

ACTA DE EVALUACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL

Año académico 2016/17

DOCTORANDO: **JUAN MARCO , CARLOTA CRISTINA**
D.N.I./PASAPORTE: ****9504T

PROGRAMA DE DOCTORADO: **D420 CIENCIAS DE LA SALUD**
DPTO. COORDINADOR DEL PROGRAMA: **MEDICINA Y ESPECIALIDADES MÉDICAS**
TITULACIÓN DE DOCTOR EN: **DOCTOR/A POR LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ**

En el día de hoy 7/7/2017, reunido el tribunal de evaluación nombrado por la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado y Doctorado de la Universidad y constituido por los miembros que suscriben la presente Acta, el aspirante defendió su Tesis Doctoral, elaborada bajo la dirección de **JULIO JESÚS ACERO SANZ // ANA ISABEL LÓPEZ FIGUERAS NATALIO GARCÍA HONDUVILLA**

Sobre el siguiente tema: *ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE FERULAS TRIDIMENSIONALES Y LAS OBTENIDAS POR ARTICULADOR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA*

Finalizada la defensa y discusión de la tesis, el tribunal acordó otorgar la CALIFICACIÓN GLOBAL³ de (no apto, aprobado, notable y sobresaliente): Sobresaliente

Alcalá de Henares, y de julio de 2017

EL PRESIDENTE



Fdo.:

EL SECRETARIO



Fdo.: Carlos Putnam

EL VOCAL



Fdo.: Federico Hernández Afan

Con fecha 24 de julio de 2017 la Comisión Delegada de la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado, a la vista de los votos emitidos de manera anónima por el tribunal que ha juzgado la tesis, resuelve:

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

La Secretaria de la Comisión Delegada



FIRMA DEL ALUMNO,



Fdo.: CARLOTTA DE JOAN MARCO

³ La calificación podrá ser "no apto" "aprobado" "notable" y "sobresaliente". El tribunal podrá otorgar la mención de "cum laude" si la calificación global es de sobresaliente y se emite en tal sentido el voto secreto positivo por unanimidad.

INCIDENCIAS / OBSERVACIONES:

En aplicación del art. 14.7 del RD. 99/2011 y el art. 14 del Reglamento de Elaboración, Autorización y Defensa de la Tesis Doctoral, la Comisión Delegada de la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado y Doctorado, en sesión pública de fecha 24 de julio, procedió al escrutinio de los votos emitidos por los miembros del tribunal de la tesis defendida por **JUAN MARCO, CARLOTA CRISTINA**, el día 7 de julio de 2017, titulada *ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE FERULAS TRIDIMENSIONALES Y LAS OBTENIDAS POR ARTICULADOR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA*, para determinar, si a la misma, se le concede la mención "cum laude", arrojando como resultado el voto favorable de todos los miembros del tribunal.

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

MENCIÓN "CUM LAUDE"

Alcalá de Henares, 27 julio de 2017
EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE ESTUDIOS
OFICIALES DE POSGRADO Y DOCTORADO



Firmado digitalmente por VELASCO
PEREZ JUAN RAMON - DNI
03087239H
Fecha: 2017.07.30 18:17:28 +02'00'

Juan Ramón Velasco Pérez

Copia por e-mail a:

Doctorando: JUAN MARCO , CARLOTA CRISTINA

Secretario del Tribunal: CARLOS GUTIÉRREZ ORTEGA

Directores de Tesis: JULIO JESÚS ACERO SANZ // ANA ISABEL LÓPEZ FIGUERAS // NATALIO GARCÍA HONDUVILLA



Universidad
de Alcalá

ESCUELA DE DOCTORADO
Servicio de Estudios Oficiales de
Posgrado

DILIGENCIA DE DEPÓSITO DE TESIS.

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

Alcalá de Henares a _____ de _____ de 20 _____



Fdo. El Funcionario



Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

*ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE
FÉRULAS TRIDIMENSIONALES Y LAS OBTENIDAS POR ARTICULADOR
EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA*

Tesis Doctoral presentada por:

CARLOTA DE JUAN MARCO

2017



Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

*ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE
FÉRULAS TRIDIMENSIONALES Y LAS OBTENIDAS POR ARTICULADOR
EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA*

Tesis Doctoral presentada por:

CARLOTA DE JUAN MARCO

DIRECTORES:

DRA. DÑA. ANA ISABEL LÓPEZ FIGUERAS

DR. D. JULIO ACERO SANZ

DR. D. NATALIO GARCÍA HONDUVILLA

Alcalá de Henares 2017



Universidad
de Alcalá

DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y
ESPECIALIDADES MÉDICAS

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Campus Científico Tecnológico

Ctra. Madrid-Barcelona, km.33,600

28805 Alcalá de Henares (Madrid)

Teléfono: 918854533 - 4707 - 4790

e.mail: dpto.medesp@uah.es

D. Melchor Alvarez de Mon Soto, Director del Departamento de Medicina y Especialidades Médicas de la Universidad de Alcalá,

CERTIFICA: que el trabajo titulado "*ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE FÉRULAS TRIDIMENSIONALES Y LAS OBTENIDAS POR ARTICULADOR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA*", ha sido realizado por *D^a Carlota de Juan Marco* en el Departamento de Medicina y Especialidades Médicas de la Universidad de Alcalá, y reúne los requisitos científicos de originalidad y rigor metodológicos suficientes para ser defendido en calidad de Tesis Doctoral ante el tribunal que corresponda.

Y para que así conste, expide y firma el presente certificado en Alcalá de Henares, a dieciocho de abril de dos mil diecisiete.

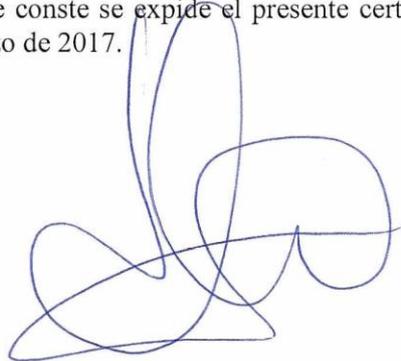


DOÑA ANA ISABEL LÓPEZ FIGUERAS, FACULTATIVO ESPECIALISTA DE
ÁREA DEL SERVICIO DE MEDICINA PREVENTIVA DEL HOSPITAL CENTRAL
DE LA DEFENSA GÓMEZ ULLA.

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada: "*Estudio comparativo entre férulas tridimensionales y las obtenidas por articulador en cirugía ortognática*", que presenta Doña Carlota de Juan Marco para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Alcalá, ha sido realizada bajo mi dirección y reúne todos los requisitos legales para proceder a su defensa pública.

Y para que conste se expide el presente certificado en Madrid a
09 de marzo de 2017.

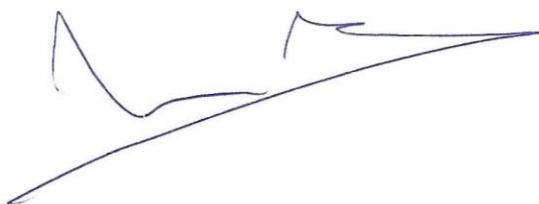
A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and curves, positioned below the text of the certificate.

DON JULIO ACERO SANZ, PROFESOR ASOCIADO DE CIENCIAS DE LA SALUD, DEL DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA, CIENCIAS MÉDICAS Y SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ.

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada: "*Estudio comparativo entre férulas tridimensionales y las obtenidas por articulador en cirugía ortognática*", que presenta Doña Carlota de Juan Marco para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Alcalá, ha sido realizada bajo mi dirección y reúne todos los requisitos legales para proceder a su defensa pública.

Y para que conste se expide el presente certificado en Madrid a 09 de marzo de 2017.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a series of fluid, connected strokes. The signature is positioned below the text of the certificate.

DON NATALIO GARCÍA HONDUVILLA, PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD, DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y ESPECIALIDADES MÉDICAS DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ.

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada: "*Estudio comparativo entre férulas tridimensionales y las obtenidas por articulador en cirugía ortognática*", que presenta Doña Carlota de Juan Marco para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Alcalá, ha sido realizada bajo mi dirección y reúne todos los requisitos legales para proceder a su defensa pública.

Y para que conste se expide el presente certificado en Madrid a 09 de marzo de 2017.


