientes que reciben distintos nombres como chorreras, barras de pan, guijarros o vetas (5) en función de la forma que adquieren los salientes de la roca o las presas del rocódromo. Para el agarre de este tipo de salientes se varía el tamaño de la pinza manual (5). Este tipo de agarre se asocia con el dolor de la primera articulación metacarpofalángica (28).

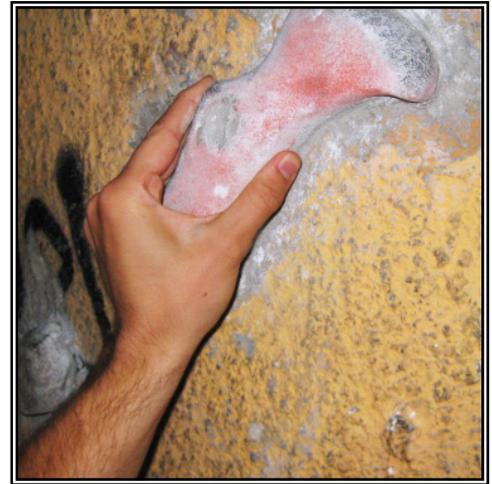


Figura 5. Agarre tipo pinza

1.1.2.6. Plano

Este tipo de agarre no se trata de un agarre real pero es un punto de contacto debido a la fricción creada al extender y presionar la palma de la mano sobre la superficie de la roca y se utiliza en vías de dificultad elevada (5).

Estos tipos de agarre generan un gran estrés en los tendones de la musculatura flexora que puede llegar a soportar todo el peso del cuerpo (1).

1.1.3. Principales posiciones de los brazos

Los miembros superiores son los que utilizan los puntos de contacto (agarres) para crear torsión, palanca o progresión hacia arriba. Existen cinco posiciones básicas: la tracción, el *mantle* o paso de mostrador, el invertido, el lateral y el lateral hacia fuera. Cada posición coloca la mano en una orientación diferente con respecto al centro de gravedad (5).

1.1.3.1. Tracción

Es la posición más utilizada en la escalada. Con cada agarre o presa, el brazo empieza en una posición superior al nivel de la cabeza con la cara palmar de la mano hacia abajo (*Figura 6*). Desde esta posición inicial, los escaladores pueden sujetarse o colgarse con el codo extendido en una posición de descanso estático o bien traccionar hacia inferior para impulsarse en el movimiento hacia arriba. Esta posición se utiliza para ayudar en el movimiento. El movimiento suele acabar en una posición de bloqueo con el codo flexionado en un ángulo menor de 90°, con el codo hacia abajo. El brazo estará aproximado y la mano cercana al lateral de la parte superior del tronco (5). La dirección del movimiento es hacia inferior.

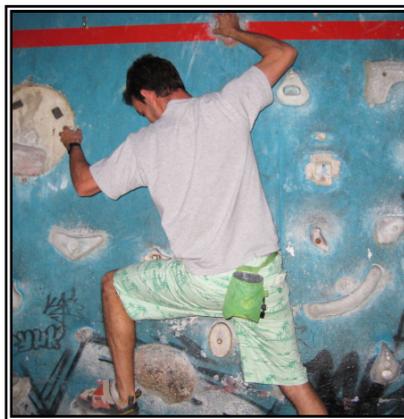


Figura.6. Tracción

1.1.3.2. Mantle o paso de mostrador

El miembro superior comienza con una flexión de codo con el brazo cercano a la parte superior del tronco o pecho y acaba con un empuje con la cara palmar de la mano orientada hacia abajo (*Figura 7*). Esta posición puede realizarse con rotación interna de hombro. Se trata de un movimiento opuesto al de tracción (5). La dirección del movimiento es hacia inferior.



Figura 7. Mantle o paso de mostrador

1.1.3.3. Invertido

El agarre es sobre una superficie con la cara palmar de la mano hacia arriba con una posición del hombro neutra, ligeramente extendida o rotada hacia interior (*Figuras 8 y 9*). El contacto será a través de agarres como un medio arqueado, mano abierta o pinza. Este tipo de agarre con una flexión de hombro mayor a 90° resulta más complicado (5). La dirección del movimiento es hacia superior o hacia superior de forma oblicua.



Figuras 8 y 9. Invertido

1.1.3.4. Lateral

Esta posición implica el agarre de una presa traccionando del agarre hacia medial (*Figura 10*). Se puede agarrar con ambas manos y se utiliza en vías de mayor complejidad (5).



Figura 10. Lateral

1.1.3.5. Lateral hacia fuera (Figura 11)

Se parte de una flexión de codo de aproximadamente 45° y una abducción de hombro de 90°. Se utiliza en regletas diagonales ubicadas delante del cuerpo. La dirección del movimiento es hacia lateral a medida que se extiende el codo. La posición de agarre lateral y lateral hacia fuera se suelen utilizar para equilibrar y mantener la posición estática para alcanzar una presa con la otra mano (5).



Figura 11. Lateral hacia fuera

1.1.4. Lesiones del miembro superior en el escalador

Dado que la escalada tanto a nivel recreativo como competitivo implica una alta disciplina y dedicación, el entrenamiento cobra gran importancia. Durante el mismo, los escaladores realizan ejercicios isométricos con peso añadido y movimientos repetitivos que pueden llevarles a padecer lesiones crónicas por sobreuso (1). Existen diferentes métodos usados para mejorar en potencia y resistencia, éstos han desencadenado una serie de síndromes por sobrecarga y lesiones que hasta ahora no eran frecuentes en el ámbito del deporte (11).

Durante el desarrollo de la escalada, con el fin de ascender una pared o una roca, se consideran necesarios una serie de movimientos de torsión de carácter repetitivo de los miembros superiores (3). Estos movimientos someten a la mano y la muñeca a fuerzas elevadas, pudiendo provocar esguinces y roturas de tendones y ligamentos característicos (3).

Rooks *et al.* (1997) mostraron que tres cuartas partes de los escaladores tanto a nivel recreativo como competitivo, sufrirán lesiones del miembro superior, aproximadamente el 60% implicando la mano y la muñeca y el 40% restante lesiones en el hombro o el codo. La mayoría de estas lesiones estarán asociados

con esguinces, microtraumatismos y tendinitis. Sin embargo, el 30-50% representan traumatismos en la región interfalángica proximal (29).

Estudios también confirman que las lesiones suelen encontrarse en el miembro superior (30) y que casi la mitad de todas las lesiones en la escalada deportiva en roca incluyen la muñeca y la mano (26,31). La posición de los dedos juega un papel primordial durante el desarrollo de lesiones constituyendo a la ruptura de las poleas de los dedos como la lesión característica del escalador y única en este deporte (1).

1.1.4.1. Rupturas de las poleas de los tendones de los músculos flexores de los dedos

La vaina flexora sinovial se compone de elementos viscerales y parietales que se extienden desde el cuello del hueso metacarpiano a la articulación interfalángica distal y son protegidas por una serie de estructuras retinaculares en 5 puntos a lo largo de la vaina tendinosa. Estas estructuras son áreas engrosadas bien definidas de la vaina tendinosa denominadas como sistema de poleas anular (32).

Este sistema, funcionalmente acorta la distancia existente entre el tendón flexor y la articulación, incrementando el movimiento articular (1). Biomecánicamente las poleas A2 y A4 son las más significativas (1). La segunda polea o polea A2 surge de la placa volar de la parte proximal de la falange proximal y se extiende hacia la unión de los 2/3 proximales y el 1/3 distal de la falange proximal (33).

Estudios de escaladores a nivel competitivo (34,35), han demostrado una incidencia del 19% al 26% de rupturas de poleas aunque frecuentemente no lleguen a ser diagnosticadas (1). El 69% de las lesiones de la mano se da a este nivel en el dedo anular o el dedo medio (26).

Las rupturas de poleas suelen darse durante caídas con la mano en la posición de agarre de arqueo (1,3). Las poleas están sometidas a tensión en la mayoría de las posiciones de los dedos, pero en la postura de arqueo, todas las

poleas están sometidas a gran tensión y rozamiento (11). Estos agarres habituales de la escalada generan que los tendones de tanto el flexor superficial como profundo de los dedos y las articulaciones interfalángicas asociadas se vean sometidas a fuerzas elevadas y estén en una contracción máxima para poder soportar el peso del cuerpo (1,3). La distribución de las fuerzas durante el agarre suele depender del tipo de agarre escogido (3). En el arqueado anteriormente descrito la polea A2 debe generar una tensión 40% mayor que el tendón (36).

Las rupturas de las poleas de los tendones flexores comúnmente suelen afectar al dedo anular debido a que la fuerza necesaria para la ruptura de la polea anular es menor que para el resto (27). Generalmente, cursa con un dolor agudo en la base de la falange proximal seguido de varias horas de tumefacción y dolor con dolor al flexionar el dedo (34,37). La lesión de polea se acompañará también de una inflamación de la falange proximal, hematoma, movilidad limitada y notable protusión del tendón (11). Si existe una ruptura total de la polea, el tendón durante la flexión sufrirá un desplazamiento y dislocación por lo que los puntos de apoyo del tendón se verán modificados y todo ello resultará en una pérdida de fuerza y a lo que se conoce como *cuerda en arco* (11).

La prevención de las rupturas de poleas es primordial. Entre las recomendaciones con respecto a la modificación del entrenamiento se encuentra el “taping” (vendaje) sobre las falanges proximal y media de los dedos como método preventivo para reforzar las poleas de los tendones flexores durante la escalada (1,3).

1.1.4.2. Reacciones fisiológicas del hueso y tejidos blandos al estrés mecánico

Estudios evidencian que tras años de práctica de la escalada existe un incremento de la parte cortical del hueso (engrosamiento cortical) de los dedos y manos de sujetos escaladores en comparación con un grupo control constituido por sujetos no escaladores (6,38). Hallazgos como un área transversal y un ancho mayor en los huesos de las manos y en los dedos de escaladores, apoyan la hipótesis de un aumento de hueso, depositado en respuesta a la actividad para

acomodar el estrés mecánico articular de elevada intensidad asociado a la escalada (6).

Asimismo, el escalador también presenta osificaciones óseas a nivel insercional de los tendones de los flexores superficial y profundo de los dedos y un engrosamiento de los ligamentos colaterales de los dedos (11).

1.1.4.3. Lesiones de hombro, codo, muñeca y dedos

Deportes que requieren movimientos amplios mantenidos de los miembros superiores por encima de la cabeza y posicionamientos extremos como es el caso de la escalada, sitúan demandas mecánicas intensas en los tejidos blandos que rodean la articulación glenohumeral. Todo ello puede resultar en desequilibrios en la mecánica muscular y la longitud del tejido blando lo que explica por qué este tipo de lesiones son comunes entre los escaladores de roca (39).

Rooks *et al.* (1997) registraron una incidencia de “síndrome impingement” o tendinitis del manguito de los rotadores del 33% en un grupo de escaladores en roca a nivel recreativo. Generalmente los esfuerzos extremos requieren un periodo de 48 horas de recuperación (29) pero no todos los escaladores respetan esos tiempos, adentrándose en actividades de elevada intensidad durante días o semanas y aumentando el riesgo de padecer lesiones por sobreentrenamiento (39).

Este tipo de actividades extendidas en el tiempo pueden fatigar en exceso el manguito de los rotadores y la musculatura posterior escapular, inhibir su acción durante el mantenimiento de posiciones o las maniobras que implican movimientos por encima de la cabeza (39).

En el estudio conducido por Bollen *et al.* (1988) contando con 86 sujetos escaladores de muestra, se registraron 16 lesiones de hombro, la mayoría variedades de lesiones del manguito rotador. 2 escaladores tenían “síndrome de impingement”.

En ese mismo estudio se observaron 19 lesiones de codo siendo la epicondilitis lateral menos común que la epicondilitis medial aunque el dolor más frecuente fue el “dolor anterior del codo”.

Esto se asoció a dominadas de carácter repetitivo durante el entrenamiento. Se observó que la escalada utiliza predominantemente movimientos de los brazos en posiciones de pronación y semi-flexión de codo, lo que solicita en su mayoría al músculo braquial anterior. Esto se consideró como un esguince, tensión o sobreuso del músculo braquial anterior, tendinitis del braquial anterior o “codo del escalador”.

Por lo que respecta a la muñeca y la mano fueron en este estudio las más frecuentes representando el 50% de las lesiones registradas. Un número significativo refirió dolor en las articulaciones de los dedos a lo largo de los tendones flexores de los dedos. Sin embargo, lo más común fue la afectación de la articulación interfalángica proximal de los dedos anular y medio con dolor o lesión en el 69%. Muchos de los sujetos refirieron dolor a nivel insercional del músculo flexor superficial de los dedos en la base de la falange media que incrementaba si se aumentaba la tensión del tendón.

Otros estudios comparativos de las lesiones en el escalador mostraron entre los sujetos una incidencia de un 25% de lesiones en los tendones de los dedos, un 15% de lesiones del tipo de laceración o abrasión, un 13% de dislocaciones del dedo pulgar, un 12% de fracturas de muñeca, un 9% de quemaduras por la cuerda, un 8% de lesión de poleas y un 7% de fractura de dedos o huesos metacarpianos (3). Un estudio más muestra una prevalencia de contractura de Dupuytren del 19,5% en sujetos escaladores (40).

1.1.4.4. Lesiones por sobreuso

Las lesiones por sobreuso también son frecuentes, se dan en más del 40% de la escalada en interior (41,42). Con el continuo crecimiento en el número de los escaladores, aumenta la probabilidad de que los fisioterapeutas tengan que ofrecer

tratamiento a estos deportistas, considerando la frecuencia de las lesiones por sobreuso (39).

Durante las actividades de la escalada existe un aumento del reclutamiento de unidades motoras lo que sugiere que la musculatura del antebrazo puede estar predispuesta a desarrollar fatiga (4).

1.2. Puntos gatillo

Con respecto a los puntos gatillo miofasciales (PG) Travell y Simons establecen que clínicamente el punto gatillo es una zona hiperirritable en un músculo esquelético. Se identifica como un punto localizado de sensibilidad dolorosa que se encuentra en un nódulo de una banda tensa palpable de fibras musculares. La zona es dolorosa a la compresión y puede dar lugar a dolor referido característico, hipersensibilidad a la presión, disfunción motora y fenómenos autonómicos.

La palpación súbita transversal del PG, perpendicular a la dirección de las fibras musculares de la banda tensa, frecuentemente provoca una respuesta de espasmo local (REL), contracción transitoria de las fibras de la banda tensa. La contracción puede llegar a ser vigorosa como para observar el movimiento del segmento corporal o una depresión de la piel. A su vez, los músculos con PG miofasciales activos presentan una restricción de la amplitud de la movilidad pasiva a causa del dolor a una amplitud que se considera inferior a la normal (12).