Natalio García Hondurilla



Universidad
de Alcalá

VICERRECTORADO DE POSGRADO Y
EDUCACIÓN PERMANENTE
ESCUELA DE POSGRADO

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ REGISTRO GENERAL EDIFICIO DE MEDICINA	
15 MAYO 2014	
ENTRADA N.º	SALIDA N.º 98

DOC. 14

CAMBIO DE TÍTULO DE TESIS DOCTORAL, DIRECTOR DE TESIS Y/O TUTOR

Año Académico 13/14

DATOS PERSONALES¹

Apellidos <u>DE JOAN MARCO</u>	Nombre <u>CARLOTA</u>	NIF/pasaporte nº <u>50849504-T</u>
Domicilio durante el curso <u>PLAZA DOCTOR LAGUNA 9 PISO 13 E</u>		
Municipio <u>MADRID</u>	C.Postal <u>28009</u>	Provincia <u>MADRID</u>
Teléfono/s <u>679409204</u>	E-mail <u>Carlota.dejuan@hotmail.com</u>	

DATOS ACADÉMICOS

Programa de Doctorado <u>BIOMEDICINA</u>
regulado por el Real Decreto 778/1998 <input checked="" type="checkbox"/> o el Real Decreto 56/2005 <input type="checkbox"/> el Real Decreto 1393/2007 <input type="checkbox"/>
Departamento <u>MEDICINA Y ESPECIALIDADES MEDICAS</u>

SOLICITUD

<input checked="" type="checkbox"/> Cambio del título de Tesis Doctoral.
Nuevo título: <u>ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE FERULAS TRIDIMENSIONALES Y LAS OBTENIDAS POR ARTICULADOR EN CIRUGIA ORTOGNATICA</u>

<input checked="" type="checkbox"/> Cambio de Director/es de Tesis Doctoral.
Nuevo/s Director/es
Apellidos <u>ACERO SANZ</u> Nombre <u>JULIO</u> NIF/pasaporte nº <u>673589-B</u>
Doctor/a en <u>MEDICINA</u> Categoría académica / profesional <u>PROFESOR ASOCIADO</u>
Departamento al que está adscrito <u>DPTO DE CIRUGIA DEL SERVICIO ORAL Y MAXILOFACIAL</u>
Universidad / Institución / Entidad <u>HOSPITAL UNIVERSITARIO SANTIAGO RAMON Y CAJAL</u>

Experiencia investigadora acreditada (se valorará en atención a los siguientes criterios alternativos):²

- Dirección de proyectos de investigación Dirección de tesis doctorales Sexenios de investigación
 Participación en dichos proyectos Publicaciones

Sustituye al Doctor/a: JUAN MANUEL ARAGONES

Apellidos <u>LÓPEZ FIGUERAS</u> Nombre <u>ANA ISABEL</u> NIF/pasaporte <u>37872869-T</u>
Doctor/a en <u>MEDICINA</u> Categoría académica / profesional
Departamento al que está adscrito <u>SERVICIO DE MEDICINA PREVENTIVA</u>
Universidad / Institución / Entidad <u>HOSPITAL CENTRAL DE LA DEFENSA GOMEZ ULLA</u>

Experiencia investigadora acreditada (se valorará en atención a los siguientes criterios alternativos):²

- Dirección de proyectos de investigación Dirección de tesis doctorales Sexenios de investigación
 Participación en dichos proyectos Publicaciones

Sustituye al Doctor/a:

SÓLO PARA EL RD 778/1998

Alcalá de Henares, 29 de Abril 2014

Cambio de tutor del doctorando.

Visto bueno

Juli Acero

ANA-ISABEL CÓPEZ

Firma del interesado

¹ Los datos recogidos serán tratados con su consentimiento informado en los términos del artículo 5 de la L.O. 15/1999, y de conformidad a los principios dispuestos en la misma y en la ley 8/2001 de la Comunidad de Madrid, pudiendo ejercer el derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición ante el responsable del fichero.

² Marque con una X lo que proceda.

INFORME DEL DEPARTAMENTO

El Departamento de Medicina y Especialidades Médicas

A la vista de la solicitud y de la documentación presentada, acuerda:

Informar favorablemente, dado que considera la solicitud debidamente justificada

el cambio de título de Tesis Doctoral.

el cambio de Director de Tesis Doctoral.

El cambio de tutor.

Informar desfavorablemente

Motivos:.....

Alcalá de Henares, 13 de Mayo de 2014

El Director del Departamento



EL CODIRECTOR DE TESIS CONTINUA SIENDO NATALIO GARCIA HONDUILLA, COMO QUEDA REFLEJADO EN EL FORMULARIO ANTERIOR.

VISTO BUENO



MADRID 11 ABRIL 2014.

PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE DOCTORADO.

INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

D^a. Amelia García Luque, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica de la Inspección General de Sanidad de la Defensa

CERTIFICA:

Que este Comité ha evaluado la propuesta para que se realice el estudio:

Código: 25/14

Título: “Estudio comparativo entre férulas tridimensionales y las obtenidas por articulador en cirugía ortognática”

Investigadores principales: Dra. Ana Isabel López Figueras y D^a Carlota de Juan Marco

Y considera que:

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos y postulados éticos y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

Por tanto, este CEIC **ACEPTA** que dicho estudio sea realizado en:

- El Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla, por D^a Ana Isabel López Figueras, como investigador principal (Servicio de Medicina Preventiva. Hospital Central de la Defensa).

Lo que firmo en Madrid a 04 de diciembre de 2014



Me gustaría dedicar esta Tesis a mi familia en general y en particular:

Para mis padres, por ser mi referente y ejemplo a seguir en la vida, los responsables de ser quien soy, por darme valores y tan apreciados e importantes como el compromiso, la constancia, la perseverancia, el respeto y la lealtad.

Para mi hijo quien gracias a él volví a nacer y por mostrarme el significado de amor incondicional. Eres mi presente y mi futuro

Y gracias a ti y por ti y para ti, mi proyecto, mi ilusión, mi vida y mi alegría.

AGRADECIMIENTOS

Dedicar en primer lugar todo mi agradecimiento al Profesor Dr. D. Julio Acero Sanz, jefe del servicio de cirugía maxilofacial del hospital Universitario Ramón y Cajal por aceptar la dirección de esta tesis, por su dedicación e interés conmigo y mi proyecto.

A la Dra. Dña. Ana Isabel López Figueras, compañera y amiga quien ha sido el pilar, apoyo y guía en este largo camino, por ser tan gran profesional como buena persona.

Al Dr. D. Natalio García Honduvilla por su amabilidad y por su disponibilidad implícita y explícita.

Al Dr. D. Carlos Gutierrez Ortega, por su impagable ayuda en el desarrollo de este trabajo y por sus conocimientos estadísticos.

Al Dr D. Jose Miguel Eslava Gurrea, jefe de sección de cirugía craneofacial, traumatología y cirugía ortognática, por haber iniciado mi interés en esta materia y por su voto de confianza en mis tratamientos como ortodoncista.

A todo el servicio de cirugía maxilofacial del Ramón y Cajal y al servicio de Medicina preventiva y de cirugía maxilofacial del hospital Central de la Defensa "Gomez Ulla" por su contribución y comprensión.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO	- 1 -
INDICE DE TABLAS	- 5 -
INDICE DE FIGURAS	- 7 -
INDICE DE GRÁFICOS	- 9 -
INTRODUCCIÓN	- 15 -
DEFINICIÓN	- 17 -
EMBRIOLOGÍA	- 19 -
CRECIMIENTO EN EL MACIZO CRANEOFACIAL	- 23 -
BÓVEDA CRANEAL	- 23 -
BASE CRANEAL.....	- 24 -
COMPLEJO NASOMAXILAR.....	- 24 -
MANDÍBULA	- 25 -
FACTORES QUE INFLUENCIAN EN EL CRECIMIENTO	- 28 -
FACTORES INTERNOS.....	- 28 -
FACTORES EXTERNOS	- 29 -
DEPRIVACIÓN EMOCIONAL	- 30 -
CIRUGÍA PRECOZ.....	- 30 -
ANQUILOSIS DE ATM.....	- 30 -
PROBLEMAS RESPIRATORIOS	- 31 -
HÁBITOS	- 31 -
RESPIRACIÓN ORAL.....	- 31 -
DEGLUCIÓN ATÍPICA.....	- 32 -
INTERPOSICIÓN LINGUAL	- 32 -
HÁBITOS DE SUCCIÓN.....	- 32 -
CLASIFICACIÓN DE LAS ANOMALÍAS CRANEOFACIALES POR SU ETIOLOGÍA	- 33 -
MALFORMACIONES CONGÉNITAS.....	- 33 -
DEFORMIDADES ADQUIRIDAS O DEL DESARROLLO.....	- 34 -
GENÉTICA VERSUS INFLUENCIAS DEL DESARROLLO	- 35 -
EPIDEMIOLOGÍA	- 37 -
CLASIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS ALTERACIONES DENTOFACIALES EN LOS TRES PLANOS DEL ESPACIO	- 42 -
PLANO SAGITAL O ANTEROPOSTERIOR	- 42 -
MALOCLUSIÓN DE CLASE I.....	- 42 -
MALOCLUSIÓN DE CLASE II.....	- 43 -
MALOCLUSIÓN DE CLASE III	- 44 -
EN EL PLANO TRANSVERSAL	- 48 -
EN EL PLANO VERTICAL.....	- 49 -
SÍNDROME DE CARA CORTA O MORDIDA PROFUNDA ESQUELÉTICA.....	- 51 -
SÍNDROME DE CARA LARGA O MORDIDA ABIERTA ESQUELÉTICA	- 52 -
HISTORIA Y ESTADO ACTUAL DEL TRATAMIENTO EN LAS ANOMALÍAS CARANEOFACIALES (CIRUGÍA ORTOGNÁTICA Y ORTODONCIA)	- 54 -
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN EL TRATAMIENTO ORTOGNÁTICO.....	- 58 -
HIPOTESIS	- 63 -
OBJETIVOS	- 67 -
MATERIAL Y MÉTODO	- 71 -
DISEÑO	- 73 -
POBLACIÓN A ESTUDIO.....	- 73 -
CRITERIOS DE SELECCIÓN	- 73 -

INCLUSIÓN	- 73 -
EXCLUSIÓN	- 73 -
MUESTREO Y TAMAÑO MUESTRAL	- 74 -
MUESTREO	- 74 -
TAMAÑO MUESTRAL	- 74 -
MATERIAL	- 74 -
MATERIAL PREQUIRÚRGICO	- 74 -
PARA AMBAS TÉCNICAS	- 74 -
TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN CON ARTICULADOR	- 77 -
TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL E IMPRESIÓN 3D	- 78 -
MATERIAL INTRAOPERATORIO	- 80 -
MATERIAL POSTQUIRÚRGICO	- 80 -
MÉTODO	- 81 -
MÉTODO PREQUIRÚRGICO	- 81 -
PARA AMBAS TÉCNICAS	- 81 -
TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN CON ARTICULADOR	- 82 -
TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL E IMPRESIÓN 3D	- 84 -
MÉTODO QUIRÚRGICO	- 87 -
PROTOCOLO PREQUIRÚRGICO	- 87 -
PROTOCOLO QUIRÚRGICO	- 87 -
PROTOCOLO POSTOPERATORIO	- 90 -
VARIABLES UTILIZADAS	- 91 -
INDEPENDIENTES	- 91 -
DEPENDIENTES	- 91 -
VARIABLES CONTROL/SOCIODEMOGRÁFICAS	- 92 -
MÉTODO ESTADÍSTICO	- 92 -
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	- 92 -
ESTADÍSTICA INFERENCIAL	- 93 -
RESULTADOS	- 96 -
TAMAÑO MUESTRAL	- 97 -
EDAD Y SEXO	- 97 -
ESTUDIO PREOPERATORIO: CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES	- 99 -
TIPOS DE ANOMALÍAS	- 99 -
DIAGNÓSTICO DE MALOCLUSIÓN	- 99 -
MALOCLUSIÓN EN EL PLANO ANTEROPOSTERIOR	- 101 -
MALOCLUSIÓN EN EL PLANO VERTICAL	- 102 -
MALOCLUSIÓN EN EL PLANO TRANSVERSAL	- 103 -
ASIMETRÍAS	- 104 -
DIAGNÓSTICO DEL PACIENTE. ANOMALÍAS Y TRATAMIENTO RECIBIDO	- 105 -
ESQUEMA TERAPEÚTICO RECIBIDO	- 106 -
ESTABILIDAD DE LAS FÉRULAS	- 108 -
FÉRULAS MANUALES	- 108 -
FÉRULAS VIRTUALES	- 109 -
CONCORDANCIA ENTRE LA ELECCIÓN DE LA FÉRULA POR SU ESTABILIDAD Y LAS MEDIDAS INTRAOPERATORIAS	- 111 -
COMPARACIÓN DE LAS FÉRULAS UTILIZADAS MANUAL Y VIRTUAL CON LOS RESULTADOS POSTQUIRÚRGICOS	- 113 -
MAXILARES EN EL PLANO VERTICAL	- 113 -
MAXILARES EN EL PLANO ANTEROPOSTERIOR	- 117 -
MAXILARES EN EL PLANO LATERAL	- 123 -
MANDIBULARES EN EL PLANO VERTICAL	- 126 -
MANDIBULARES EN EL PLANO ANTEROPOSTERIOR	- 131 -
MANDIBULARES EN EL PLANO LATERAL	- 136 -
DISCUSIÓN	- 143 -
TAMAÑO MUESTRAL	- 145 -
SEXO	- 146 -
EDAD	- 147 -

ESTUDIO PREOPERATORIO.....	- 148 -
MONTAJE DE MODELOS	- 149 -
ARTICULADOR ANATÓMICO	- 150 -
SISTEMA TRIDIMENSIONAL	- 153 -
ESTABILIDAD, MEDICIONES INTRAOPERATORIAS Y CORRELACIONES DE LAS FÉRULAS.....	- 155 -
NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	- 157 -
CONCLUSIONES	- 159 -
ANEXOS.....	- 163 -
ANEXO 1 Y 2: RESOLUCIÓN DE CONCESIÓN DE AYUDAS PARA INVESTIGACIÓN. IMIDEF. UNIVERSIDAD DE ALCALÁ.....	- 165 -
BIBLIOGRAFÍA	- 169 -

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN CRONOLÓGICA DE LOS PRINCIPALES DEFECTOS CONGÉNITOS.....	- 39 -
TABLA 2: SÍNDROMES AUTOSÓMICOS DOMINANTES POR 10.000RN. (1980-2010).....	- 39 -
TABLA 3: VALOR DEL COEFICIENTE DE CORRELACIONES "R"	- 94 -
TABLA 5. ESTABILIDAD EN LAS DIFERENTES FÉRULAS.....	- 111 -
TABLA 6: RELACIÓN VARON/MUJER EN DIFERENTES ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.	- 146 -
TABLA 7: EDAD MEDIA Y SUS RESPECTIVAS DESVIACIONES ESTÁNDAR.....	- 147 -
TABLA 8. DESVENTEJAS DE LA PLANIFICACION TRADICIONAL 2D.	- 149 -

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: CLASE I ANGLE DENTAL Y ESQUELÉTICA. PERFIL RECTO. DOLPHIN IMAGING®.....	- 42 -
FIGURA 2: CLASE II ANGLE DENTAL Y ESQUELÉTICA. PERFIL CONVEXO. DOLPHIN IMAGING®.....	- 44 -
FIGURA 3: CLASE III ANGLE DENTAL Y ESQUELÉTICA. PERFIL CÓNCAVO. DOLPHIN IMAGING®.....	- 44 -
FIGURA 4: DIAGRAMA DE VENN.....	- 45 -
FIGURA 5: RELACIÓN MAXILO-MANDIBULAR ANTEROPOSTERIOR. ÁNGULO ANB DE STEINER (N= 2° ±2°).....	- 46 -
FIGURA 6: RELACIÓN MAXILOMANDIBULAR ANTEROPOSTERIOR. CONVEXIDAD DE RICKETS (N=2MM ± 2MM).	- 47 -
FIGURA 7: PERFIL DE PROFFIT. DOLPHIN IMAGING®.....	- 48 -
FIGURA 8: ASIMETRÍAS. DOLPHIN IMAGING®.....	- 48 -
FIGURA 9: MORDIDA ABIERTA Y SOBREMORDIDA. DOLPHIN IMAGING®.....	- 50 -
FIGURA 10: PLANOS HORIZONTALES: BASE CRANEAL, PLANO DE FRANKFURT, PLANO PALATINO Y PLANO MANDIBULAR.....	- 51 -
FIGURA 11: RELACIÓN MAXILO MANDIBULAR VERTICAL: ÁNGULO DE STEINER SN-GOGN	- 52 -
FIGURA 12: ARTICULADOR SAM III ®.....	- 77 -
FIGURA 13: ARCO FACIAL AXIOQUICK®	- 77 -
FIGURA 14: MODEL BLOCK Y LA PLATAFORMA DE ERICKSON®.....	- 78 -
FIGURA 15: ESCÁNER MÉDICO. GENERAL ELECTRIC®.....	- 78 -

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: DISTRIBUCIÓN DE LA EDAD EN NUESTRA POBLACIÓN.....	- 97 -
GRÁFICO 2: DISTRIBUCIÓN DE LA EDAD EN FUNCIÓN DEL SEXO DE LOS PACIENTES.....	- 98 -
GRÁFICO 3: PATOLOGÍA ASOCIADA DE NUESTROS PACIENTES EN TÉRMINOS ABSOLUTOS (N=30).-	99 -
GRÁFICO 4: DIAGNÓSTICO DE NUESTROS PACIENTES EXPRESADO EN VALORES ABSOLUTOS.....	- 101 -
GRÁFICO 5: PORCENTAJE DE MALOCLUSIONES EN EL PLANO ANTEROPOSTERIOR DESGLOSADAS POR SEXO.....	- 102 -
GRÁFICO 6: PORCENTAJE DE MALOCLUSIONES EN EL PLANO VERTICAL DESGLOSADAS POR SEXO.-	103 -
GRÁFICO 7: PORCENTAJE DE MALOCLUSIONES EN EL PLANO TRASVERSAL DESGLOSADAS POR SEXO...-	104 -
GRÁFICO 8: PORCENTAJE DE ASIMETRÍAS DESGLOSADAS POR SEXO.....	- 105 -
GRÁFICO 9:TRATAMIENTO DE CIRUGÍA ORTOGNÁTICA IMPARTIDO A NUESTROS PACIENTES EN FUNCIÓN DE LA PATOLOGÍA ASOCIADA.....	- 106 -
GRÁFICO 10: TRATAMIENTO ORTOGNÁTICO IMPARTIDO A NUESTROS PACIENTES EN TÉRMINOS ABSOLUTOS.....	- 107 -
GRÁFICO 11: DISTRIBUCIÓN EN LOS PORCENTAJES DE ESTABILIDAD EN LAS FÉRULAS MANUALES UTILIZADAS.....	- 108 -
GRÁFICO 12: DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJES DE LA ESTABILIDAD EN LAS DIFERENTES FÉRULAS.-	109 -
GRÁFICO 13. MEDIDAS DE INESTABILIDAD DEL CIRUJANO.....	- 110 -
GRÁFICO 14. CORRELACIÓN ENTRE LO PLANIFICADO VIRTUAL Y POR ARTICULADOR CON EL RESULTADO POSTQUIRÚRGICO EN EL MAXILAR SUPERIOR DEL PLANO VERTICAL.....	- 114 -
GRÁFICO 15:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO. PLANO VERTICAL SUPERIOR MOLAR DERECHO.....	- 115 -
GRÁFICO 16: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR MOLAR DERECHO.....	- 115 -
GRÁFICO 17: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR CANINO DERECHO.....	- 115 -