En cuanto a la diferencia existente entre el punto gatillo activo y el latente, se establece que será activo cuando la aplicación de presión digital sobre un PG que provoca un patrón de dolor referido característico, el paciente reconoce la sensación como familiar (12).

La activación de un PG suele asociarse con un abuso mecánico del músculo y una sobrecarga muscular pudiendo ser tanto aguda como mantenida y/o repetitiva. Las situaciones que generan una sobrecarga muscular crónica o el estrés muscular pueden producir tanto la activación como la perpetuación de los puntos gatillo. Un

abuso muscular como puede producirse en la escalada a través de una mala mecánica corporal, mantenimiento de contracciones isométricas, movimientos excesivamente rápidos o bruscos así como movimientos repetitivos pueden considerarse también como factores de activación y/o perpetuación (12).

Otro factor a tener en cuenta será que la activación aguda de un punto gatillo podrá producirse a través de esguinces, luxaciones, caídas, desgarros o puede asociarse a la realización de un ejercicio intensivo o inusual. Teniendo en cuenta que todas estas lesiones son frecuentes en el escalador, se considera primordial el diagnóstico de los PG. Además, dejar el músculo en posición de acortamiento puede convertir un PG latente en uno activo. Los PG también pueden llegar a activarse por fatiga por sobreesfuerzo (12).

En relación a la disfunción motora que la presencia de los PG puede provocar en los músculos en los que se presentan se incluyen espasmos de otros músculos, debilidad de la función del músculo afectado y disminución de su tolerancia al esfuerzo (12). Los puntos gatillo pueden generar una reorganización de los patrones de activación motora (43). Dado que los PG pueden alterar estos patrones, la inactivación de los PG debe considerarse previa a cualquier ejercicio de fortalecimiento muscular (43).

La práctica de actividad física predispone a que las sustituciones realizadas por otros músculos se establezcan más, lo que lleva al incremento de la debilidad y el desacondicionamiento del músculo (12). Muchos autores coinciden en que microtraumatismos repetidos pueden llevar al desarrollo de un PG (44). Actividades recreativas o deportes extremos como la escalada que produzcan un estrés repetitivo en un músculo específico o grupo muscular provocan un estrés crónico en las fibras musculares predisponiendo al paciente a desarrollar un PG (44).

La disfunción articular representa uno de los síndromes de dolor musculoesquelético que más habitualmente producen dolor muscular. El incremento en la tensión muscular asociado a los PG puede perpetuar o provocar estrés

articular aunque en otros casos es el estrés articular el que provoca la activación de PG (45).

Los PG causan dolor, limitación funcional, falta de coordinación y alteraciones en la calidad del movimiento, incluso antes del desarrollo de una tendinopatía (46). Los PG pueden coexistir con una condición degenerativa subacromial, se considera importante tomar en consideración estos puntos que pueden llegar a agravar o perpetuar el problema dificultando el diagnóstico y haciendo que ciertos tratamientos resulten inefectivos (46).

Todo ello tiene una importancia evidente en la práctica del deporte de la escalada pudiendo influir en la coordinación, movimiento, fuerza muscular, resistencia y dolor del escalador durante la ejecución de la actividad así como una mayor predisposición a sufrir lesiones o patologías. La combinación de la debilidad de las manos (producida por inhibición motora refleja) junto a la pérdida de coordinación de los músculos del antebrazo hace que las presas manuales pierdan fiabilidad (12). Los músculos afectados pueden alterar la calidad del movimiento incluso antes de que se produzca la tendinitis (46).

1.3. Medidas Antropométricas, Índices Biométricos y Dinamometría del escalador

Existen varios estudios (2,13,47,48) que cuantificaron las medidas antropométricas del escalador y la dinamometría de presión antes y después de la escalada. Sin embargo, la relación entre el porcentaje de grasa y otras dimensiones corporales no ha sido todavía claramente establecida (4). Por ello, este estudio pretende adentrarse en la posible correlación de las medidas antropométricas y la dinamometría con la presencia de puntos gatillo (PG) en la musculatura del antebrazo y mano de los escaladores.

Los escaladores se caracterizan por un porcentaje de grasa corporal bajo, valores excepcionales de fuerza con respecto al peso (49,50) y adaptaciones circulatorias del antebrazo que favorecen el trabajo muscular isométrico (51).

Fue Watts *et al.* (1996), en su intento por cuantificar la fatiga muscular después de la escalada, quien valoró la contracción máxima voluntaria de la musculatura del antebrazo con un dinamómetro de presión a través de la fuerza del agarre.

No se han encontrado resultados a cerca de las áreas mesobraquiales de los brazos en el escalador.

1.4. Hipótesis de partida del estudio

Dados los resultados en cuanto a las lesiones del escalador, la hipótesis del estudio será encontrar un índice elevado de PG latentes y activos, encontrándose en mayor medida en los músculos de los dedos. Se espera hallar un porcentaje de PG mayor en el dedo medio y el dedo anular debido a que las lesiones afectan a esos dos dedos con mayor frecuencia. Se considera que los sujetos con una ocupación manual con esfuerzo físico obtendrán valores más altos de PG.

Se espera encontrar como ya se mencionó en el estudio de Watts *et al.* (48), un porcentaje de grasa corporal reducido y una fuerza del agarre elevada. Se considera que los valores de la dinamometría serán mayores en escaladores a nivel competitivo. Se hipotetiza que exista una posible correlación entre los PG y valores elevados en la dinamometría. También, se plantea la posibilidad de la existencia de una relación entre los PG y el porcentaje de grasa corporal, área muscular y grasa de los brazos.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio *descriptivo transversal o de prevalencia* que incluyó una muestra de voluntarios escaladores de cuatro rocódromos representativos de la Comunidad de Madrid, España. Los cuatro rocódromos seleccionados fueron el correspondiente al Polideportivo de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el rocódromo Urban Monkey, el rocódromo Espacio Acción y por último el rocódromo Salamandra Boulder Café. El primer rocódromo citado, en el Polideportivo de la UCM es exterior, siendo los últimos tres interiores. El contacto se realizó a través de la tutora Teresa Rivilla Maté, quién se puso en contacto, explicó y solicitó permiso para la realización de este trabajo de investigación.

Los *criterios de inclusión* fueron:

- Sujetos de sexo femenino y masculino con un rango de edad entre los 18 y los 40 años.
- Una experiencia mínima en la práctica de la escalada de 2 meses.
- Una práctica mínima semanal de la escalada de 3 horas.
- La práctica de todo tipo de escaladas.

La muestra inicial estuvo constituida por 115 personas pero se consideró como *criterio de exclusión* una edad superior a los 40 años por lo que se eliminaron del estudio los datos procedentes de 5 personas que superaban dicha edad. La muestra final está constituida por 110 personas en total, 85 hombres y 25 mujeres de edades comprendidas entre los 19 y los 40 años y una media de edad de 28,63 años.

Dentro del estudio, se realizó una recogida amplia de datos a través de un cuestionario a cumplimentar por el escalador y mediciones que fueron realizadas por parte del mismo investigador. Se registraron datos sobre la valoración de los puntos gatillo miofasciales del antebrazo y la mano de los participantes según el método descrito por Travell y Simons (12). Las medidas antropométricas directas que se analizaron fueron talla, peso, perímetros del brazo en extensión y flexión y 4 pliegues grasos (tricipital, bicipital, subescapular y suprailiaco) (52). Se trabajó con

una serie de índices biométricos y áreas mesobraquiales de los brazos (53,54,55,56,57). Se incluyeron medidas dinamométricas de presión según el métodos descritos (2,48). Todas las medidas a valorar se realizaron bilateralmente en ambos miembros superiores teniendo como apuntador a una segunda persona para facilitar y agilizar la recogida de datos.

2.1. Cronograma

Se recogieron los datos de las valoraciones en horario tanto de mañana como de tarde con una de estancia en cada rocódromo de aproximadamente una semana constituyendo 4 semanas de recogida de datos en total desde el sábado 12 de Marzo del 2011 al viernes 8 de Abril del 2011.

	Fechas de estancia en cada centro
1. Rocódromo del Polideportivo de la Universidad Complutense de Madrid (UCM)	Del sábado 12 de Marzo del 2011 al jueves 17 de Marzo del 2011.
2. Rocódromo Urban Monkey	Del martes 22 de Marzo del 2011 al sábado 26 de Marzo del 2011.
3. Rocódromo Espacio Acción	Del lunes 28 de Marzo del 2011 al domingo 3 de Abril del 2011.
4. Rocódromo Salamandra Boulder Café	Del lunes 4 de Abril del 2011 al sábado 9 de Abril del 2011.

Tabla 1. Cronograma de fechas de estancia en cada rocódromo

2.2. Variables a valorar

2.2.1. Cuestionarios

Cada valoración precisó que el escalador rellenase voluntariamente un consentimiento informado debidamente firmado y un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas (Anexo I y Anexo II). Se incorporaron datos personales sobre la edad, sexo, estado civil, ocupación y nivel académico de los participantes. Este último aspecto se clasificó en educación primaria, educación secundaria o Formación Profesional (FP) y Titulación Universitaria. Las ocupaciones se dividieron

en ocupaciones de tipo manual o no manual en función de si los sujetos realizaban trabajos que conllevasen esfuerzo físico o coger pesos.

Otros datos referidos por los escaladores fueron la presencia o no de antecedentes familiares en la práctica de la escalada, tipos de escalada realizada (en función de la clasificación previamente citada), clasificación referida por los sujetos en base a la práctica de la escalada (principiante, intermedio o avanzado), frecuencia semanal de la práctica deportiva, años de experiencia en la práctica, estación/estaciones en las que se suele escalar, y la inclinación habitual para escalar solo y/o en grupo.

A su vez, se incluyeron en el cuestionario datos sobre si el voluntario estaba federado en la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME) y/o en la Federación Madrileña de Montañismo (FMM). Otros datos recogidos estuvieron relacionados con el enfoque individual de la práctica de la escalada dividiendo los posibles enfoques en un enfoque recreativo o competitivo especificando en este último desde hace cuánto que se compite o el tiempo transcurrido desde la última participación en una competición de escalada.

Asimismo, los voluntarios rellenaron la incorporación o no de estiramientos músculos-tendinosos dentro del entrenamiento deportivo y la localización de esa incorporación (antes de la práctica, antes y después de la práctica o después de la práctica) y la práctica y frecuencia semanal de otros posibles deportes a especificar por el voluntario.

En relación a los hábitos de salud se incluyeron datos sobre el consumo de tabaco, alcohol y/o drogas. Se incorporaron datos sobre enfermedades actuales y la presencia o no de lesiones de tipo traumatológico, neurológico, respiratorio o reumatológico en el último año. En el caso de haber contestado de forma afirmativa en el último aspecto se preguntó a cerca de si la lesión interfería en la práctica deportiva. Por último se incluyó medicación y tratamientos farmacológicos actuales, si se estaba recibiendo tratamiento de Fisioterapia u otro tipo de tratamiento indicando cual.

El cuestionario constaba de unos datos a completar por el investigador con respecto a la valoración de los puntos gatillo (Tabla 2), mediciones dinamométricas, estatura, peso, perímetros del brazo en flexión y extensión y pliegues de cada miembro superior (Anexo III). También se recogieron datos sobre si el voluntario era diestro, zurdo o ambidiestro considerando este último como una ausencia de una preferencia definida por ninguno de los lados a la hora de realizar las tareas diarias. Se registró si la valoración era previa o posterior a la práctica de la escalada y se dividió las valoraciones en función de si los datos se habían recogido por la mañana o por la tarde.

	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)		
Banda tensa palpable		
Dolor referido		
Respuesta de espasmo local		
Reconocimiento del dolor		
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento		

Tabla 2. Ejemplo de datos a rellenar por el investigador para la valoración de los PG por músculo

2.2.2. Puntos gatillo

Dentro de la valoración de los puntos gatillo miofasciales de los voluntarios se valoraron los puntos gatillo del antebrazo y mano de ambos miembros superiores. Para ello, mencionado en varios estudios anteriores como un método clínico fiable para la detección de los PG (12,58,59,60,61), se estableció un diagnóstico manual siguiendo las pautas descritas por Travell y Simons (12).

Dentro de las cuales distinguimos definimos como criterios para el diagnóstico de un punto gatillo miofascial latente (PG) la presencia de dolor local a la presión de un nódulo sensible de una banda tensa palpable y la presencia de respuesta al espasmo local (REL) (12). Todas las características debían estar presentes para afirmar la presencia de un punto gatillo latente. El dolor referido característico y la limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento completo se consideraron indicios de apoyo confirmatorios (12).

Se utilizó tanto la palpación plana como la palpación en pinza en función del músculo a valorar. La palpación plana se llevó a cabo a través del deslizamiento de la piel en dirección perpendicular de las fibras musculares (12). La palpación en pinza se realizó cogiendo el vientre muscular entre los dedos trifalángicos y el pulgar de la mano que valora aplicando una presión para ubicar la banda tensa imprimiendo un movimiento hacia delante y hacia atrás para su detección (12). Una vez, ubicada la banda tensa, se exploró longitudinalmente.

La elongación óptima para la palpación de la banda tensa de un PG se consideró como una posición ligeramente más elongada que la posición de distensión marcando la diferencia palpable entre el tono normal de las fibras que no se encuentran afectadas y el aumento de tensión de las de la banda tensa (12). Esta también fue la tensión en la que se posicionaron las fibras musculares para producir la REL. Para la limitación de movilidad al estiramiento se buscó provocar una molestia moderada local. Se estiró el músculo a dos tercios de su longitud normal pudiendo disminuir aún más el estiramiento en función del dolor referido por el paciente (12).

El diagnóstico diferencial entre punto gatillo activo y latente fue considerado. Se estableció como punto gatillo activo aquél que además de las características citadas anteriormente presentaba el reconocimiento del dolor (local o referido producido por la presión manual) por parte del sujeto. Por tanto, si no había reconocimiento del dolor se clasificó al punto gatillo como latente (12,58,62).

Durante el diagnóstico digital, el paciente adoptó una posición cómoda en una silla y se procedió a valorar los puntos gatillo presentes en cada músculo de forma ordenada. El paciente se situó en sedestación con los pies en el suelo, y la espalda apoyada en el respaldo de la silla de tal manera que la musculatura permaneciera relajada. El antebrazo a valorar se apoyó sobre la camilla situando la mano del escalador por fuera de la misma para observar las respuestas de espasmo local. Para la valoración de los músculos de la mano, se apoyó tanto el antebrazo como la mano en la camilla.

Tras la valoración completa de todos los músculos y debido a la exacerbación de la actividad de la telalgia del paciente producida por la palpación de los PG (12) se procedió a colocar un Cross-Tape de la marca Cure Tape en los PG dónde permanecía el dolor.

Los músculos valorados fueron; el extensor radial largo del carpo, el extensor radial corto del carpo, el extensor cubital del carpo, el braquiorradial, el extensor del dedo medio, el extensor del dedo anular, el extensor del dedo índice, el supinador, el palmar largo, el flexor radial del carpo, el flexor cubital del carpo, los flexores superficial y profundo de los dedos, el flexor largo del pulgar, el pronador redondo, el aductor del pulgar, el oponente del pulgar, el primer interóseo dorsal, el abductor del meñique, el segundo y tercer interóseo dorsal.

Se utilizó la palpación plana para el diagnóstico digital de todos ellos excepto para el músculo extensor radial largo, el braquiorradial y el aductor del pulgar en los que se utilizó la palpación en pinza.

A los sujetos del estudio se les preguntó por la presencia de dolor, si ese dolor era local o referido (previamente habiéndoles explicado la diferencia entre ambos dolores) y si reconocían el dolor como familiar habiéndolo experimentado recientemente (para identificar el PG como activo).

Los síntomas que se asocian a la presencia de PG de los músculos extensores de muñeca y el músculo braquiorradial corresponden al “codo de tenis” y a una presa poco fiable y débil considerándose importante su detección en los escaladores. Se activan y perpetúan por el abuso repetitivo de movimientos combinados de presión y torsión así como presas repetitivas siendo más probables cuanto mayor sea la inclinación cubital de la muñeca (12). La localización de los PG de estos músculos fue central a nivel de la parte media del vientre muscular.

Los músculos extensores de muñeca se valoraron con la mano colgando por fuera de la camilla y el codo con una flexión ligera de unos 30° (12).

Por su parte, la activación y perpetuación de los puntos gatillos de los extensores de los dedos (músculos imprescindibles para garantizar una presa potente) se deben a movimientos de agarre enérgicos o movimientos de los dedos repetitivos que pueden llegar a darse en la escalada (12,11). Los síntomas asociados a la presencia de un PG en el músculo supinador, se consideran como dolor en el codo siendo la sobrecarga su forma habitual de activación y perpetuación (12). Un PG en el músculo palmar largo genera hipersensibilidad y dolor en la palma de la mano (12).

La activación y perpetuación de los PG de los músculos flexores de muñeca y dedos se desarrollan por unas presas potentes, repetitivas o prolongadas así como por movimientos repetitivos de los dedos (12). La palpación de los puntos gatillo centrales (PGC) de estos músculos citados fue en la parte media de las fibras de sus vientres musculares. Para la palpación y de estos PG se dispuso al sujeto con el antebrazo en supinación y la muñeca por fuera de la camilla en ligera extensión para la observación de las REL (12).

Los músculos oponente y aductor del pulgar así como los músculos interóseos de la mano y abductor del meñique disponen de PG que suelen activarse y perpetuarse por presas en pinza repetidas, mantenidas y/o prolongadas (12). Los síntomas incluyen dolor torpeza y rigidez de los dedos. Los nódulos de Heberden se tomaron de referencia para la palpación de los PG de los músculos interóseos (12).

2.2.2.1. Extensor radial largo del carpo

Sus funciones incluyen la extensión y la inclinación radial de la mano (63). La REL será, por tanto, una inclinación radial de la muñeca con ligera extensión. La palpación fue en pinza.

Se estableció como dolor referido, dolor e hipersensibilidad a la presión del epicóndilo lateral y también patrones que llegan al dorso de la mano o tabaquera anatómica (12).

2.2.2.2. Extensor radial corto del carpo

La localización del PG central de este músculo fue más distal que para el músculo extensor radial largo del carpo encontrándose a 5 o 6 cm. de la zona de la flexura del codo (12). La REL se definió como una extensión de muñeca y leve inclinación radial. El dolor referido se consideró como dolor en el dorso de la muñeca y mano (12).

2.2.2.3. Extensor cubital del carpo

Se consideró que el PG del músculo extensor cubital del carpo podía encontrarse a 7 u 8 cm. del epicóndilo lateral a nivel del borde del cúbito en la cara dorsal del antebrazo (12). La REL producía una inclinación cubital del muñeca.

El dolor proyectado de este músculo se determinó como dolor en el borde cubital del dorso de la articulación de la muñeca (12).

2.2.2.4. Braquiorradial

Se estableció como dolor referido de los PG del músculo braquiorradial, un dolor que se refiere a la muñeca y la base del pulgar en el primer espacio interdigital y dolor a nivel del epicóndilo lateral (12).

2.2.2.5. Extensor del dedo medio

El PG central (PGC) del dedo medio se palpó siendo su localización a unos 3-4 cm. distales de la cabeza del radio (12).

Se incluyó como dolor referido del extensor del dedo medio un dolor sobre el dorso del antebrazo y mano, dolor en la zona dorsal y ventral de la muñeca y dolor en la articulación metacarpofalángica e interfalángica proximal del dedo medio (12).

2.2.2.6. Extensor del dedo anular

Debido a dificultad para la palpación del PGC (en la parte media del vientre muscular) de este músculo puesto que superficialmente se encuentra la aponeurosis, la REL fue considerada como un indicio confirmatorio de la correcta localización y valoración del músculo (12).

Se consideró como dolor referido del dedo anular un dolor que sigue el mismo patrón que el del dedo medio hacia el dedo anular a excepción del dolor ventral de la muñeca. Además también refiere dolor e hipersensibilidad a la presión en la zona lateral y proximal del epicóndilo lateral (12).

2.2.2.7. Extensor del dedo índice

El PGC se localizó en la zona media del vientre muscular mientras que el dolor referido del dedo índice se determinó como un dolor hacia radial y dorsal de la muñeca y mano (12).

2.2.2.8. Músculo Supinador

La localización del PG del supinador se realizó con el antebrazo en supinación completa y una ligera flexión de codo (15° - 30°) del sujeto, retirando hacia lateral el músculo braquiorradial. El PG se determinó sobre la cara ventral del radio inferior al tendón del bíceps. El dolor referido se consideró como dolor hacia el epicóndilo lateral y hacia la cara lateral del codo. El dolor también puede llegar al primer espacio interdigital en su zona dorsal (12).

2.2.2.9. Palmar largo

La localización del PG se encontró a nivel de la parte media del vientre muscular, en la cara anterior del antebrazo (12).

El dolor referido se consideró como un patrón hacia la palma de la mano y la base del pulgar incluyendo sensaciones como un picor superficial o pinchazos (12).

2.2.2.10. Flexor radial del carpo

El dolor referido determinado para el PG del flexor radial del carpo fue un dolor a nivel de la cara anterior de la muñeca, palma de la mano y antebrazo. También se incluyó dolor e hipersensibilidad a la presión en la zona radial de la muñeca (12).

2.2.2.11. Flexor cubital del carpo

El flexor cubital del carpo dispone de un patrón de dolor referido que incluye dolor e hipersensibilidad a nivel del lado cubital y anterior de la muñeca. El dolor también se refiere hacia la palma de la mano y el antebrazo (12).

2.2.2.12. Flexor superficial y profundo de los dedos

Se palpó únicamente la cabeza radial de los músculos superficial y profundo de los dedos durante el estudio. El dolor referido se incluyó como un dolor a lo largo del dedo medio que llega a dar la sensación de sobrepasar el dedo (12).

2.2.2.13. Flexor largo del pulgar

Cuando el PG se encuentra, refiere dolor sobre la cara volar del pulgar hasta su parte más distal llegando incluso a dar la sensación de sobrepasarlo (12). Se encontró dificultad en detectar cambios palpables con respecto a la respuesta de espasmo local (REL) pero se definió la presencia del punto gatillo como una zona de hipersensibilidad a la presión del fisioterapeuta pudiendo producir dolor referido previamente descrito (12).

2.2.2.14. Pronador redondo

El dolor referido del músculo pronador redondo se consideró como un dolor a nivel de la cara ventral del antebrazo extendiéndose hasta la zona radial y lateral de la cara anterior de la muñeca (12).

2.2.2.15. Aductor del pulgar

El PGC del aductor del pulgar abordó en pinza a nivel de la parte central y media del vientre muscular retirando el primer interóseo dorsal (12).

El PG activo del músculo aductor del pulgar provoca dolor referido en la cara lateral del pulgar y de la mano a nivel de la eminencia tenar, el dolor se refiere en la primera articulación metacarpofalángica y la cara dorsal del primer espacio interdigital (12).

2.2.2.16. Oponente del pulgar

El PG se encontró en la zona media del vientre muscular. Se consideró su patrón de dolor referido a la zona anterior del pulgar y en la zona radial de la muñeca (12).

2.2.2.17. Abductor del meñique

El dolor referido del PG del abductor del meñique se determinó como dolor a lo largo del lado cubital del dedo meñique (12).

2.2.2.18. Primer interóseo dorsal

El dolor referido de este músculo se consideró como dolor a nivel del lado radial del dedo índice y dolor profundo en la zona dorsal de la mano llegando incluso a la palma, y a extenderse en la zona del dorso y cubital del dedo meñique (12).

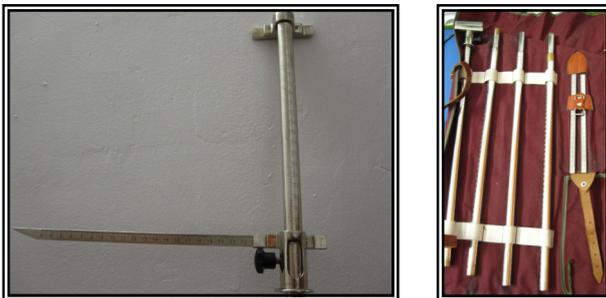
2.2.2.19. Segundo y tercer interóseo dorsal

Los PG de los músculos interóseos dorsales refirieron dolor a lo largo del dedo del músculo valorado (12).

2.2.3. Medidas Antropométricas

Para el desarrollo de las medidas antropométricas y con el fin de adquirir una formación didáctica, teórica y práctica en la consecución de las mismas, se concertaron dos clases en Antropología con la mediación de la Profesora Rivilla. Las clases estuvieron impartidas por la Profesora Marrodán en la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). El material cedido por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) para este estudio consta de:

- Un antropómetro vertical.



Figuras 12 y 13. Antropómetro vertical

Función: Medición de la *estatura* en m.

- Una balanza mecánica de la marca Laica línea Excel.



Figura 14. Balanza mecánica

Función: Medición del *peso* en kg.

- Una cinta métrica flexible.

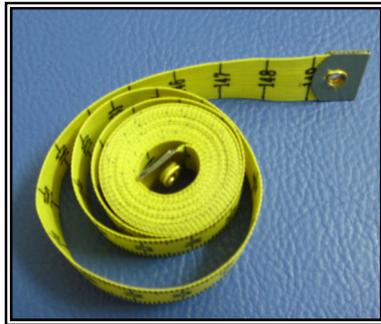
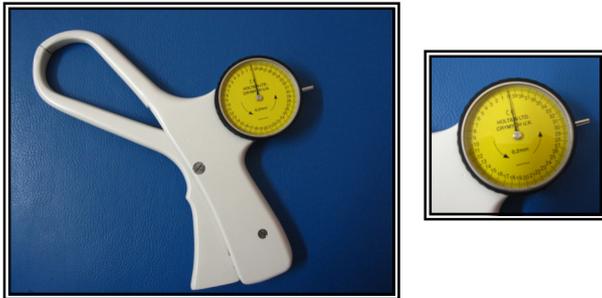


Figura 15. Cinta métrica flexible

Función: Medición del *perímetro del brazo en extensión* y del *perímetro del brazo en flexión* en cm.

- Un adipómetro Holtain LTD y



Figuras 16 y 17. Adipómetro marca Holtain

Función: Medición de los *pliegues grasos* (tricipital, bicipital, subescapular y suprailíaco) en mm.

- Un dinamómetro digital de la marca Takei.



Figura 18. Dinamómetro marca Takei TKK

Función: Medición de la *dinamometría de presión* (fuerza del agarre) en kg.

Durante la elaboración de las medidas y técnicas de antropometría se siguieron los protocolos descritos en Weiner *et al.* (1981).

La *estatura* dada en cm. se midió con el sujeto en bipedestación en posición antropológica con los miembros inferiores juntos, los pies descalzos, la espalda recta y la cabeza según el plano de Frankfort (52,53). Los pies se situaron con los talones juntos y formando un ángulo de 45°. Se tomó la medida con un antropómetro vertical desplazando la rama móvil hasta el punto superior de la cabeza en el plano sagital (vértex). Se midió con una precisión de 0,1mm.

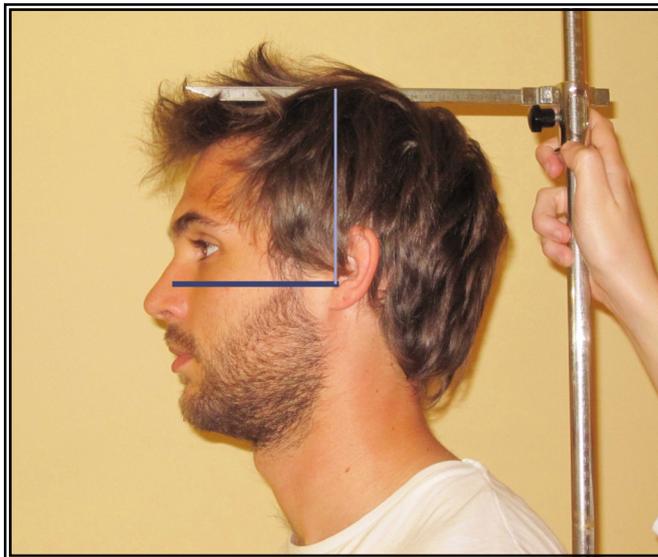


Figura 19. Plano de Frankfort



Figura 20. Medición de estatura

Para la valoración del *peso* en kg. se utilizó una báscula antropométrica mecánica de la marca Laica línea excel estando el sujeto descalzo, con la menor ropa posible y sin apoyarse sobre ninguna superficie (53). La báscula tenía una capacidad máxima de 130 kg. y una aproximación de 100 gr.