GRÁFICO 18: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR CANINO DERECHO	- 115 -
GRÁFICO 19:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR LÍNEA MEDIA	- 116 -
GRÁFICO 20:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR LÍNEA MEDIA	- 116 -
GRÁFICO 21: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR CANINO IZQUIERDO	- 117 -
GRÁFICO 22: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR CANINO IZQUIERDO	- 117 -
GRÁFICO 23: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR MOLAR IZQUIERDO	- 117 -
GRÁFICO 24: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL SUPERIOR MOLAR IZQUIERDO	- 117 -
GRÁFICO 25. CORRELACIÓN ENTRE LO PLANIFICADO VIRTUAL Y POR ARTICULADOR CON EL RESULTADO POSTQUIRÚRGICO EN EL MAXILAR SUPERIOR DEL PLANO ANTEROPOSTERIOR.	- 119 -
GRÁFICO 26: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR MOLAR DERECHO	- 120 -
GRÁFICO 27: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR MOLAR DERECHO	- 120 -
GRÁFICO 28: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR CANINO DERECHO	- 120 -
GRÁFICO 29:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR CANINO DERECHO	- 120 -
GRÁFICO 30: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR LÍNEA MEDIA	- 121 -
GRÁFICO 31:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR LÍNEA MEDIA	- 121 -
GRÁFICO 32: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR CANINO IZQUIERDO.....	- 122 -
GRÁFICO 33: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR CANINO IZQUIERDO.....	- 122 -
GRÁFICO 34: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR MOLAR IZQUIERDO	- 122 -

GRÁFICO 35: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR SUPERIOR MOLAR IZQUIERDO	- 122 -
GRÁFICO 36. CORRELACIÓN ENTRE LO PLANIFICADO VIRTUAL Y POR ARTICULADOR CON EL RESULTADO POSTQUIRÚRGICO EN EL MAXILAR SUPERIOR DEL PLANO LATERAL.	- 124 -
GRÁFICO 37:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL SUPERIOR MOLAR DERECHO.....	- 124 -
GRÁFICO 38: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL SUPERIOR MOLAR DERECHO.....	- 124 -
GRÁFICO 39:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL SUPERIOR CANINO DERECHO.....	- 125 -
GRÁFICO 40: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL SUPERIOR CANINO DERECHO.....	- 125 -
GRÁFICO 41:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL SUPERIOR LÍNEA MEDIA	- 126 -
GRÁFICO 42: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL SUPERIOR LÍNEA MEDIA	- 126 -
GRÁFICO 43. CORRELACIÓN ENTRE LO PLANIFICADO VIRTUAL Y POR ARTICULADOR CON EL RESULTADO POSTQUIRÚRGICO EN EL MAXILAR INFERIOR DEL PLANO VERTICAL.	- 128 -
GRÁFICO 44: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR MOLAR DERECHO.....	- 128 -
GRÁFICO 45: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR MOLAR DERECHO.....	- 128 -
GRÁFICO 46: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR CANINO DERECHO.....	- 129 -
GRÁFICO 47: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR CANINO DERECHO.....	- 129 -
GRÁFICO 48:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR LÍNEA MEDIA	- 130 -
GRÁFICO 49:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR LÍNEA MEDIA	- 130 -
GRÁFICO 50:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR CANINO IZQUIERDO	- 130 -
GRÁFICO 51:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR CANINO IZQUIERDO	- 130 -

GRÁFICO 52:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR MOLAR IZQUIERDO	- 131 -
GRÁFICO 53:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO VERTICAL INFERIOR MOLAR IZQUIERDO	- 131 -
GRÁFICO 54. CORRELACIÓN ENTRE LO PLANIFICADO VIRTUAL Y POR ARTICULADOR CON EL RESULTADO POSTQUIRÚRGICO EN EL MAXILAR INFERIOR DEL PLANO ANTEROPOSTERIOR.....	- 133 -
GRÁFICO 55:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR MOLAR DERECHO	- 133 -
GRÁFICO 56:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR MOLAR DERECHO	- 133 -
GRÁFICO 57:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR CANINO DERECHO.....	- 134 -
GRÁFICO 58: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR CANINO DERECHO.....	- 134 -
GRÁFICO 59:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR LÍNEA MEDIA	- 135 -
GRÁFICO 60: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR LÍNEA MEDIA	- 135 -
GRÁFICO 61:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR CANINO IZQUIERDO.....	- 135 -
GRÁFICO 62:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR CANINO IZQUIERDO.....	- 135 -
GRÁFICO 63: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR MOLAR IZQUIERDO	- 136 -
GRÁFICO 64: PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO ANTEROPOSTERIOR INFERIOR MOLAR IZQUIERDO	- 136 -
GRÁFICO 65. CORRELACIÓN ENTRE LO PLANIFICADO VIRTUAL Y POR ARTICULADOR CON EL RESULTADO POSTQUIRÚRGICO EN EL MAXILAR INFERIOR DEL PLANO LATERAL.	- 137 -
GRÁFICO 66: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL INFERIOR LÍNEA MEDIA	- 138 -
GRÁFICO 67:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL INFERIOR LÍNEA MEDIA-	138 -
GRÁFICO 68:PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL INFERIOR CANINO IZQUIERDO	- 139 -

GRÁFICO 69:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL INFERIOR CANINO
IZQUIERDO - 139 -

GRÁFICO 70: PLANIFICACIÓN VIRTUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL INFERIOR MOLAR
IZQUIERDO - 139 -

GRÁFICO 71:PLANIFICACIÓN MANUAL VS POSTQUIRÚRGICO PLANO LATERAL INFERIOR MOLAR
IZQUIERDO - 139 -

DEFINICIÓN

La palabra craneofacial deriva de la palabra cráneo, relativo a la calota o cráneo, y facial, relativo a la cara.

Anomalía es un término médico que significa "irregularidad" o "diferente de lo normal". En términos médicos las anomalías craneofaciales (sus siglas en inglés son CFA) son un grupo de deformidades que comprometen el crecimiento de los huesos de la cabeza y la cara. Estas anomalías pueden ser congénitas (presentes al nacer aunque algunas se manifiestan en la primera infancia) o adquiridas y varían según el tipo y la gravedad.

Nos preguntamos que es considerado normalidad, es la cualidad o condición de normal (que se ajusta a las normas o que se halla en su estado natural). En un sentido general, la normalidad hace referencia a aquel o aquello que se ajusta a valores medios.

Definimos **malformación**, como un defecto estructural primario (intrínseco) resultante de un error localizado en la morfogénesis de un órgano, parte del mismo, o de una estructura anatómica, producida por un desarrollo anormal del mismo. Suele producirse durante las ocho primeras semanas de vida intrauterina (organogénesis)¹.

El grado de complejidad es muy variable pero como norma general, cuanto más temprano en la organogénesis se produce el disturbio original, mas compleja es la malformación resultante.

Una **malformación compleja** (malformation complex) se define como una malformación asociada con los cambios estructurales que dicha malformación origina², La microsomía hemifacial causada por hematomas en la arteria estapedial durante el periodo embrionario que presenta alteraciones en todas las áreas derivadas del primer arco branquial, sería un buen ejemplo de malformación compleja.

La palabra **Síndrome**, deriva del griego (marchar unidos), en nuestro medio se utiliza para describir dos o mas anomalías (generalmente malformaciones) en el

mismo individuo. Se suelen presentar conjuntamente en los pacientes afectados y su causa es única y conocida. La mayoría son de origen genético, monogénico o multifactorial, aunque también pueden ser de origen ambiental¹.

La importancia de identificar estas entidades basadas en un espectro fenotípico característico radica no sólo en el enfoque terapéutico sino también en prevenir complicaciones asociadas y en, por supuesto, facilitar al paciente y su entorno el adecuado consejo genético.

Un “**síndrome malformativo**” puede definir dos o más malformaciones o una malformación compleja desarrollada en el mismo paciente. Un buen ejemplo sería el síndrome de Goldenhar² en el que asociado al cuadro característico de una microsomía hemifacial, aparecen anomalías oftalmológicas y vertebrales.

Deformidad: anomalía en la forma o posición de un órgano, parte del mismo, o de una estructura anatómica normalmente formada, producida por una causa mecánica (extrínseca) que actúa de forma prolongada tras finalizar el periodo de organogénesis embrionaria. En los casos persistentes, la mayoría son susceptibles de corrección con medidas ortopédicas¹. En ocasiones se originan graves trastornos oclusales y cosméticos que deben ser reconocidos por el ortodoncista y el cirujano maxilofacial. Estos trastornos condicionarán la correcta selección, preparación y planificación del tratamiento ortodóncico y el posterior tratamiento ortognático.

Las deformidades dentofaciales no aparecen instantáneamente (a excepción de las originadas por un traumatismo). Dichas deformidades aparecen en el periodo de crecimiento durante el cual las relaciones entre los maxilares se modifican constantemente bajo la influencia de los controles genéticos y las condiciones del desarrollo.

Un niño presenta una deformidad cuando se ha desarrollado de manera diferente a la de sus semejantes. Una vez que el crecimiento anormal ha comenzado, el crecimiento remanente se realiza de manera patológica.

Para entender una deformidad dentofacial en un contexto más amplio es importante conocer los aspectos filogenéticos del desarrollo dentofacial. Desde que

el hombre adquirió la bipedestación la base del cráneo se horizontalizó, permitiendo al cerebro aumentar su tamaño y, en consecuencia, disminuyó el tamaño facial. Estos cambios se traducen en una significativa reducción del tamaño de nuestros maxilares en comparación con el de nuestros ancestros. También se redujo el tamaño de los procesos alveolares y el dental, aunque en menor medida que el de las bases óseas.

En resumen, el hombre moderno ha desarrollado un perfil “ortognático” comparado con el perfil convexo de nuestros antepasados.

Y por último, Angle³ definió maloclusión como la perversión del crecimiento y desarrollo normal de la dentadura. Esta fue incluida dentro de las anomalías dentofaciales en 1987 por la organización mundial de la salud (OMS)⁴.

EMBRIOLOGIA

Hasta los seres más pequeños (unicelulares) pueden sobrevivir sin visión o sin aparato locomotor pero sin algún tipo de boca para alimentarse la vida no es posible

El desarrollo embriológico de la cara comienza a finales de la 4ª semana y finaliza en la 8ª semana de vida intrauterina^{5, 6}.

En la 4ª semana aparecen cinco prominencias: una prominencia frontonasal, un par de prominencias maxilares, y un par de prominencias mandibulares.

La boca es el primer órgano en formarse (antes que el corazón, cerebro o pulmones) y esta cavidad oral primitiva denominada estomodeo viene representada como una depresión central con las cinco prominencias: un mamelón cefálico o frontonasal constituye el borde superior, y los dos procesos maxilares junto con los otros dos procesos mandibulares forman lateralmente el estomodeo, (ambos procesos derivados del primer arco branquial).

A nivel del estomodeo, en el fondo de su depresión, el ectodermo estomodéico y el endodermo intestinal se adosan formando la membrana faríngea (también conocida como orofaríngea o bucofaríngea). Esta membrana separa la cavidad oral del intestino anterior hasta el día 24 del desarrollo embriológico.

Durante la 5ª semana de vida intrauterina las prominencias crecen ventral y medialmente. Aumenta el tamaño de los procesos maxilares y mandibulares.

Sobre la prominencia frontonasal aparecen las plácodas nasales que darán lugar al dorso y la punta de la nariz, éstas se invaginan para formar las fositas nasales y más tarde los procesos nasales. Los procesos nasales internos serán mediales y los externos serán laterales.

Los procesos maxilares, ya fusionados, darán lugar a los esbozos palatinos en forma triangular llamado paladar primario, las mejillas, y se fusionan con el proceso nasal externo para dar lugar al ala nasal y a la mayor parte del labio superior.

Caudalmente, los procesos mandibulares derivarán en las siguientes estructuras: el labio inferior, el mentón, la mandíbula y la región inferior de la mejilla.

También durante la 5ª semana comienza el desarrollo del órgano vomeronasal u órgano de Jacobson, que constituye un órgano auxiliar del sentido del olfato y que alcanzará su máximo desarrollo en la semana 12.

En cuanto a la cavidad oral, durante la 6ª semana, las células ectodérmicas basales de la boca primitiva empiezan a multiplicarse produciendo un engrosamiento llamado epitelio bucal. Al continuar el crecimiento darán lugar a las llamadas láminas dentales, que formarán los dientes primarios.

Los procesos palatinos formados ya en la 6ª semana, se osifican principalmente en su porción más posterior, y se propagan también posteriormente. Una vez han alcanzado la posición posterior, se fusionan y dan lugar al paladar blando y una proyección más cónica llamada úvula.

Llegados a la 7ª semana de desarrollo embrionario, comienza la osificación de la futura mandíbula. Es una osificación de tipo intramembranosa, es decir, se realiza a expensas del mesénquima.

Los centros de osificación contienen osteoblastos que elaboran sustancia osteoide y se dispondrán formando trabéculas en forma de una red tridimensional esponjosa.

La osificación de la mandíbula comienza en el área más anterior del cartílago de Meckel, cartílago del primer arco, o cartílago mandibular. Este cartílago de Meckel, también dará lugar a los tres huesecillos del oído en el mesénquima del primer arco branquial (martillo y yunque) y en el mesénquima del segundo arco branquial (estribo y apófisis estiloides del hueso temporal), a sus ligamentos, al músculo tensor del tímpano, al vientre anterior del músculo digástrico, al músculo tensor del velo del paladar, a los músculos masticatorios y por último, al ligamento esfenomandibular. También durante esta semana se forman los esbozos del conducto auditivo externo y pabellón auricular.

Destacar que es el cuerpo mandibular el que posee osificación intramembranosa, en cambio la rama mandibular se forma mediante osificación endocondral.

En cuanto a los procesos maxilares, siguen creciendo en dirección vertical, posteriormente con el crecimiento de la mandíbula y descenso de la lengua, estas estructuras verticales o procesos palatinos, se horizontalizan, algo que no podían hacer previamente ya que la lengua se lo impedía.

Si recordamos el estomodeo, era la apertura central en el embrión de 4 semanas, alrededor de la cual aparecían las prominencias. Este estomodeo estaba cubierto en su parte más anterior por la membrana bucofaríngea; en la 7ª semana de vida intrauterina la membrana se perfora y se forma la cavidad oral primitiva.

Por último, en el embrión de 7 semanas de desarrollo aparecen la glándula parótida. El esbozo de la glándula parótida es el primero de las glándulas salivares en aparecer, se inicia con la proliferación de células epiteliales desde la mucosa

bucal, seguida del crecimiento de un cordón sólido de células en el tejido conectivo subyacente. Este cordón continúa creciendo hacia la región de la futura ubicación de la glándula. Gradualmente todo el sistema de cordones epiteliales se ahueca y forma el sistema de conductos de la glándula. De la misma manera durante la 7ª semana también comienza el desarrollo de la glándula submandibular.

Una vez se ha alcanzado la 8ª semana, la lámina dentaria situada tanto en el maxilar superior como en el inferior, adquiere una forma redondeada, dando lugar a las llamadas yemas, que serán 20 brotes. Corresponden a la dentición primaria, de ellas derivan los órganos epiteliales del esmalte, que junto con las papilas dentales adyacentes de origen conectivo se diferencian rápidamente para formar el esmalte y la dentina de los dientes.

En cuanto al componente glandular, aparecen las glándulas salivales accesorias y las glándulas sublinguales. Siguen el mismo patrón de crecimiento que la glándula parótida y submandibular.

Por último, el cierre del paladar secundario comienza y terminará alrededor de la semana 12 y continúa el proceso de desarrollo de los gérmenes dentarios, avanzando a la etapa de casquete.

El desarrollo facial del embrión se lleva a cabo desde la 4ª a la 8ª semana. En la semana 9ª, el complejo facial ya formado en su mayoría se eleva y se separa del tórax.

CRECIMIENTO EN EL MACIZO CRANEOFACIAL

Para entender el crecimiento en cualquier área del cuerpo es necesario entender los lugares donde se localiza y, por supuesto, el tipo de crecimiento que acontece en cada localización.

Para entender mejor el crecimiento craneofacial dividiremos el macizo craneofacial en cuatro áreas con sus respectivas peculiaridades en lo que a crecimiento se refiere ^{7,8}.

BÓVEDA CRANEAL

Constituida por un número de huesos planos que se forman directamente por osificación membranosa. El crecimiento y remodelación ocurre principalmente a partir del periostio que se encuentra en las áreas de contacto entre los huesos adyacentes. El periostio de los huesos origina cambios por aposición en la cara externa y de reabsorción en la cara interna respectivamente.

En el nacimiento los huesos de la bóveda se mantienen separados por tejido conjuntivo, constituyendo amplios espacios denominados fontanelas. Estas permiten una deformación del cráneo, hecho que adquiere especial relevancia durante el tránsito del neonato a través del canal del parto.

Tras el nacimiento la aposición del hueso en las fontanelas hace desaparecer con relativa rapidez dichos espacios. Pero los huesos permanecen separados por una fina línea de fusión perióstica durante muchos años, que se fusionará finalmente en la vida adulta.

A pesar de su pequeño tamaño, la aposición del nuevo hueso en estas suturas es el principal mecanismo de crecimiento en la bóveda craneal. Sin embargo también se produce una remodelación de las superficies que permite cambios en el contorno durante el periodo del crecimiento.

BASE CRANEAL

En contraste con la bóveda craneal, los huesos basicranianos son inicialmente cartílagos y posteriormente se produce una osificación de tipo endocranal.

Esto es particularmente cierto en las estructuras de la línea media. A medida que nos desplazamos lateralmente, el crecimiento a partir de las suturas y de las caras de remodelación se hace más importante. Sin embargo, la base craneal es una estructura media .

Los centros de osificación en la base craneal (condrocráneo) aparecen pronto en el desarrollo embrionario, dando lugar finalmente a la región orbitaria, maxilar, occipital, etmoides y esfenoides. A medida que la osificación avanza, bandas de cartílago denominadas sincondrosis permanecen en los centros de osificación. Estos vitales lugares de crecimiento son la sincondrosis esfenooccipital, interesfenoidal y la esfenoetmoidal. Histológicamente este área está compuesta por cartílago de crecimiento; las sincondrosis tienen un área de hiperplasia celular en el centro con unas bandas de células cartilaginosas en maduración que se extienden en ambas direcciones, las cuales, finalmente serán reemplazadas por hueso. Una diferencia significativa con la osificación endocranal de los huesos de las extremidades, es que los puntos de unión entre los huesos de la base del cráneo no modifican su localización.

COMPLEJO NASOMAXILAR

El desarrollo postnatal del maxilar se produce en su totalidad por osificación membranosa. El crecimiento ocurre por dos caminos: por aposición de hueso en las suturas que unen la maxila con la base del cráneo y por la remodelación de sus caras.

A diferencia basicraneal, estos dos tipos de crecimiento son igual de importantes.

El crecimiento nasomaxilar provoca un desplazamiento del complejo hacia abajo y adelante. A medida que se produce el desplazamiento anteroinferior el

espacio resultante es ocupado por la proliferación ósea. Así, la anchura de la sutura se mantiene a la vez que el maxilar aumenta su tamaño.

La aposición del hueso es bilateral por lo que los huesos con los que se relaciona el complejo nasomaxilar también crecen.