Figura 21. Medición de peso

En relación a la medición de los perímetros, el *perímetro del brazo en extensión* en cm. se tomó sobre el área mesobraquial del brazo en la parte media del mismo, donde el brazo tenía su máximo desarrollo (53). Se procedió a medir con una cinta métrica flexible y con una precisión de mm. Se siguieron los mismos protocolos para la valoración del *perímetro del brazo en flexión* en cm., pidiendo una contracción voluntaria del bíceps por parte del sujeto en 90° de abducción de hombro y 90° de flexión y supinación de codo. Se tomó una medida con una precisión de 0,1mm. por perímetro de cada miembro superior (4 mediciones en total).



Figuras 22 y 23. Medición de perímetros del brazo en extensión y flexión

Durante la valoración de los *panículos adiposos*, el plicómetro utilizado fue de la marca Holtain LTD calibrado a 10 gr/mm². Las ramas del adipómetro tuvieron una presión constante igual a 10 gr/mm². Los pliegues valorados de ambos miembros superiores fueron cuatro, el pliegue bicipital, el tricipital, el subescapular y suprailiaco. Se realizaron 3 mediciones con una precisión de 0,2 mm. por cada pliegue y se registró la media de las mismas.

El sujeto se mantuvo en una posición de bipedestación con la menor ropa posible, con los brazos relajados a lo largo del cuerpo, y la palma de la mano en contacto con la zona lateral del tercio superior del muslo.

El investigador cogió con sus dedos índices y pulgar de la mano izquierda el pliegue de piel y tejido adiposo subyacente a medir procurando no incorporar en el

pliegue tejido muscular (53) (pudiendo pedir por parte del paciente una contracción muscular como medio para la objetividad de la medida).

El adipómetro sostenido por la mano derecha se aplicó al pliegue sin soltar el pliegue por la mano izquierda y evitando variaciones en la aguja del calibre por una compresión mantenida anotando las mediciones obtenidas. Las ramas del plicómetro se mantuvieron perpendiculares a la superficie a medir durante todas las valoraciones.

Pliegue tricipital en mm.: para la valoración del pliegue tricipital paralelo al eje longitudinal del brazo, se tomó en la parte posterior del brazo en el punto medio del mismo, por encima del músculo tríceps (53).

Pliegue bicipital en mm.: con el fin de valorar el pliegue bicipital, la medida se tomó en la parte anterior y media del brazo, sobre el músculo bíceps braquial.



Figuras 24 y 25. Medición de pliegues tricipital y bicipital

Pliegue subescapular en mm: a través de una disposición oblicua (45°) del plicómetro o adipómetro con respecto a la columna vertebral se registró la medición del pliegue subescapular en el ángulo inferior de la escápula.

Pliegue suprailiaco anterior en mm.: con una orientación diagonal oblicua al igual que en el anterior pliegue se aplicó el adipómetro por encima de la cresta iliaca siguiendo su recorrido medialmente.



Figuras 26 y 27. Medición de pliegues subescapular y suprailiaco

Una vez obtenidas las medidas antropométricas se procedió a trabajar con una serie de índices biométricos con el fin de obtener de obtener datos sobre la densidad corporal, porcentaje de grasa corporal, peso magro e índice de masa corporal de los sujetos escaladores y poder correlacionar dichas medidas con los porcentajes de PG obtenidos.

A partir de la ecuación descrita por Durnin y Womersley (1974) y en función de la edad referida se obtuvo las predicciones de la densidad corporal de los sujetos (54).

$$Densidad\ corporal\ (D) = c - [m \times \text{Log} (\Sigma\ de\ los\ cuatro\ pliegues)]$$

Donde,

c y m son dos constantes determinadas por Durnin y Womersley (1974) en función al sexo y la edad de los participantes (53) (Tabla 3).

Sexo femenino

Edad	16-19	20-29	30-39	40-49	+50
c	1.1549	1.1599	1.1423	1.1333	1.1339
m	0.0678	0.0717	0.0632	0.0612	0.0645

Sexo masculino

Edad	16-19	20-29	30-39	40-49	+50
c	1.1620	1.1631	1.1422	1.620	1.1715
m	0.0630	0.0632	0.0544	0.0700	0.0779

Tabla 3. Valores de c y m en función al sexo y la edad

Siguiendo las pautas y expresión descritas por Siri (1961), a partir de los resultados obtenidos por la ecuación de Durnin y Womersley (1974) se calcularon los porcentajes de grasa corporal de los participantes (55).

$$\% \text{ Grasa corporal} = [(4,95/D) - 4,50] \times 100$$

El peso magro se determinó a través de la resta del peso graso al peso total mediante la siguiente expresión (53):

$$\text{Peso graso (kg)} = (\text{Peso total (kg)} \times \% \text{ grasa}) / 100$$

El índice de masa corporal (IMC) o índice de Quetelet (1869) se estimó a partir de la ecuación siguiente:

$$\text{IMC} = \text{Peso(kg)} / \text{estatura}^2(\text{m})$$

A partir de los datos recogidos se calcularon las áreas tisulares o mesobraquiales del brazo en base a las expresiones matemáticas descritas y desarrolladas por Gurney *et al.* (1973). Éstos indicadores nutricionales basan su concepción en un modelo dónde el brazo y sus constituyentes conforman una configuración cilíndrica de forma que si se realizara un corte de la sección mesobraquial se observaría un círculo interno correspondiente al hueso, rodeado por una zona circular del músculo y circunscrita por tejido celular subcutáneo (56,57).

Las ecuaciones, por tanto, utilizadas para estos indicadores fueron (57):

1. Área total del brazo (AT):

$$AT = C^2 / (4\pi)$$

2. Área muscular del brazo (AM):

$$AM = [C - (Ts \pi)]^2 / (4\pi)$$

3. Área grasa del brazo (AG):

$$AG = AT - AM$$

Donde,

C: el perímetro del brazo en extensión en cm. y

Ts: el pliegue tricípital en cm.

2.2.4. Dinamometría de presión

Por último, se valoraron las medidas dinamométricas de presión (2,48). Se valoró la fuerza del agarre utilizando un dinamómetro digital de la marca Takei T.K.K. 5401 con una capacidad máxima de 100 kg. y una precisión de 0,1 kg.

El escalador valorado se encontró en una posición de bipedestación sujetando el dinamómetro con la mano, el brazo se dispuso a lo largo del cuerpo en un plano sagital con una extensión casi completa de codo, una posición neutra de antebrazo y muñeca y una flexión de dedos.

Se permitió el ajuste del dinamómetro por parte del voluntario en función del tamaño de la mano del mismo. Se obtuvo así la máxima fuerza muscular isométrica del antebrazo y mano de ambos miembros superiores. Se tomaron 3 mediciones de dinamometría de ambos miembros superiores y se escogió el mejor registro de cada miembro superior (48).



Figuras 28 y 29. Medición de dinamometría izquierda y derecha

3. RESULTADOS

3.1 Porcentaje de puntos gatillo latentes y activos

Los resultados obtenidos en torno a la presencia de puntos gatillos latentes y activos en los veinte músculos valorados muestran una incidencia semejante tanto en el miembro superior izquierdo (MSI) como en el miembro superior derecho (MSD).

3.1.1. Porcentaje de puntos gatillo latentes

Los valores más altos en los puntos gatillo latentes se obtuvieron en el músculo extensor del dedo medio (EDM), estando el PG latente presente en casi la totalidad de la muestra con unos valores del 93,64% en el MSI y 91,82% en el MSD. En segundo lugar, los PG latentes en el músculo primer interóseo dorsal (PID) se encontraron en el 90,00% en el MSI y en el 89,09% en el MSD de la muestra valorada.

Por su parte, los valores menores que fueron registrados, estuvieron representados en el MSI por el músculo extensor del dedo índice (EDI) con una incidencia del 10,91%. En el MSD los valores más bajos fueron en el músculo abductor del meñique (AM) con un porcentaje de 10,91% también.

3.1.2. Porcentaje de puntos gatillo activos

En cuanto a lo que respecta al porcentaje registrado de puntos gatillo activos en cada músculo, el músculo aductor del pulgar (AP) fue el músculo que alcanzó los valores más elevados tanto en el MSI como en el MSD encontrándose su PG activo en el 46,36% y el 40,91% de la muestra respectivamente. El músculo que presentó una mayor activación de los PG en el MSI por debajo de los valores del aductor del pulgar (AP), fue el tercer interóseo dorsal (TID) con PG activos en el 31,82% de la muestra. No fue así para el MSD, cuyos valores que siguen al aductor del pulgar

(AP) fueron en el extensor radial largo del carpo (ERL), con una presencia de PG activos en el 37,27%.

Por último, los músculos que presentaron un menor número de PG activos fueron el extensor del dedo índice (EDI) en el MSI y el extensor cubital del carpo (EC) en el derecho, ambos con un valor del 3,64%.

A continuación se muestran tres gráficos que ilustran los valores siguiendo el orden establecido para la valoración de los músculos:

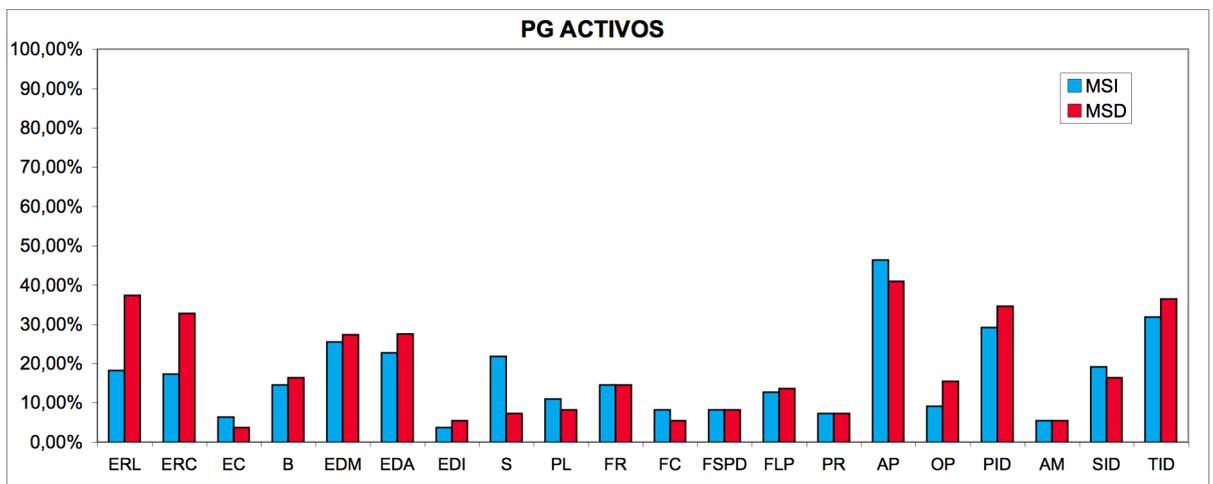


Figura 30. Puntos gatillo latentes de ambos miembros superiores en los músculos valorados

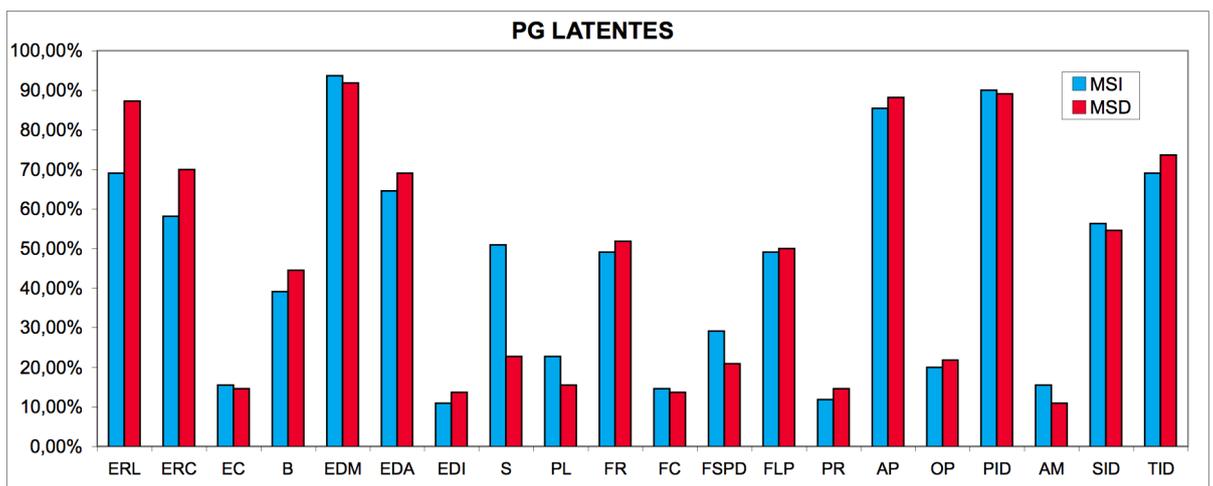


Figura 31. Puntos gatillo activos de ambos miembros superiores en los músculos valorados

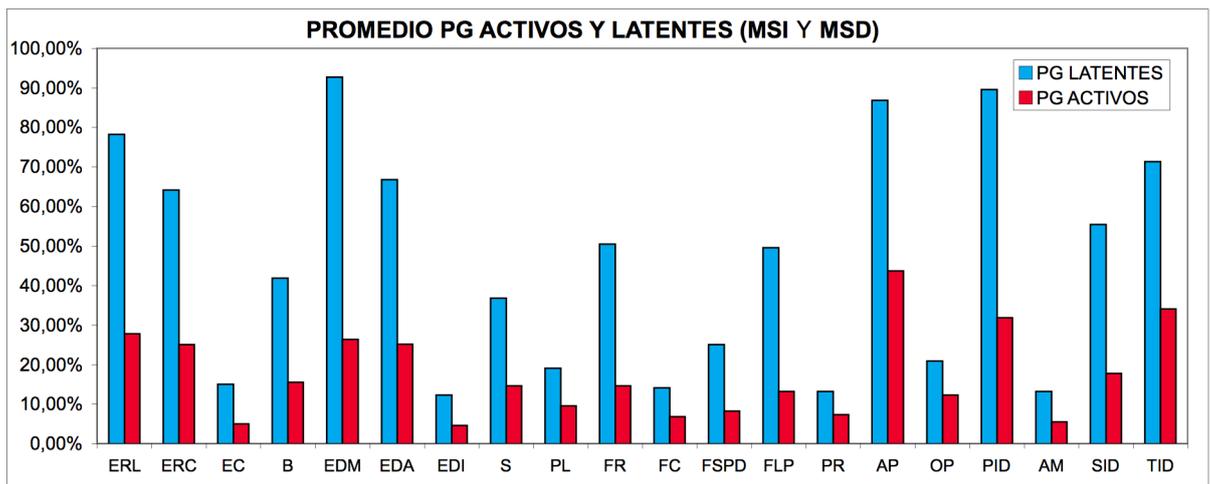


Figura 32. Promedio de puntos gatillo latentes y activos de ambos miembros superiores en los músculos valorados

3. 2. Variables de valoración de los puntos gatillo obtenidas

3.2.1. Dolor local a la presión

Los valores más altos de dolor local a la presión se registraron en el extensor del dedo medio con un porcentaje de dolor local en el 99,09% en el MSD. Siguiendo a estos valores, en el MSD, se encuentra el músculo extensor radial largo y el aductor del pulgar siendo el valor de ambos un 95,45% para el dolor local a la presión. Con respecto al MSI, el porcentaje más elevado obtenido fue para el extensor del dedo medio presentando dolor local a la presión de su PG en el 96,36% de la muestra. En el MSI fue significativo el aductor del pulgar y el primer interóseo dorsal siendo sus PG dolorosos a la presión en el 95,45% de los escaladores.