Destacar el hecho de que aunque el complejo crezca según su eje anteroinferior, la mayor parte de su crecimiento no es de aposición, sino de reabsorción. La aposición se produce fundamentalmente a nivel basicraneal. Para entender esta paradoja, es necesario comprender que el conjunto de los cambios que se producen durante el crecimiento son el resultado tanto del movimiento de translación, ya comentado, como del proceso de remodelación, y que dichos cambios son simultáneos.

No siempre la superficie de aposición es opuesta a la dirección de translación. Así, en el hueso maxilar y palatino los efectos se suman. Este área se desplaza hacia abajo y adelante con el resto del complejo, y al mismo tiempo el hueso es reabsorbido en la superficie nasal y aposicionado en la oral, creando un movimiento adicional del paladar hacia abajo y adelante. Sin embargo, la parte anterior del proceso alveolar es una superficie de reabsorción, por lo que tiende a disminuir algo el crecimiento hacia delante del maxilar.

MANDÍBULA

En la mandíbula ambos crecimientos, endocondral y perióstico, son importantes.

La superficie del cóndilo mandibular en la articulación temporomandibular (ATM) está recubierta de cartílago. Se producen fenómenos de hiperplasia, hipertrofia y sustitución endocondral.

Todas las restantes regiones de la mandíbula se forman y crecen por aposición y reabsorción de sus superficies.

El crecimiento de la mandíbula puede ser visto desde dos perspectivas:

Si se toma como referencia la base craneal, el mentón se mueve hacia abajo y adelante.

Por otra parte, si tenemos en cuenta estudios experimentales, parece que los principales lugares de crecimiento de la mandíbula son la cara posterior del cóndilo, la apófisis coronoides, siendo inapreciable el que se produce a nivel anterior.

El cuerpo de la mandíbula crece en longitud por aposición perióstica de hueso en la cara posterior y reabsorción en la cara anterior; mientras que la rama crece en altura por osificación endocondral en el cóndilo acompañada por remodelación en sus caras. Así la mandíbula es trasladada hacia abajo y adelante, mientras al mismo tiempo crece en tamaño hacia arriba y atrás.

En la infancia la rama está localizada en el punto donde erupcionará el primer molar temporal. El progresivo proceso de remodelación crea un espacio para el segundo molar temporal y posteriormente para los molares permanentes.

Sin embargo, generalmente, este proceso de crecimiento cesa antes de que se haya creado el espacio suficiente para la erupción del tercer molar, por lo que éste queda impactado en la rama.

En el nacimiento, la cara está relativamente poco desarrollada en comparación con su tamaño adulto. En este desarrollo van a contribuir tanto los procesos de crecimiento óseo como el desarrollo de los senos paranasales.

Melvin Moss⁹ postuló en su “Teoría de la Matriz Funcional” que el hueso y el cartílago carecen de determinantes de crecimiento y crecen en respuesta al crecimiento intrínseco de tejidos asociados, señalando que el código genético para el crecimiento esquelético craneofacial está fuera del esqueleto óseo, Denomina a los tejidos asociados matrices funcionales donde cada componente realiza una actividad, mientras que los tejidos esqueléticos soportan y protegen las matrices funcionales asociadas. Estos tejidos esqueléticos crecen en respuesta al crecimiento de los tejidos blandos (tejido celular subcutáneo y submucoso, epitelio nasal, bucal, vasos, nervios, músculos).

Cualquier hueso crece por reacción a relaciones funcionales establecidas por

la suma de todos los tejidos blandos que trabajan vinculados con ese hueso, el cual no regula el ritmo ni las direcciones de su crecimiento.

La matriz funcional del tejido blando es el determinante verdadero que domina el crecimiento esquelético.

FACTORES QUE INFLUENCIAN EN EL CRECIMIENTO

FACTORES INTERNOS

Los tres parámetros que condicionan el crecimiento, calendario, patrón de crecimiento y mecanismo de crecimiento, tienen que ser tenidos en cuenta a la hora de estudiar una deformidad dentofacial.

Hay que tener en cuenta que problemas graves al nacimiento pueden estabilizarse e incluso regresar, mientras que problemas de aparición tardía pueden agravarse con el paso del tiempo.

Según algunos autores el desarrollo del complejo craneofacial, las arcadas dentales, la lengua y los músculos faciales son el resultado de la interacción entre factores genéticos y ambientales¹⁰.

Según Brian Palmer¹¹, en las primeras etapas del desarrollo oral, en el paladar se produciría un desarrollo incompleto de las estructuras y en consecuencia, se desarrollarían patrones de respiración y masticación incorrectos, dando como resultado unas arcadas de forma estrecha y colapsadas. Eventualmente esto conduce a una mala alineación de los dientes y a un paladar en forma de “V” encontrado en muchas maloclusiones.

Una vez que se desarrolla una maloclusión, se puede crear un efecto dominó que puede alterar la posición de los maxilares y de los dientes.

Alteraciones sistémicas de origen variado pueden ocasionar trastornos del crecimiento craneofacial. Enfermedades neuromusculares infecciones sistémicas, trastornos endocrinos, deficiencias nutricionales, enfermedades autoinmunes, y enfermedades del colágeno han sido implicadas en el origen de malformaciones craneofaciales.

Otro claro ejemplo de deformidades que empeoran con la edad son aquellas encontradas en el crecimiento de pacientes con labio leporino y fisura palatina

(FLAP). Muchos de los pacientes intervenidos en la infancia muestran una tendencia al prognatismo causada por una falta de desarrollo maxilar.

Desafortunadamente, los síntomas de la mayoría de los pacientes atendidos por los equipos ortodóntico-quirúrgicos no son etiquetables en ningún tipo de síndrome conocido y, en la mayor parte de los casos, el origen permanece desconocido. A pesar de que no se encuentra un patrón conocido de malformación, los factores genéticos indudablemente juegan un papel importante.

Estudios en gemelos han aportado evidencia de que la morfología craneofacial está fuertemente influenciada por la carga genética. La mayoría de los gemelos univitelinos desarrollan casi idénticos esqueletos craneofaciales aunque en ocasiones pueden producirse trastornos oclusales significativamente diferentes.

Bjork y Kuroda¹² publicaron un caso de un gemelo univitelino afecto de ptosis palpebral. La inclinación cefálica resultante ocasionó una plagioprosopia (oblicuidad de la cara, asimetría facial) que no se desarrolló en su gemelo.

Harwold¹³ y Mcnamara¹⁴ alteraron la función masticatoria en monos consiguiendo disturbios graves en la morfología dentofacial.

Por otra parte, existen múltiples ejemplos de modificación del crecimiento intencionado. En la antigua China se frenaba el crecimiento y en otras civilizaciones se forzaban deformidades craneales.

En la actualidad, son de sobra conocidos los disturbios en el crecimiento ocasionados por los corsés de Milwaukee para el tratamiento de la escoliosis¹⁵.

FACTORES EXTERNOS

Cuando un paciente con problemas de crecimiento dentofacial acude a consulta, se debe descartar una serie de factores externos capaces de alterar el crecimiento.

DEPRIVACIÓN EMOCIONAL

En sus formas mas severas, la privación emocional puede ocasionar alteraciones graves en el crecimiento. Posiblemente, estos disturbios están mediados por el sistema endocrino ya que estos pacientes presentan anomalías muy parecidas a los trastornos endocrinos primarios.

El rechazo materno ocasionado en niños con malformaciones craneofaciales congénitas es sin duda un factor negativo agravante en el crecimiento facial.

CIRUGÍA PRECOZ

Los disturbios ocasionados por la cirugía en los centros de crecimiento siguen siendo discutidos. Especial relevancia ha tenido el plan de tratamiento en los labios leporinos y fisura palatina (FLAP). Tradicionalmente estos pacientes desarrollaban durante el crecimiento una hipoplasia maxilar progresiva¹⁶. El estudio en comunidades aisladas de Centroamérica de pacientes afectados de FLAP no tratados demostró un crecimiento maxilar casi normal.

Todo ello obligó a los equipos quirúrgicos a plantear nuevos protocolos para minimizar la agresión quirúrgica en los centros de crecimiento implicados.

Idéntica problemática se ha presentado en el esquema de tratamiento tradicional empleado en las craneofacioestenosis mas frecuentes (síndrome de Apert, Crouzon, Shaetre-Chotzen) o en el tratamiento de las micrognátias en edades tempranas. Sólo las indicaciones quirúrgicas funcionales justifican el disturbio en el crecimiento facial remanente que la cirugía precoz ocasiona^{17, 18}.

La actitud del grupo ortodóncico quirúrgico fue acertadamente resumida por Hugo Obwegesser "La cirugía debe realizarse tan pronto como sea necesaria y tan tarde como sea posible".

ANQUILOSIS DE ATM

Trastornos perinatales en la ATM (trauma, infecciones ORL) pueden ocasionar anquilosis de la articulación y conllevar una marcada limitación en el

crecimiento mandibular. La causa, obviamente, es la destrucción del cartílago articular sin olvidar que la limitación funcional masticatoria resultante también influye en el freno del crecimiento¹⁷.

PROBLEMAS RESPIRATORIOS

La importancia de la posición lingual y la posición mandibular en reposo en el crecimiento facial ha sido muy cuestionada.

Teóricamente la posición baja de la lengua y una mandíbula posicionada anteroinferiormente facilita la respiración. Una correcta respiración repercutiría a su vez en un crecimiento facial adecuado.

Factores que afectan a una correcta respiración tales como la hipertrofia adenoidea o incluso problemas alérgicos, pueden resultar en alteraciones del crecimiento facial. El resultado es la característica facies adenoidea (cara larga, mordida abierta, hipoplasia mandibular)¹⁹.

Kushida y cols²⁰ realizaron un estudio donde determinan que un paladar alto y estrecho con frecuencia ocasiona ronquidos y puede llegar a producir apnea obstructiva del sueño (SAOS).

HÁBITOS

Diferentes estudios demuestran que los problemas de respiración y de deglución atípica son los factores de riesgo más relevantes en el desarrollo de maloclusión.

Está mas que demostrada la asociación entre los hábitos y las maloclusiones del tipo de resalte alterado, mordidas cruzadas, mordida abierta anterior y, en menor grado, la posterior ²¹.

RESPIRACIÓN ORAL

La involución del tejido adenoideo que tiene lugar en la pubertad debe permitir el cambio de respiración oral a nasal.

Si la respiración oral permanece pasada la pubertad lo consideraremos un hábito. Estos pacientes suelen desarrollar maxilares colapsados transversalmente y una marcada resistencia al paso del aire nasal²². También existe una relación estrecha en pacientes con rinitis alérgica.

DEGLUCIÓN ATÍPICA

Es considerada cuando la deglución infantil se mantiene mas allá de los primeros años de vida (mas de 3 años).

INTERPOSICIÓN LINGUAL

La posición lingual en reposo entre los dientes es un problema de adaptación. Si la lengua se coloca antero-caudalmente debido a necesidades respiratorias puede ocasionar alteraciones en la erupción dentaria y una verdadera mordida abierta esquelética.

Sin embargo muchos autores consideran que la interposición lingual puede ser mas una consecuencia de una mordida abierta que una causa en sí misma (teoría del huevo y la gallina)²³.

HÁBITOS DE SUCCIÓN

Los hábitos de succión son frecuentes en niños. Existen estudios como el de Warren que concluyen que los hábitos de succión no nutritiva durante el primer año de vida tiene poca importancia como determinantes del crecimiento²⁴.

Para interceptar problemas con el hábito del chupete, los niños deben ser evaluados entre los 2 y 3 años de edad. Si hay contactos de interferencia los padres deben ser instruidos para reducir el tiempo de chupete^{21, 25}.

Pero a partir de la erupción de la dentición definitiva la presencia de hábitos de succión ocasiona cambios en los arcos dentales y en los parámetros oclusales, e impide la normal erupción de los dientes anteriores, mientras que facilita la

erupción de los posteriores. Esto induce la presencia de mordida abierta, mordida cruzada, resalte alterado y clase II^{23, 26}.

La interrupción precoz del hábito normaliza la oclusión en pocos meses pero su mantenimiento en el tiempo produce desarrollo facial parecido al de la facies adenoidea²⁵.

CLASIFICACIÓN DE LAS ANOMALÍAS CRANEOFACIALES POR SU ETIOLOGÍA

Existe una falta de consenso para los criterios de clasificación de las diferentes anomalías craneofaciales. La amplia variedad las hace inclasificables. Presentamos clasificación cronológica según el momento de aparición. Hablamos de congénitas o adquiridas, según su presencia en el nacimiento.¹

El cirujano maxilofacial y el ortodoncista pueden ser en ocasiones los primeros en ver e identificar a pacientes afectados de estas patologías. Es por ello importante el conocimiento de todas estas raras entidades

Existen multitud de clasificaciones de las malformaciones craneofaciales, pero pasaremos a describir sólo aquellas potencialmente operables.

MALFORMACIONES CONGÉNITAS

- Malformaciones Cráneo-Faciales²⁷
 - Fisuras faciales
 - Cráneosinostosis
 - Simples
 - Síndromicas (síndromes de Crouzon y de Apert)
 - Disostosis craneofacial
 - Microsomía hemifacial
 - Síndrome de Treacher Collins, de Goldenhar, de Nager.

Las malformaciones craneofaciales pueden presentarse sólo o acompañadas con malformaciones de la órbita (hipo e hipertelorismo, distopías oculares).

- Fisuras del labio y del paladar (labio leporino)
- Malformaciones aisladas del maxilar y mandíbula. (Pierre Robin complex)

DEFORMIDADES ADQUIRIDAS O DEL DESARROLLO

En este apartado podemos distinguir cuatro grupos diferentes en función de su etiología:

- Deformidades por traumatismo facial.
Son alteraciones que aparecen en un momento determinado de la biografía del individuo.
- Deformidades de origen tumoral:
Distintos tipos de neoplasias condicionan patrones malformativos variados y la cirugía demolitiva asociada necesariamente al tratamiento de muchos de estos tumores aún provoca ulteriores deformidades.
- Deformidades maxilofaciales provocadas por la atrofia de los maxilares secundaria al edentulismo.

La pérdida precoz de piezas provoca a medio plazo y como consecuencia de la ley de Wolf²⁸ una atrofia progresiva de las bases esqueléticas (fundamentalmente del maxilar), que eventualmente condiciona también una alteración en la armonía facial.
- Anomalías del Desarrollo.

Están provocadas por el desarrollo insuficiente o excesivo de uno o varios elementos del esqueleto facial. Esta alteración del esqueleto según Behrents²⁹ se instaura durante la infancia, y se acentúa durante todo el periodo en que persiste el crecimiento craneofacial (18-20 años en función del sexo).

La disarmonía en el crecimiento de las partes esqueléticas durante el desarrollo condiciona discrepancias óseas cada vez mayores provocadas por el hecho de que una parte del esqueleto sufre un exceso o déficit de crecimiento, mientras el resto sufren un desarrollo normal.

Cuando estas anomalías del desarrollo afectan a maxilar y/o mandíbula, es fácil deducir, que la alteración facial más o menos importante irá acompañada de una alteración oclusal, causando las deformidades dentofaciales.

GENÉTICA VERSUS INFLUENCIAS DEL DESARROLLO

Existe entre los clínicos una tendencia errónea a equiparar las malformaciones congénitas con las deformidades del desarrollo, debido a que, en lo sustancial, el abordaje terapéutico es similar.

Muchas malformaciones craneofaciales están presentes al nacimiento pero no todas son diagnosticadas hasta edades más avanzadas.

En consecuencia cuando un profesional ve por primera vez a un paciente, debe descartar un origen genético antes de investigar anomalías del desarrollo que causan la deformidad.

Evidentemente, a mayor gravedad y ante la presencia de malformaciones asociadas, mayor será la sospecha de un origen genético.

El estudio de los factores capaces de producir alteraciones del desarrollo facial (no genéticamente inducidos) debe incluir el periodo prenatal y el perinatal.

Los problemas intraútero resultado de incremento de presión prenatal pueden ocasionar alteraciones en un esqueleto facial con gran capacidad plástica. Estos defectos pueden confundirse con microsomías hemifaciales.

De igual manera durante el parto se producen ocasionalmente traumatismos sobre diferentes estructuras faciales (fórceps, maniobras digitales) resultantes en deformidades faciales. Afortunadamente, muchas de estas deformidades son autolimitadas en el tiempo.

Es paradójico que muchas de las maloclusiones graves diagnosticadas en niños mejoren espontáneamente durante el crecimiento, mientras que niños de apariencia normal, desarrollan deformidades graves en la pubertad.

Nos centraremos en las malformaciones congénitas de maxilar y mandíbula así como de labio leporino y las deformidades maxilofaciales del desarrollo, debido a que el manejo de las demás se escapan del objetivo de este estudio.

La característica fundamental de estas malformaciones y deformidades es que siempre vienen acompañadas de maloclusiones³⁰. Apartamos de este estudio las maloclusiones producidas por factores etiológicos locales tales como caries, anomalías en número, tamaño y forma de dientes, pérdida prematura o anquilosis.

EPIDEMIOLOGÍA

En nuestro medio, al igual que en otros países desarrollados, la frecuencia de aparición de malformaciones congénitas no ha sido constante. De hecho, ha experimentado un descenso progresivo desde el año 1985 que es estadísticamente significativo.

Para entender esta evolución en nuestro país, es preciso tener en cuenta que a mediados de 1985 se aprobó en España la ley orgánica 9/1985 por la que se despenaliza la interrupción del embarazo en determinados supuestos, contemplando uno de ellos la posibilidad de que el feto presente anomalías.

De manera general la frecuencia baja desde el 2,22% en 1980 hasta el 1,03% en el 2008. Un impacto muchísimo menor ha tenido el progresivo mejor cuidado médico en la gestación, la adecuada planificación, así como el incremento de la cultura sanitaria³¹.

En cuanto a la distribución por Comunidades Autónomas podemos destacar que existe una distribución homogénea manteniéndose en la mayoría una tendencia decreciente estadísticamente significativa.

Solo en Extremadura se objetiva una tendencia creciente significativa (0,90-1,29). Parece deberse a una frecuencia local aumentada de portadores de genes relacionados con diferentes patologías que debe ser estudiada en atención primaria.

Otro fenómeno que parece que está modificando la tendencia decreciente estadísticamente significativa y que por tanto debe ser detenidamente analizado es el de la emigración.

El movimiento migratorio hacia España ha sido muy notorio en los últimos años. Así el porcentaje de padres extranjeros se encontraba en el entorno del 3,5% en 1980 y en el año 2008 ascendió hasta el 23,19%.

Esto ha producido un aumento significativo en la frecuencia de las malformaciones craneofaciales. La frecuencia en la población autóctona en el 2008 era 0,15% inferior a la población general³¹.