El valor más bajo registrado fue para el PG del extensor cubital del carpo en el MSD, con dolor local a la presión en el 17,27%.

3.2.2. Banda tensa palpable

Aquellos músculos que presentaron un porcentaje más alto de bandas tensas palpables durante la valoración de los PG fueron el extensor del dedo medio con valores en el MSI de 99,09% y en el MSD de 96,36%, el extensor radial largo del

carpo en el MSD con un 96,36% y por último, el aductor del pulgar en el MSI con un 96,36% también.

El menor valor de bandas tensas encontrado fue en el músculo extensor cubital del carpo en el MSD en el 17,27% de la muestra.

3.2.3. Dolor referido

El dolor referido estuvo presente en el 71,82% y en el 61,18% de los sujetos en los PG correspondientes al aductor del pulgar en el MSD y el MSI respectivamente. Los PG del músculo primer interóseo dorsal refirieron dolor en el 70,91% tanto en el MSI como en el MSD de la muestra obtenida.

El músculo cuyo PG refirió dolor en un menor número de casos, se trató del músculo pronador redondo en el MSI con un porcentaje del 4,55%.

3.2.4. Respuesta de espasmo local (REL)

Se obtuvo un porcentaje más elevado de respuestas al espasmo local en el extensor del dedo medio con un 93,64% y un 91,82% en el MSI y el MSD respectivamente. Las REL del primer interóseo dorsal se encontraron en el 90,00% en el MSI y en el 89,09% en el MSD de la muestra obtenida.

La respuesta de espasmo local obtuvo una menor incidencia en el abductor del meñique en el MSD, presente en el 10,91% de la muestra.

3.2.5. Reconocimiento del dolor

Los pacientes refirieron reconocer el dolor (estableciendo dichos PG como activos) en mayor medida en el aductor del pulgar tanto en el MSI como en el MSD con valores del 46,36% y 40,91% respectivamente. Otros valores elevados en cuanto al reconocimiento del dolor se encontraron en el extensor radial largo del carpo en el MSD y en el tercer interóseo dorsal en el MSI con valores del 37,27% y 31,82% respectivamente.

Los escaladores reconocieron en un menor porcentaje el dolor (3,64%), durante la valoración de los PG, en el músculo extensor cubital en el MSD y en el extensor del dedo índice en el MSI.

3.2.6. Limitación dolorosa a la amplitud de movilidad al estiramiento

Por último, el músculo que obtuvo una limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento en mayor número de casos fue el aductor del pulgar en el 46,36% en el MSI y en el 45,45% en el MSD de la muestra. Siguiendo a estos valores, se encuentra el primer interóseo dorsal en el MSD en el 54,55% y en el MSI en el 53,64%.

Los valores más bajos se obtuvieron en el músculo extensor cubital en el MSI con limitación dolorosa en el 3,64% de la muestra.

Con respecto a si los valores obtenidos tuvieron mayor incidencia en el MSD que en el MSI, los valores fueron más elevados en el MSD en la mayoría de los músculos, salvo para el extensor cubital, el supinador, el palmar largo, el flexor cubital del carpo, el flexor superficial y profundo de los dedos, el abductor del meñique y el segundo interóseo dorsal cuyas variables se encontraron en un mayor porcentaje en el MSI. El músculo supinador fue el músculo que obtuvo la mayor diferenciación entre los valores del MSI y el MSD.

Para el análisis de los siguientes datos, se calculó el porcentaje de puntos gatillos latentes y activos por cada escalador y a partir de los resultados obtenidos se correlacionaron con los datos personales referidos, variables cuantitativas y cualitativas de la práctica deportiva, dinamometría, medidas antropométricas, índices biométricos y áreas mesobraquiales de los brazos.

3.3 Relación entre presencia de puntos gatillo y las variables del estudio

3.3.1. Puntos gatillo y edad

En un principio, no se encontró relación entre la edad de los sujetos escaladores y la presencia de PG latentes y PG activos. Se hallaron los promedios de porcentajes de PG entre grupos de edad. El porcentaje de PG latentes más alto (58,75%) fue en las edades comprendidas entre los 22 y 38 años mientras que los PG activos estuvieron más presentes con un 32,50% a la edad de 37 años.

Posteriormente, se pasó a dividir la edad en rangos de entre 5 a 6 años y se observó una correlación negativa entre la edad y el porcentaje de PG tanto activos como latentes. A medida que aumentaba la edad, disminuían los porcentajes de PG obtenidos encontrándose los valores más elevados en el rango de edad de entre los 19 y 24 años con valores de PG latentes del 47,59% y una diferencia significativa de PG activos (45,08%) en comparación con otros rangos de edad.

3.3.2. Puntos gatillo y sexo

Se observó una mayor incidencia de PG latentes en aquellos sujetos de sexo femenino (48,10% frente al 45,15%), pero una mayor incidencia de PG activos en sujetos de sexo masculino (17,82% frente al 16,00%).

3.3.3. Puntos gatillo y ocupación manual o no manual

Confirmando con la hipótesis de partida, aquellas profesiones que sometían a los sujetos a esfuerzos físicos o carga de pesos presentaron un mayor porcentaje de PG activos (17,34% frente al 16,51%). Sin embargo, los PG latentes tuvieron una mayor incidencia en los sujetos cuya ocupación no era manual (46,35% frente al 43,06%).

3.3.4. Puntos gatillo y hábitos de salud

En cuanto a los hábitos de salud, aquellos que refirieron consumir tanto tabaco, alcohol como drogas fueron los que representaron los porcentajes de PG activos más elevados (21,61%), pudiendo significar que el consumo de todos estos hábitos puede influir en la activación de los PG valorados. Pese a estos resultados, aquellos individuos que no marcaron ninguno de los apartados como positivos obtuvieron también valores elevados en PG activos (20,69%) y los valores más elevados en PG latentes (48,47%). Se plantea la posibilidad de que el consumo de estas sustancias pueda influir en el dolor percibido y referido por los sujetos al poder modificar su umbral del dolor.

3.3.5. Puntos gatillo y diestros, zurdos o ambidiestros

Para la elaboración de este apartado, se obtuvo el porcentaje de PG latentes y el de PG activos por cada miembro superior obteniendo 4 valores más por cada sujeto. No se encontró relación significativa entre la distribución de los PG en el MSI y los zurdos y en el MSD y los diestros. Sin embargo, los valores más altos de PG activos entre diestros y zurdos se localizaron en los zurdos con un 19,38% mientras que los PG latentes estuvieron en mayor medida representados por aquellos sujetos diestros (46,15%). Cabe resaltar también que los valores más elevados de PG activos tanto en el MSI (20,00%) como en el MSD (27,50%) están representados por los sujetos ambidiestros.

3.4. Relación entre presencia de puntos gatillo y práctica deportiva

3.4.1. Puntos gatillo y horas de práctica semanal

El promedio de horas de práctica semanal de la muestra total fue de 11,63 horas. Se obtuvieron los promedios en rangos de horas. No se encontró relación entre el porcentaje de PG y las horas de práctica de la escalada semanal. Sin embargo, los valores más altos de PG latentes estuvieron en los sujetos que practicaban una media de 3 a 5 horas semanales (49,93%). Los sujetos que practicaban de 30 a 34 horas semanales mostraron un número mayor de PG activos

con un porcentaje del 23,33%. El siguiente valor en importancia respecto a los PG activos se sitúa en las 70 horas de práctica semanal con un porcentaje de PG activos del 22,50%. Por otra parte, los valores más bajos se obtuvieron en la franja de horas entre 41 y 45 horas de práctica con un 16,25% de PG latentes y un 1,25% de PG activos.

3.4.2. Puntos gatillo y años de experiencia en la práctica de escalada

La presencia de PG latentes y PG activos fue significativamente más elevada en los sujetos con experiencia en la práctica deportiva de 15 a 18 años (50,50% y 27,50%). Se recalca el hecho de que salvo para la franja de años de 15 a 18 años, existe una tendencia de los PG latentes a disminuir a medida que aumentan los años de experiencia lo que sugiere que a una mayor edad de los sujetos, existe un menor porcentaje de PG latentes (como ya se observó en punto 3.3.1).

El promedio de años de experiencia fue 5,47 años. La media de años de experiencia fue de 6,17 años en hombres y de 3,07 años en mujeres.

Se valoró la relación existente entre las horas de práctica semanales y los años de experiencia en la práctica de la escalada de la muestra obtenida. Dividiendo los años de experiencia en franjas de 4 años, existe una correlación positiva entre ambas variables.

3.4.3. Puntos gatillo y tipos de escalada

En función al tipo o tipos de escalada que los sujetos practicaban, se observa que la escalada artificial es la que obtuvo un mayor porcentaje de PG latentes (51,67%) y la escalada libre un mayor porcentaje de PG activos (26,70%), seguida de la escalada artificial (25,00%). La escalada en hielo y la escalada mixta también obtuvieron valores altos en los PG activos (22,67% y 24,23%).

3.4.4. Puntos gatillo y clasificación en principiante, intermedio o avanzado

Atendiendo a la clasificación referida por los sujetos, los valores más altos tanto de PG latentes como de PG activos se encontraron en los escaladores de nivel intermedio con valores del 46,79% y 20,79%. Se encuentra una diferencia significativa entre los valores obtenidos para estos escaladores con respecto al resto en los PG activos.

3.4.5. Puntos gatillo y enfoque recreativo y/o competitivo

Los escaladores que indicaron tener un enfoque recreativo tuvieron más PG latentes (46,36%) y PG activos (17,64%) frente a los que clasificaron su enfoque como competitivo (37,29% y 15,00%).

3.4.6. Puntos gatillo y escaladores federados frente a no federados

Los escaladores que indicaron estar federados adquirieron unos valores más elevados que los que no lo hicieron. Los valores para los federados en la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME) y/o en la Federación Madrileña de Montañismo (FMM) fueron, por tanto, 48,68% y 23,95% para los PG latentes y los PG activos frente a valores del 45,22% y 16,04% de los no federados.

3.4.7. Puntos gatillo e incorporación en el entrenamiento deportivo de estiramientos músculo-tendinosos

Los sujetos que incorporaban los estiramientos músculo-tendinosos únicamente antes de la práctica deportiva fueron los que alcanzaron un índice más elevado tanto de PG latentes como de PG activos (54,63% y 28,46%). Sin embargo, se observó que los sujetos que no incorporaban estiramientos en su entrenamiento deportivo fueron los que mostraron la menor incidencia de PG latentes y de PG activos (35,83% y 8,75%).

3.4.8. Puntos gatillo y lesiones

Se distinguió que los sujetos que referían haber padecido alguna lesión en el último año y cuya presencia interfería en la práctica deportiva fueron los que obtuvieron los valores más elevados de PG latentes y de PG activos, con valores del 48,50% y 21,50% respectivamente. Los valores en los lesionados en el último año cuya lesión no interfería en la práctica y los no lesionados son similares.

3.4.9. Puntos gatillo y tratamientos recibidos

Se observó que los sujetos que estaban recibiendo actualmente tratamiento de Fisioterapia (el 52,94% habían padecido algún tipo de lesión en el último año) eran los que llegaron a los valores más altos de PG activos (19,26%). Los valores más elevados en cuanto a los PG latentes se encontraron en el grupo que no estaba recibiendo ningún tratamiento (46,01%). Los valores bajos tanto de latencia como de activación de los PG se registraron en los sujetos que estaban recibiendo otro tipo de tratamiento, (37,50% y 7,50%).

3.4.10. Puntos gatillo y fármacos

En lo que se refiere a los fármacos que los sujetos refirieron estar tomando actualmente, aquellos que indicaron estar tomando algún tipo de fármaco obtuvieron valores significativamente más bajos de PG activos (11,67%) frente a los que no (17,92%). Se agrupó a los sujetos en función del tipo de fármaco y la relación más significativa se halló en los que tomaban Ibuprofeno, Antiinflamatorios no esteroideos (AINES) o Condrosan, cuyos PG activos descendieron a un porcentaje del 8,33% en comparación con los sujetos que no tomaban fármacos (17,92%). Sin embargo, este grupo alcanzó un porcentaje mayor de PG latentes (47,50% frente al 45,74%).

3.4.11. Puntos gatillo y localización de las valoraciones

Las valoraciones realizadas por la mañana alcanzaron los valores más altos tanto en los PG latentes (47,81%) como en los PG activos (20,00%). Asimismo, las valoraciones que se realizaron antes de la práctica tuvieron una mayor incidencia en los PG latentes (46,59%) y activos (19,32%) frente a las realizadas después de la práctica.

3.5 Relación entre presencia de puntos gatillo y Dinamometría de presión

Primero, se valoraron los datos obtenidos para la dinamometría en función de la localización de las valoraciones, apreciando que los valores más elevados (en kg.) tanto en la dinamometría izquierda como en la derecha, se obtuvieron en las valoraciones que se habían realizado por la mañana y antes de la práctica deportiva.

La media de valores de dinamometría del MSI y MSD en los escaladores hombres a nivel competitivo fue de 51,05 mientras que para los escaladores hombres a nivel recreativo fue de 45,41. Se valoró también los resultados de la dinamometría en función del peso en kg. de los sujetos.

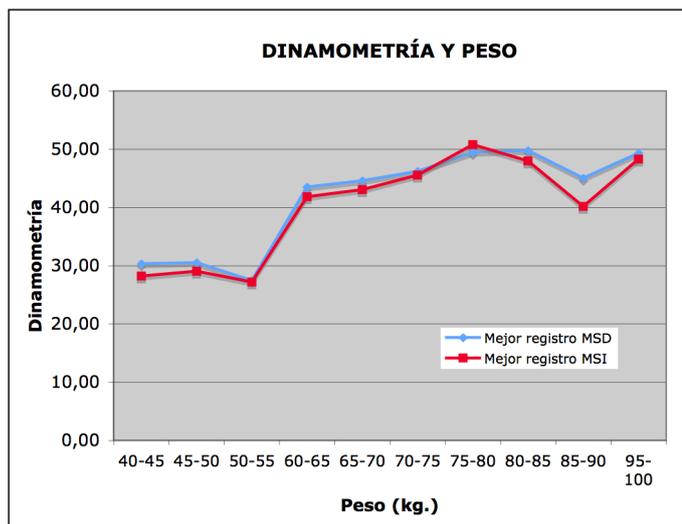
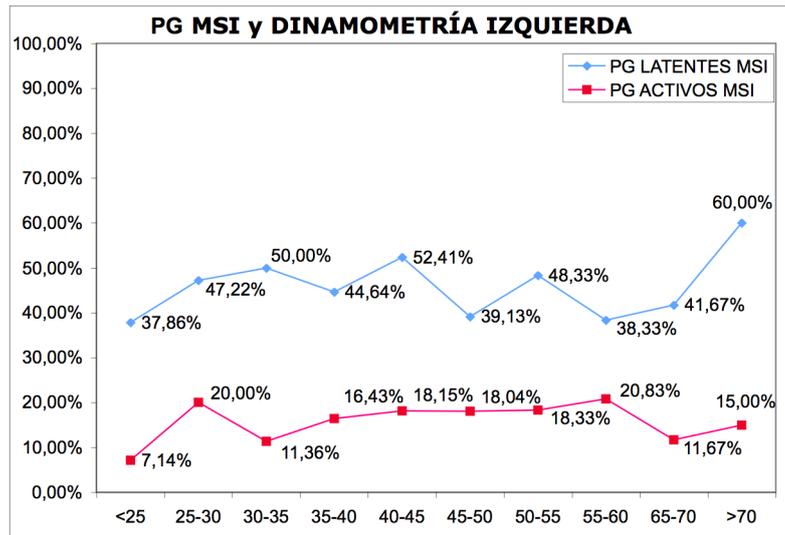
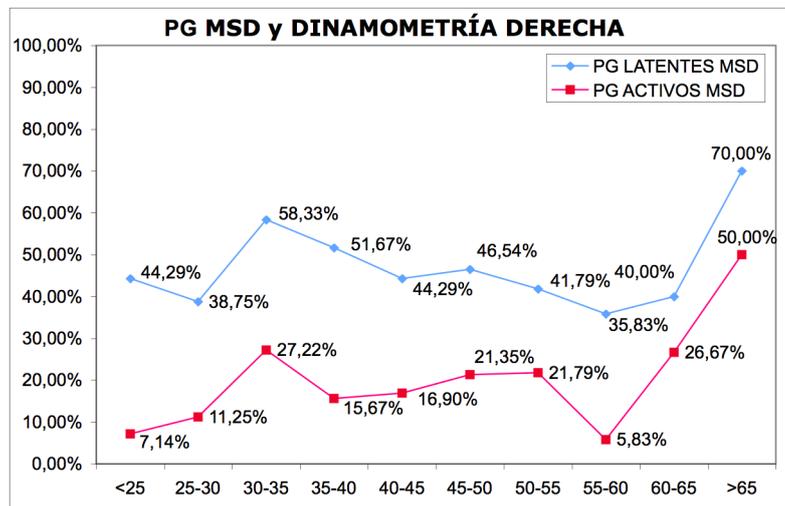


Figura 33. Dinamometría y peso

Después, se utilizaron los valores de PG por cada miembro superior para analizar los resultados. Los valores significativamente más altos de dinamometría (de 65 a 70 kg.) se relacionaron con una mayor presencia de PG tanto latentes (70%) como activos (50%) en el MSD y de PG latentes (60%) como activos (50%) en el MSI y de PG latentes (60%) en el MSI.



Figuras 34. Puntos gatillo en MSI y Dinamometría izquierda



Figuras 35. Puntos gatillo en MSD y Dinamometría derecha

3.6 Resultados de Medidas Antropométricas, Índices Biométricos y Áreas Mesobraquiales

	Hombres (n=90)	Mujeres (n=25)
	Promedio	Promedio
Estatura(m)	1,75	1,65
Peso(kg)	70,62	54,83
IMC(kg/m ²)	22,18	20,20
Perímetro brazo extensión MSI	28,94	25,09
Perímetro brazo extensión MSD	29,42	25,23
Promedio perímetros brazo extensión	29,18	25,16
Perímetro brazo flexión MSI	33,17	27,20
Perímetro brazo flexión MSD	33,53	27,45
Promedio perímetros brazo flexión	33,35	27,32
Densidad corporal MSI	1,06	1,05
Densidad corporal MSD	1,06	1,05
Promedio densidad corporal	1,06	1,05
% Grasa corporal MSI	15,13	21,75
% Grasa corporal MSD	15,03	21,64
Promedio % Grasa corporal	15,08	21,70
Peso graso MSI	10,78	11,97
Peso graso MSD	10,71	11,90
Promedio peso graso	10,75	11,94
Peso magro MSI	59,84	42,86
Peso magro MSD	59,91	42,93
Promedio peso magro	59,87	42,89
Área total MSI	66,98	50,29
Área muscular MSI	56,04	39,30
Área grasa MSI	10,95	10,99
Área total MSD	69,24	50,89
Área muscular MSD	57,97	39,51
Área grasa MSD	11,27	11,38

Tabla 4. Medidas Antropométricas, Índices Biométricos y Áreas Mesobraquiales de la muestra

3.7 Relación entre presencia de puntos gatillo e Índices Biométricos

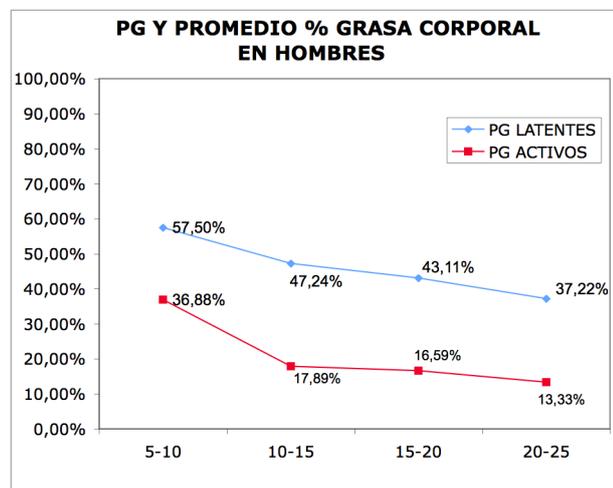
3.7.1. Puntos gatillo e IMC

No se encontró relación significativa entre el índice de masa corporal (en kg/m²) y los PG aunque el valor más alto de PG activos (23,50%) corresponde a un IMC de sobrepeso entre 26 y 28 kg/m².

3.7.2. Puntos gatillo y porcentaje de grasa corporal

Se obtuvo el promedio entre los porcentajes de grasa corporal obtenidos a partir de los pliegues y la densidad corporal del MSI y del MSD. En hombres, se observa una tendencia de los PG latentes a disminuir a medida que aumenta el porcentaje de grasa corporal, encontrándose el porcentaje más bajo del 19% al 22% de grasa corporal. Con respecto a los PG activos, el valor más alto fue del 7% al 10% de grasa corporal.

Si se establecen rangos de porcentaje de grasa corporal más amplios, se observa una correlación negativa para los PG latentes y para los PG activos.



Figuras 36. Puntos gatillo y porcentaje de grasa corporal en hombres

En las mujeres de la muestra, se observó que los valores más altos estaban entre el 19% y el 22% de grasa corporal. Los porcentajes de PG más bajos se situaron, entre el 10% y el 13% de grasa corporal. Desde el 19% de grasa corporal a valores por encima del 25%, los PG tienden a disminuir.

Porcentaje de grasa corporal y edad

Se observó también que a medida que la edad aumentaba, incrementaba la grasa corporal de los sujetos.

3.7.3. Puntos gatillo y peso magro

Se halló el promedio del peso magro del MSI y del MSD. Los porcentajes más altos de PG latentes y de PG activos se encontraron entre los 65 kg. y 69 kg. en hombres y entre 46 kg. y 49 kg. en mujeres. En los hombres, se encontró en los PG activos una correlación positiva entre el promedio del peso magro obtenido y el porcentaje de puntos gatillo.

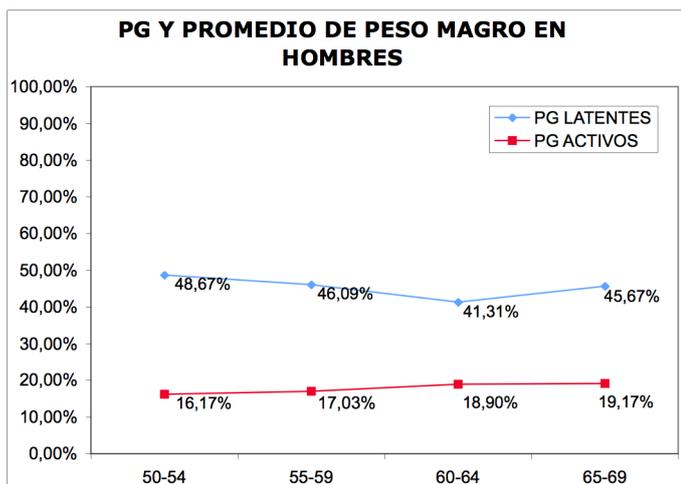


Figura 37. Puntos gatillo y promedio de peso magro en hombres

3.8. Relación entre presencia de puntos gatillo y Áreas Mesobraquiales

3.8.1. Puntos gatillo en el MSI y área muscular del brazo izquierdo

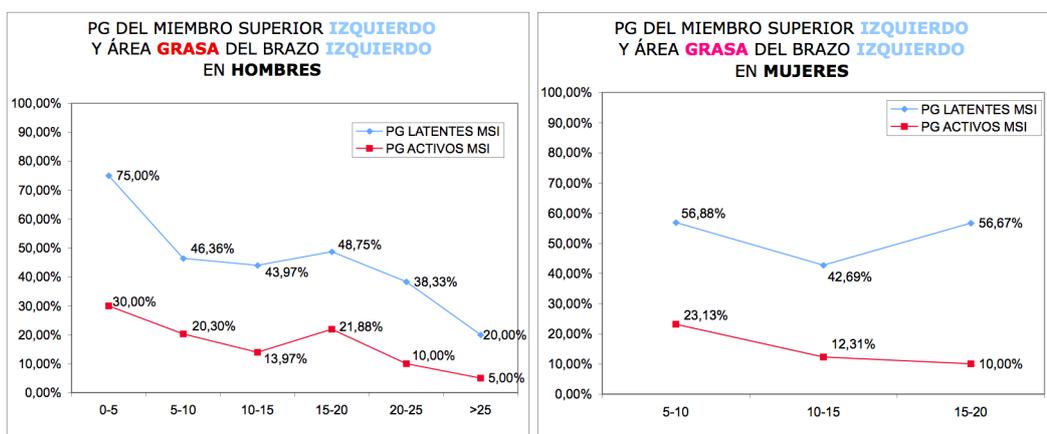
No se distinguió relación entre ambas variables siendo los valores de PG latentes más altos entre 45 y 50 (53,00%) y de PG activos entre 50 y 55 (21,54%) en hombres. Los porcentajes de tanto PG latentes como de PG activos (62,50% y 20,83%) se encontraron entre 45 y 50 más elevados en las mujeres de la muestra.

3.8.2. Puntos gatillo en el MSD y área muscular del brazo derecho

En hombres los PG latentes y activos fueron más elevados entre los 65 y los 70 (56,11% y 31,11%) mientras que en las mujeres, al igual que en el brazo derecho, se encontraron entre los 45 y los 50 (60,71% y 20,00%).

3.8.3. Puntos gatillo en el MSI y área grasa del brazo izquierdo

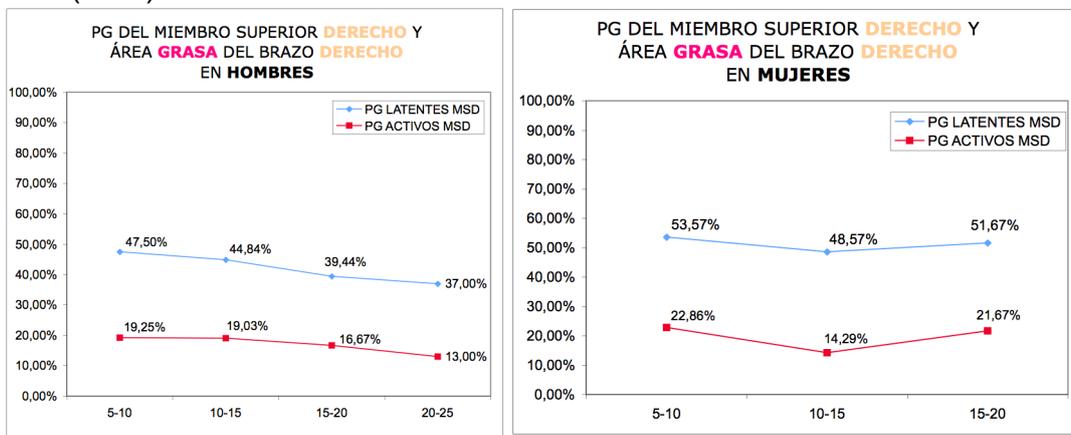
En los sujetos de sexo masculino, se observó una tendencia de los PG a disminuir a medida que aumentaba el área grasa, es decir, una tendencia hacia la correlación negativa entre ambas variables encontrándose los valores de PG más altos en las áreas grasas más pequeñas (0-5). En lo que concierne a las mujeres, se observó esa misma tendencia en los PG activos pero en los PG latentes no, aunque los valores más altos sí corresponden a las áreas grasas más reducidas (5-10).



Figuras 38 y 39. Puntos gatillo y área grasa del brazo izquierdo en hombres y mujeres

3.8.4. Puntos gatillo en el MSD y área grasa del brazo derecho

Con respecto al área grasa del brazo derecho, se observó esa misma correlación negativa en los hombres (ya mencionada en el apartado anterior). En las mujeres los porcentajes más altos se encontraron también en las áreas grasas más pequeñas (5-10).



Figuras 40 y 41. Puntos gatillo y área grasa del brazo derecho en hombres y mujeres

4. DISCUSIÓN

Dado que la escalada ha crecido en popularidad, se considera que los escaladores y profesionales sanitarios pueden llegar a beneficiarse de los resultados obtenidos en este estudio, habiendo determinado los PG que se activan con mayor frecuencia en esta actividad deportiva. También se ha especificado la influencia de determinantes antropométricos y dinamométricos en la latencia y activación de estos PG.

4.1. Puntos gatillo

En lo que se refiere al porcentaje de puntos gatillo latentes, los resultados obtenidos para el extensor del dedo medio presente en el 93,64% de la muestra coinciden con los hallazgos de Gunstein *et al.* (1940) que consideran que la afectación del extensor del dedo medio es extraordinariamente común (64). Además este músculo ha demostrado una confiabilidad inter-examinadores para todas las exploraciones (65). Sin embargo, este hallazgo no esclarece ninguna diferencia entre el escalador y otro tipo de sujetos.

En el estudio de Kao *et al.* (2007), todos los adultos tuvieron un foco hiperirritable en la parte media de una banda tensa en el músculo braquiorradial (66). Esto se consideró como un PG latente o un punto próximo a un PG latente. Si consideramos únicamente esas dos variables (dolor local a la presión y banda tensa), el músculo braquiorradial presentó en la muestra de este estudio, un PG en el 60,45% y el 69,54% en el MSI y MSD respectivamente. Estos valores son menores a los registrados por Kao *et al.* (2007).

En el estudio conducido por Kao *et al.* (2007), se utilizó un algómetro de presión, considerándose en varios estudios como una medida fiable y válida en la medición de la sensibilidad del dolor en los PG (67,68).

Adultos normales suelen tener PG latentes en músculos clínicamente normales sin signos aparentes de dolor (66), por lo que se considera la importancia de los hallazgos en los PG activos.

Los resultados en torno a los puntos gatillo muestran que los PG latentes estuvieron más presentes en el extensor del dedo medio, primer interóseo dorsal, aductor del pulgar, extensor radial largo del carpo, tercer interóseo dorsal y extensor del dedo anular. En cuanto a los PG activos, se encontró una mayor incidencia en los músculos aductor del pulgar, extensor radial largo del carpo, tercer interóseo dorsal, primer interóseo dorsal, extensor del dedo anular, extensor radial corto del carpo y segundo interóseo dorsal.

Esto coincide con las lesiones más frecuentes en la mano y los dedos del escalador, y otorga valores significativos al dedo medio y anular que suelen ser los más afectados. Sin embargo, se esperó encontrar que los músculos flexor superficial y profundo de los dedos estuvieran en un porcentaje mayor de la muestra, encontrándose en posiciones bajas.

Con respecto a los PG y los tipo/tipos de escalada practicadas, se consideran resultados coherentes puesto que la escalada libre implica una escalada sin ningún tipo de protección (7) lo que predispone a un mayor esfuerzo físico y mantenimiento de las contracciones musculares isométricas. Además en este tipo de escalada, la musculatura será la única responsable de soportar la elevada proporción de masa corporal durante el ascenso (1) pudiendo esto influir en la activación de los PG. La escalada artificial corresponde a vías de mayor complejidad (8) por lo que se considera un indicio a valorar con respecto a los resultados obtenidos. Los resultados altos en la escalada en hielo y mixta (roca y hielo) pueden llegar a explicarse debido a que se ha determinado que los PG pueden activarse por enfriamiento. Una temperatura baja prolongada sobre un PG puede llegar a activarlo (12).

Se plantea la posibilidad de la existencia de un umbral de dolor aumentado en los escaladores, pudiendo haber sido provocado por las reacciones fisiológicas del

hueso y tejidos blandos al estrés mecánico que sufre el escalador (6,11,38). Considerando que todos los sujetos de la muestra tengan un umbral de dolor aumentado, el análisis de datos es adecuado. Sin embargo, este dato sí influye en la comparación de este estudio con muestras de sujetos no escaladores.

A pesar de que existen muchos estudios que definen la palpación como método fiable y frecuentemente usado para el diagnóstico de PG (12,58,59,60,61), determinados autores han reconocido las desventajas de la técnica palpatoria para la localización de bandas tensas (69,70).

Se ha especificado los criterios utilizados para el diagnóstico de los PG debido a la variabilidad en los criterios utilizados (71). Se considera que debido a esta variabilidad, la reproducibilidad de un método para el diagnóstico de los PG es pobre. Se consideran necesarios futuros estudios de alta calidad que establezcan criterios diagnósticos bien definidos para los PG.

4.2. Medidas antropométricas e índices biométricos

El promedio de porcentaje de grasa en hombres y mujeres en este estudio fue de 15,08% y 21,70% respectivamente, valores significativamente superiores a los resultados obtenidos en 1993 por Watts *et al.* (1993). Dicho estudio estaba constituido por 21 hombres y 18 mujeres con valores registrados de grasa corporal del 4,7% y de 10,7%. Los escaladores incluidos como muestra en el estudio de Watts *et al.* (1993) eran escaladores experimentados, semifinalistas en la competición de la Copa Mundial de escalada deportiva, lo que puede explicar la diferencia en los resultados obtenidos.

En el estudio de Watts *et al.* (1993), los escaladores hombres tenían una media de experiencia en la escalada de 11,2 años y las mujeres de 8,8 años. Este estudio conducido, muestra unos valores menores con una media de años de experiencia en hombres de 6,17 años y de 3,07 años en mujeres.

Grant *et al.* (1996) llevaron a cabo una comparación de variables antropométricas y físicas en escaladores a nivel tanto competitivo como recreativo de sexo masculino. Aquellos escaladores a nivel competitivo obtuvieron valores de grasa corporal más similares a los de este estudio (14,0%). Asimismo, en el estudio de Mermier *et al.* (2000) registraron un porcentaje de grasa para escaladores hombres del 9,8% y para mujeres del 20,7%, resultados más cercanos a los de este estudio.

La media del peso obtenida en este estudio fue mayor que en el estudio de Watts *et al.* (1993) (66,6 vs. 70,62 kg. para los hombres; 51,5 vs. 54,83 kg. para las mujeres) pero menor a la media del peso del estudio de Mermier *et al.* (2000) (72,8 vs. 70,62 kg. para los hombres; 60,1 vs. 54,83 kg. para las mujeres).

Los hallazgos de Watts *et al.* (1993), definieron al escalador como bajo en estatura. La media de altura de los sujetos de este estudio es similar a los resultados registrados por Mermier *et al.* (2000) (1,77 vs 1,75 m. en hombres; 1,66 vs 1,65 m. en mujeres).

Además tal y como los resultados de este estudio confirman, ya se ha evidenciado que la grasa corporal tiende a aumentar con la edad (54).

En cuanto a la relación entre la existencia de PG y medidas antropométricas, índices biométricos o áreas mesobraquiales de los brazos, no se han encontrado estudios hasta la fecha, estableciendo a este estudio como pionero en la interrelación de estos campos. Se ha evidenciado una posible correlación negativa entre el porcentaje de PG y la edad de los escaladores. También con respecto a el porcentaje de PG y el porcentaje de grasa y el área mesobraquial de los brazos en escaladores de sexo masculino. Se hace hincapié en la necesidad de futuros estudios de alta fiabilidad y calidad que establezcan estas relaciones.

4.3. Dinamometría de presión

Watts *et al.* (1996) concluyeron que la fuerza del agarre decrecía un 22% con una escalada continua de dificultad elevada y permanecía deprimida hasta 20 minutos después de la recuperación durante el reposo. Se concluyó también que la fuerza del agarre se recuperaba a un ritmo mayor que la resistencia del agarre (48). En este estudio se obtuvo una diferencia significativa entre la dinamometría de ambos miembros superiores registrada antes (47,47 y 47,92 kg.) y después de la práctica (39,51 y 40,61 kg), siendo la dinamometría registrada antes de la práctica, mayor.

Sin embargo, existen estudios conducidos que no encuentran diferencias significativas en los valores medidos con la dinamometría de presión antes (51,7 kg.) y después de la práctica de la escalada (48,4 kg.) (13).

Los resultados de este estudio demuestran que la fuerza del agarre, medida a través de la dinamometría de presión fue mayor en escaladores a nivel competitivo (51,05 kg.) que en escaladores que escalaban a nivel recreativo (45,41 kg.) tal y como aprecian otros estudios (50,72).

Otros estudios de investigación científica, han analizado variables antropométricas y observado que solo el porcentaje de grasa y la fuerza del agarre con respecto al peso se consideran predictores significativos de la habilidad en la escalada (2,49). Cabe resaltar también que se ha especificado que los determinantes de la ejecución de la escalada no están claros pero pueden ser atribuidos a variables del entrenamiento y no a características antropométricas específicas (4, 49, 50).

No se han encontrado estudios que relacionen la presencia de PG con valores en la dinamometría. Se considera importante ahondar en la relación de estas variables.

4.4. Limitaciones del estudio

La palpación de una banda tensa requiere una destreza manual considerable y se ha llegado a recalcar en la importancia de tener una destreza manual innata para la palpación (73).

La experiencia por parte del investigador en las medidas antropométricas fue adquirida únicamente a través de las clases asistidas en la Universidad Complutense de Madrid.

Como estudio *descriptivo transversal o de prevalencia*, debido a la existencia de numerosas variables y relaciones posibles resulta difícil determinar qué es causa y qué es consecuencia. Inevitablemente se puede caer en el sesgo de la generalización de aspectos o factores individuales con lo que serán necesarios futuros estudios.

Por último, aunque hombres y mujeres para el análisis de datos se hayan considerado respectivamente como un 100%, cabe resaltar que existe un mayor número de hombres y un rango amplio de edades en la muestra total (de 19 a 40 años) lo que puede haber afectado a la fiabilidad de los resultados obtenidos.

5. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se puede concluir que los músculos que presentan en un mayor porcentaje de PG latentes en los escaladores tanto a nivel recreativo como competitivo son:

- El músculo extensor del dedo medio,
- El músculo primer interóseo dorsal,
- El músculo aductor del pulgar,
- El músculo extensor radial largo del carpo y
- El músculo tercer interóseo dorsal.

En cuanto a los PG activos:

- El músculo aductor del pulgar,
- El músculo extensor radial largo del carpo,
- El músculo tercer interóseo dorsal,
- El músculo primer interóseo dorsal,
- El músculo extensor del dedo medio,
- El músculo extensor radial corto del carpo y
- El músculo extensor del dedo anular.

La incidencia de PG latentes y activos fue mayor en escaladores de nivel referido como intermedio, en escaladores a nivel recreativo y en escaladores federados. También fue mayor en los escaladores lesionados cuya lesión interfería en la práctica deportiva y en aquellos escaladores que refirieron incluir estiramientos músculo-tendinosos únicamente antes de la práctica. Los escaladores de sexo masculino, que desempeñaban una ocupación manual y los ambidiestros, registraron valores más altos de PG activos. Los tipos de escalada que mostraron mayores porcentajes de PG fueron la escalada libre, la escalada artificial, la escalada en hielo y la escalada mixta (roca y hielo).

Los PG mostraron menores porcentajes en los escaladores que estaban tomando fármacos como AINES, Ibuprofeno o Condrosan.

Se obtuvo un mayor porcentaje de PG y valores más elevados en la dinamometría en las valoraciones realizadas por la mañana y antes de la práctica.

Se evidencia una correlación negativa entre el porcentaje de PG latentes y activos y la edad en ambos sexos. En hombres, se halló una posible correlación negativa entre el porcentaje de PG y porcentaje de grasa corporal y el porcentaje de PG y el área mesobraquial grasa del brazo. Los valores de dinamometría significativamente superiores a la media se asociaron a un mayor porcentaje de PG tanto latentes como activos.

Se considera importante el diagnóstico por parte de la Fisioterapia de los PG en los escaladores, atendiendo a los resultados obtenidos debido a su influencia determinante en esta práctica deportiva. Sin embargo, en la escalada, los factores relacionados con el entrenamiento son más importantes que los determinantes antropométricos.

Son necesario futuros estudios de alta calidad, fiabilidad y validez que confirmen los resultados obtenidos y profundicen en las relaciones establecidas.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Kubiak EN, Klugman JA, Bosco JA. Hand injuries in rock climbers. Bull NYU Hops Jt Dis. 2006;64(3-4):172-7.
2. Mermier C, Janot J, Parker D, Swan J. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. Br J Sports Med. 2000 October; 34(5): 359–365.
3. Logan AJ, Makwana N, Mason G, and Dias J. Acute hand and wrist injuries in experienced rock climbers. Br J Sports Med. 2004 Oct;38(5):545-8.
4. Sheel AW. Physiology of sport rock climbing, Br J Sports Med 2004;38:355-359.
5. Hörst EJ. Aprender a escalar en rocódromo. 1ªed. Madrid: Ediciones Desnivel;2007.
6. Silvestre AD, Christensen AM, Kramer PA. Factors influencing osteological changes in the hands and fingers of rock climbers. J Anat. 2006; 209(5): 597–609.
7. Hattingh G. Escalada en roca y escalada de paredes: Guía esencial sobre las técnicas y el equipamiento. 1ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2001.
8. Hattingh G. El manual del escalador. Barcelona: Paidotribo; 1998.
9. Christine M, Robert A, Susie M, Vivian H. Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. Br J Sports Med 1997;31:224-228.
10. Billat V, Palleja P, Charlaiz T et al. Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. J Sports Med Phys Fitness. 1995;35:20-4.
11. Hochholzer T, Schoeffl V. Un movimiento de más; cómo entender las lesiones y síndromes de sobrecarga en la escalada. 1ªed. Madrid: Ediciones Desnivel; 2006.
12. Travell J, Simons DG, Simons L. Dolor y disfunción miofascial. El manual de los puntos gatillo. Vol. 1. 2ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2002.
13. Watts PB, Daggett M, Gallagher P et al. Metabolic response during sport rock climbing and the effects of active versus passive recovery. Int J Sports Med. 2000;21:185-90.

14. Mermier CM, Robergs RA, McMinn SM, et al. Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. *Br J Sports Med* 1997;31:224–8.
15. Sheel AW, Seddon N, Knight A, et al. Physiological responses to indoor rock-climbing and their relationship to maximal cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35: 1225-31.
16. Booth J, Marino F, Hill, C and Gwinn T. Energy cost of sport rock climbing in elite performers. *Br J Sports Med.* 1999 February; 33(1): 14–18.
17. Schoeffl V, Klee S, Strecker W. Evaluation of physiological standard pressures of the forearm flexor muscles during sport specific ergometry in sport climbers. *Br J Sports Med.* 2004 August; 38(4): 422–425.
18. Janot JM, Steffen JP, Porcari JP et al. Heart rate responses and perceived exertion for beginner and recreational sport climbers during indoor climbing. *Journal of Exercise Physiology Online.* 2000;3:1-7.
19. Kaufman MP, Forster HV. Reflejes controlling circulatory, ventilatory and airway responses to exercise. In: Rowell LB, Shepard JT, eds. *Exercise: regulation and integration of multiple systems.* Oxford: Oxford University Press, 1996:381-442.
20. Rowell LB. Arterial baroreflexes, central command, and muscle chemoreflexes: a synthesis. In: *Human cardiovascular control.* Oxford: Oxford University Press, 1993:441-83.
21. Rowell LB, O’Leary DS, Kellogg DLJ. Integration of cardiovascular control systems in dynamic exercise. In: Rowell LB, Shepherd J, eds. *Exercise: regulation and integration of multiple systems.* Oxford: Oxford University Press, 1996:770–838.
22. O’Leary DS, Robinson ED, Butler JL. Is active skeletal muscle functionally vasoconstricted during dynamic exercise in conscious dogs? *Am J Physiol* 1997;272:R386–91.
23. Astrand PO, Rodahl K, Dahl HA, et al. *Textbook of work physiology.* 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.
24. Astrand I, Guharay A, Wahren J. Circulatory responses to arm exercise with different arm positions. *J Appl Physiol* 1968;25:528–32.

25. Schweizer A. Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *J Biomech.* 2001;34(2):217-23.
26. Bollen SR. Soft tissue injury in extreme rock climbers. *Br J Sports Med.* 1988;22(4):145-7.
27. Marco RA, Sharket NA, Smith TS, Zissimos AG. Pathomechanics of closed rupture of the flexor tendon pulleys in rock climbers. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80(7):1012-9.
28. Cutts A, Bollen SR. Grip strength and endurance in rock climbers. *Proc Inst Mech Eng H.* 1993;207(2):87-92.
29. Rooks MD. Rock climbing injuries. *Sports Med.* 1997;23(4):261–70
30. Bannister P, Foster P. Upper limb injuries associated with rock climbing. *Br J Sports Med.* 1986 Jun;20(2):55.
31. Holzhausen LM, Naakes TD. Elbow, forearm, wrist, and hand injuries among sport rock climbers. *Clin J Sport Med* 1996;6:196-203.
32. Idler RS. Anatomy and biomechanics of the digital flexor tendons. *Hand Clin* 1985; 1:3-11.
33. Hauger O, Chung CB, Lektrakul N, Botte MJ et al. Pulley system in the fingers: normal anatomy and simulated lesions in cadavers at MR imaging, CT, and US with and without contrast material distention of the tendon sheath. *Radiology.* 2000 Oct;217(1):201-12.
34. Klauser A, Frauscher F, Bodner G, et al. Finger pulley injuries in extreme rock climbers: Depiction with dynamic US. *Radiology.* 2002;222(3):755-61.
35. Schoffl VR, Schoffl I. Injuries to the finger flexor pulley system in rock climbers: Current concepts. *J Hand Surg [Am].* 2006;31(4):647-54.
36. Brand PW. In: *Clinical mechanics of the hand.* St Louis: Mosby, 1985:30-50.
37. Klauser A, Bodner G, Frauscher F, et al. Finger injuries in extreme rock climbers. Assessment of high-resolution ultrasonography. *Am J Sports Med.* 1999;27(6):733-7.
38. Bollen SR, Wright V. Radiographic changes in the hands of rock climbers. *Br J Sports Med.* 1994 Sep;28(3):185-6.
39. Roseborough A, Lebec M. Differences in Static Scapular Position Between Rock Climbers and a Non-Rock Climber Population. *N Am J Sports Phys Ther.* 2007 February; 2(1): 44–50.

40. Logan AJ, Mason G, Dias J, Makwana N. Can rock climbing lead to Dupuytren's disease?. *Br J Sports Med.* 2005 Sep;39(9):639-44.
41. Maitland M. Injuries associated with rock climbing. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;16:68-72.
42. Wright DM, Royle TJ, Marshall T. Indoor rock climbing: who gets injured?. *Br J Sports Med.* 2001;35:181-5.
43. Bron C, de Gast A, Dommerholt J, Stegenga B, Wensing M, Oostendorp RA et al. Treatment of myofascial trigger points in patients with chronic shoulder pain: a randomized, controlled trial. *BMC Med.* 2011 Jan 24;9(1):8.
44. Alvarez DJ, Rockwell PG. Trigger points: diagnosis and management. *Am Fam Physician.* 2002 Feb 15;65(4):653-60.
45. Vázquez-Delgado E, Cascos-Romero J, Gay-Escoda C. Myofascial pain associated to trigger points: a literature review. Part 2: differential diagnosis and treatment. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010 Jul 1;15(4):e639-43.
46. Perez-Palomares S, Oliván-Blázquez B, Arnal-Burró AM, Mayoral-Del Moral O, Gaspar-Calvo E, de-la-Torre-Beldarraín ML et al. Contributions of myofascial pain in diagnosis and treatment of shoulder pain. A randomized control trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009; 10: 92.
47. Watts PB, Joubert LM, Lish AK, Mast JD et al. Anthropometry of young competitive sport rock climbers.
48. Watts P, Newbury V, Sulentic J. Acute changes in handgrip strength, endurance, and blood lactate with sustained sport rock climbing. *J Sports Med Phys Fitness.* 1996 Dec;36(4):255-60.
49. Watts PB, Martin DT, Durtschi S. Anthropometric profiles of elite male and female competitive rockclimbers. *J Sports Sci* 1993;11:113–17.
50. Grant, S, Hynes V, Whittaker A, et al. Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *J Sports Sci* 1996;14:301–9.
51. Ferguson RA, Brown MD. Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and trained sedentary subjects. *Eur J Appl Physiol.* 1997;76:174–80.

52. Weiner JS, Lourie JA, eds. *Practical Human Biology*. London: Academic Press, 1981.
53. González M, Marrodán MA. *Crecimiento y dieta. Hábitos de los jóvenes españoles*. Madrid: Editorial Fundación Santa María.
54. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77–97.
55. Siri WE. *Body composition from fluid spaces and density: analyses of methods*. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1961.
56. Gurney JM, Jelliffe DB. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas.
57. Marrodán MA, González M, Prado C. *Antropología de la nutrición. Técnicas, métodos y aplicaciones*. Madrid: Editorial Noesis.
58. Bron C, Franssen J, Wensing M, Oostendorp RA. Interrater reliability of palpation of myofascial trigger points in three shoulder muscles. *J Man Manip Ther*. 2007;15:203-15.
59. Al-Shenqiti AM, Oldham JA. Test-retest reliability of myofascial trigger point detection in patients with rotator cuff tendonitis. *Clin Rehabil*. 2005;19:482-487.
60. Simons DG. New views of myofascial trigger points: etiology and diagnosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008 Jan;89(1):157-9.
61. Simons DG. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *J Electromyogr Kinesiol*. 204;14:95-107.
62. Bron C, Wensing M, Franssen JL, Oostendorp RA. Treatment of myofascial trigger points in common shoulder disorders by physical therapy: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007 Nov 5;8:107.
63. Rouvière H, Delmas A. *Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional*. Vol. 3. 11ª ed. Madrid: Elsevier; 2007.
64. Gunstein M. Common rheumatism and physiotherapy, *Br J Phys Med*. 1940;3:46-50.
65. Gerwin RD, Shannon S, Hong CZ et al. Inter-rater reliability in myofascial trigger point examination. *Pain*. 1997;69:65-73.

66. Kao MJ, Han TI, Kuan TS, Hsieh YL, Su BH, Hong CZ. Myofascial trigger points in early life. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007 Feb;88(2):251-4.
67. Ohrbach R, Gale EN. Pressure pain thresholds, clinical assessment, and differential diagnosis: reliability and validity in patients with myogenic pain. *Pain.* 1989;39:157-169.
68. Reeves JL, Jaeger B, Graff-Radford SB. Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity. *Pain.* 1986;24:313-321.
69. Patton IJ, Williamson JA. Fibrositis as a factor in the differential diagnosis of the visceral pain. *Can Med Assoc J.* 1948;58:162-166.
70. Telling WH. The clinical importance of fibrositis in general practice. *Br Med J.* 1935;1:689-692.
71. Tough EA, White AR, Richards S, Campbell J. Variability of criteria used to diagnose myofascial trigger point pain syndrome-evidence from a review of the literature. *Clin J Pain.* 2007;23:278-286.
72. Grant S, Hasler T, Davies C, et al. A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *J Sports Sci.* 2001;19:499-505.
73. Chen Q, Bensamoin S, Basford JR, Thompson JM et al. Identification and quantification of myofascial taut bands with magnetic resonance elastography. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:1658-1661.

7. ANEXOS

Anexo I. Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo.....DNI.....

Acepto participar de manera voluntaria en el desarrollo del proyecto de investigación conducido por Irene Zapata Cáceres, fisioterapeuta (Colegiado nº: 8493) sobre los escaladores.

El proyecto forma parte de la asignatura “Trabajo Fin de Grado de Fisioterapia” impartida por la Universidad de Alcalá.

Las medidas incluyen, la valoración de los puntos gatillo miofasciales de los músculos del antebrazo y mano de ambos miembros superiores, medidas dinamométricas de presión y medidas antropométricas que consisten en valorar la talla, el peso, perímetros del brazo y pliegues grasos de los voluntarios.

Los datos e información recogida serán confidenciales y se utilizarán exclusivamente en el proyecto de investigación. Las respuestas del cuestionario y las medidas que se le valoren serán codificadas en un programa con un número de identificación por lo que serán anónimas. En caso de alguna duda podrá hacer las preguntas correspondientes durante su participación en el proyecto. Podrá retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso le perjudique de ninguna forma.

Fecha:

Firmado:

Anexo II. Cuestionario escaladores



Edad:

Sexo: Femenino Masculino

Estado Civil:

Nacionalidad:

Ocupación (Profesión):

Nivel académico:

Primaria Secundaria o FP Titulación Universitaria

Antecedentes familiares en la práctica de la escalada:

Sí No

¿Qué tipo o tipos de escalada realiza?, indique cual/es:

Escalada libre	
Escalada clásica (tradicional)	
Escalada deportiva	
Escalada integral	
Escalada artificial	
Escalada en rocódromo	
Escalada en roca	
Escalada alpina	
Escalada en hielo	
Escalada mixta (hielo y roca)	
Escalada BigWalls (Grandes Paredes)	
Escalada urbana	
Escalada psicobloc	
Escalada búlder	

En base a su práctica de la escalada, ¿cómo se clasificaría?:

Principiante Intermedio Avanzado

Nº de horas de práctica de la escalada semanales:

¿Hace cuantos años que practica la escalada?:

¿Asiste regularmente a clases de escalada?:

Sí No

¿En qué centro?:

¿Cuántos años lleva recibiendo clases?:

¿En qué estación/es del año suele escalar?:

Primavera Verano Otoño Invierno

Suele practicar la escalada:

Solo En grupo

¿Está federado en la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (FEDME)?:

Sí No

¿Está federado en la Federación Madrileña de Montañismo (FMM)?:

Sí No

¿Cuál es el enfoque de su práctica de escalada?:

Recreativo Competición

Si compite o ha competido, por favor indique desde cuando.....
.....

¿Dentro del entrenamiento deportivo incorpora estiramientos músculo-tendinosos?:

Sí No

¿Cuándo los incorpora?:

Antes de la práctica

Antes y después de la práctica

Después de la práctica

¿Practica algún otro deporte? :

Sí No

¿Cuál?
¿Con qué frecuencia (horas) semanal?.....

En relación a los hábitos de salud:

¿Fuma?

Sí No

¿Toma alcohol?

Sí No

¿Consume drogas?

Sí No

¿Padece alguna enfermedad?

Sí No

¿Podría indicar cual?:.....

¿Ha sufrido alguna lesión de tipo traumatológica, neurológica, respiratoria, o reumatológica en el último año?:

Sí No

¿Interfiere esta lesión en su práctica deportiva?:

Sí No

Indique si está tomando alguna medicación actualmente:

Sí No

¿Cuál?:.....

¿Está recibiendo tratamiento de Fisioterapia?:	Sí	No
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Está recibiendo algún otro tratamiento?:	Sí	No
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Si la respuesta ha sido afirmativa, por favor indique cual:</i>		

Anexo III. Datos a rellenar por el investigador durante la valoración

1. PUNTOS GATILLO

1.1 Extensor radial largo del carpo

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.2 Extensor radial corto del carpo

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.3 Extensor cubital del carpo

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.4 Braquiorradial

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.5 Extensor del dedo medio

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.6 Extensor del dedo anular

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.7 Extensor del dedo índice

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.8 Supinador

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.9 Palmar largo

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.10 Flexor radial del carpo

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.11 Flexor cubital del carpo

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.12 Flexores superficial y profundo de los dedos

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.13 Flexor largo del pulgar

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.14 Pronador redondo

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.15 Aductor del pulgar

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.16 Oponente del pulgar

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.17 Primer interóseo dorsal

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.18 Abductor del meñique

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.19 Segundo interóseo dorsal

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

1.20 Tercer interóseo dorsal

	I		D	
	Sí	No	Sí	No
Dolor local a la presión (nódulo sensible)				
Banda tensa palpable				
Dolor referido				
Respuesta de espasmo local				
Reconocimiento del dolor				
Limitación dolorosa de la amplitud de movilidad al estiramiento				

2. DINAMOMETRÍA DE PRESIÓN

	1	2	3	MR
Mano derecha (D)				
Mano izquierda (I)				

3. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

	I	D
Estatura (cm)		
Peso (kg)		
Perímetro del brazo en extensión (cm)		
Perímetro del brazo en flexión (cm)		
Pliegue tricpital (mm)		
Pliegue bicipital (mm)		
Pliegue subescapular (mm)		
Pliegue suprailiaco (mm)		

a) Índices biométricos

	1	2
Índice de Masa Corporal (IMC) $\text{Peso(kg)} / \text{estatura}^2(\text{m})$		
La densidad corporal (D) $D = c - (m \times \log \Sigma \text{ pliegues})$ $M (c = 1,1549 \ m = 0,0678)$ $H (c = 1,1620 \ m = 0,0630)$		
Porcentaje de grasa corporal $\% \text{grasa} = [(4,95 / D) - 4,50] \times 100$		
El peso magro $\text{Peso graso (kg)} = (\text{Peso total(kg)} \times \% \text{grasa}) / 100$		

b) Áreas mesobraquiales del brazo

	1	2
Área total $AT = C^2 / (4\pi)$		
Área muscular $AM = [C - (Ts \pi)]^2 / (4\pi)$		
Área grasa $AG = AT - AM$		

Lateralidad:

Diestro Zurdo

Valoración realizada:

Mañana

Tarde

Antes de la práctica

Después de la práctica

* D: derecha e I: izquierda.