En el campo craneofacial, las anomalías congénitas se caracterizan por una muy baja frecuencia de presentación. La mayoría se incluye en la categoría de enfermedades raras, no porque estas patologías presenten alguna característica extraña o inusitada, sino al concepto numérico de ser muy poco frecuentes en la población (menos de 5 casos por 10.000 habitantes según la Unión Europea).

Por otra parte, su excepcionalidad hace que sean necesarios grupos de trabajo súper especializados con experiencia en su manejo. Entre todos los problemas congénitos de la cavidad oral el más frecuente es la fisura labiopalatina³².

Entre todas las patologías poco frecuentes, se incluye el gran grupo de las alteraciones congénitas en su definición más amplia, ya que alrededor del 2-3% de los niños recién nacidos presentan alteraciones del desarrollo embrionario.

Un porcentaje que se incrementa notoriamente si se consideran los tipos de defectos cuya aparición se produce en forma evolutiva con el crecimiento del niño. En estos casos, el porcentaje puede variar dependiendo del período de seguimiento de los niños. Puede alcanzar hasta el 6-7% de los nacimientos si dicho seguimiento se prolonga hasta los cinco o seis primeros años de vida.

No obstante, aunque la frecuencia como grupo es alta, la que individualmente presentan los diferentes tipos de defectos, puede ser extraordinariamente baja (en muchos de ellos se cuantifica en menos de un caso por cada millón de nacimientos)³³.

La fisura labio palatina es la que mayor frecuencia se presenta con respecto a otras anomalías craneofaciales (Tabla 1)^{27, 32}, con una frecuencia muy baja. Por ejemplo se ha descrito una frecuencia de 0,068/10.000 recién nacidos en el síndrome de Treacher- Collins³². Tabla 2.

TABLA 1: Distribución cronológica de los principales defectos congénitos.

Defecto	Frecuencia por 10.000 RN		
	1980-1985 (frecuencia basal)	1986-2007	2008
Anencefalia	4,65	0,75	0,28*
Espina bífida	4,73	2,38	0,66*
Encefalocele	1,28	0,45	0,09*
Hidrocefalia	3,87	3,61	2,45
Anoftalmia/microftalmia	2,46	1,50	1,51*
Anotia/microtia	1,78	1,40	0,85*
Fisura del paladar	5,20	4,27	3,58*
Labio leporino ± fisura del paladar	6,49	5,04	4,05*
Atresia/estenosis de esófago	2,30	1,89	1,13*
Hernia diafragmática	2,80	1,49	1,13*
Atresia/estenosis de ano/recto	2,54	2,07	1,70*
Onfalocele	1,70	0,87	0,28*
Gastrosquisis	0,55	0,43	0,75*
Reducción de extremidades	7,11	5,64	3,67*
Síndrome de Down	14,78	10,38	6,41*

* Descenso lineal estadísticamente significativo.

Con respecto a la forma clínica de presentarse la fisura palatina lo hace en un 74% de manera aislada, de manera secundaria en 0,07% y en un 24% de los polimalformados y en un 12 % de los síndromes.

TABLA 2: Síndromes Autosómicos dominantes por 10.000rn. (1980-2010)

	Localización cromosómica del gen (OMIM)	N.º	Por 10.000
Stickler tipo no determinado	T-I:12q13.11-q13.2; T-II:1p21; T-III:6p21.3	3	0,011
Townes-Bröcks	16q12.1	10	0,038
Treacher-Collins	5q32-q33.1	18	0,068
Triada de Currarino	7q36	1	0,004
Van Der Woude	I:1q32-q41; II:1p34	3	0,011
Waardenburg tipo I	2q35	2	0,008
Waardenburg tipo no determinado	I:2q35; IIA:3p14.1-p12.3; IIB:1p21-p13.3; IIC:8p23; IID:8q11; IIE:22q13; III:2q35; IVB:20q13.2-q13.3; IVC:22q13	10	0,038
Total de síndromes autosómicos dominantes		365	1,378

T: Tipo
*: Herencia autosómica de tipo no determinado.

Teniendo en cuenta los datos del Instituto Nacional de Estadística y de acuerdo al número de nacimientos del año 2011, la incidencia anual de malformaciones craneofaciales en España se situaría entre 236 y 472 niños

(5/10.000 a 10/10.000 nacimientos).

Las alteraciones o deformidades del crecimiento y el desarrollo dentofacial, caracterizados principalmente por asimetría facial, presentan una incidencia 21-85% en la variada y amplia población mundial ^{34, 35, 36}.

La maloclusión dentaria es uno de los problemas dentales más comunes. Produce problemas psicosociales debido a la afectación de la estética facial y problemas funcionales debido a la mala función masticatoria, deglutoria, fonatoria y respiratoria. Además causa una mayor susceptibilidad a sufrir caries y enfermedad periodontal.

Se han publicado numerosos estudios sobre la prevalencia de las maloclusiones en diferentes poblaciones. Estos estudios muestran una amplia variación en sus resultados.

Posiblemente esto se explica por la diferencia en edades y rango de las poblaciones estudiadas, la diferencia racial, el número de sujetos estudiados en cada serie y, por supuesto, en los diferentes medios de medición y registro de las maloclusiones.

Así Narayanan y colaboradores³⁷ estudian una población de 2366 niños en Kerala (India) y llegan a la conclusión de que un 83,3% presentan algún tipo de maloclusión, siendo la prevalencia de oclusión de clase II del 9,3% y la de clase III del 4,1%.

Estos datos coinciden con los publicados por Ming Ta Chew³⁶ en su estudio sobre población china. Pone de manifiesto una clara prevalencia de pacientes de clase III. Otros estudios como los de Woon ³⁸ Lew ³⁹ parecen confirmar esa tendencia en pacientes orientales

En Europa, Willems⁴⁰ publicó un estudio de prevalencia en 1477 pacientes belgas, obteniendo resultados en población caucásica muy similares a los publicados por otros autores americanos o británicos como Proffit⁴¹ o Richmond⁴². En estas series predomina claramente (\pm 50%) los pacientes de clase II frente a la clase I (30%) y a la clase III (8%).

En nuestro medio más cercano Arrieta y Varela⁴³ estudiaron una muestra de 4047 pacientes ortodónticos de la comunidad de Madrid. El 54% de los sujetos de este estudio presentaron una relación esquelética ortognática, el 28% una relación clase II, mas frecuente de causa mandibular y el 18% de clase III de causa más frecuente maxilar.

Estos datos concuerdan con los obtenidos en nuestra clínica, apreciándose una tendencia marcada y progresiva a operar pacientes de clase II

Parece claro que en un pasado las maloclusiones de clase III eran la norma en nuestros pacientes ortodóntico-quirúrgicos. Sin duda explicamos este fenómeno por el menor impacto estético y por tanto social de los perfiles retrognáticos y en especial birretruidos.

Afortunadamente la mayoría de los enfoques terapéuticos y la popularización de las técnicas quirúrgicas han hecho que los beneficios de nuestros tratamientos lleguen a un número cada vez mayor de pacientes que en el pasado permanecían pobremente tratados.

Con respecto a la apnea del sueño cabe decir que es una enfermedad muy prevalente y afecta al 4% de los hombres y cerca del 2% de las mujeres en edades entre 30 y 60 años⁴⁴, la frecuencia aumenta con la edad y tiene potenciales y serias consecuencias para la salud. Además puede permanecer no diagnosticado en aproximadamente 92% de las mujeres y 80% de los hombres.

The American National Center on Sleep Disorders Research – NCSDR. NHLBI Health Information Center estiman que aproximadamente 70 millones de personas en Estados Unidos están afectados y cerca del 60% de estas personas son casos no tratados.

Catástrofes como el accidente nuclear de Chernobil en abril de 1986, la explosión del transbordador espacial Challenger en enero del mismo año (1986) o el hundimiento del petrolero Exxon Valdes en Alaska en marzo de 1989 han sido relacionados con fallos humanos potencialmente achacables al SAOS.

CLASIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS ALTERACIONES DENTOFACIALES EN LOS TRES PLANOS DEL ESPACIO

Las anomalías maxilofaciales (malformaciones y deformaciones) causan alteraciones dentofaciales (entre dientes, arcos dentales y maxilares) en los tres planos del espacio²⁷.

PLANO SAGITAL O ANTEROPOSTERIOR

La clasificación descrita por Angle³ es la más usada y está basada en que los primeros molares y caninos son los dientes más estables de la dentición y la referencia de la oclusión.

MALOCLUSIÓN DE CLASE I

Está caracterizada por las relaciones mesiodistales normales de los maxilares y arcos dentales, indica una oclusión normal de los primeros molares. Las arcadas dentales están ligeramente colapsadas, con el correspondiente apiñamiento en la zona anterior de incisivos y caninos. Figura 1.

En estos casos el perfil facial puede ser perfecto.



FIGURA 1: Clase I de angle dental y esquelética con perfil recto. Dolphin Imaging®.

MALOCLUSIÓN DE CLASE II

Los primeros molares inferiores ocluyen distalmente a su relación normal con los primeros molares superiores y así los demás dientes ocluirán anormalmente y estarán forzados a una posición de oclusión distal.

Existen 2 subdivisiones, según la posición de los incisivos.

En la Clase II subdivisión 1 los incisivos están protruidos y suele asociarse a respiradores bucales. Puede existir incompetencia labial.

La arcada superior puede estar contraída en forma de "V", incisivos protruidos, labio superior corto e hipotónico.

En la arcada inferior, la curva de Spee⁴⁵ definida como la línea imaginaria que une las superficies oclusales de los dientes desde los incisivos hasta los molares (descrita por el anatomista alemán Ferdinand Graf von Spee en 1890) está acentuada con los incisivos inferiores extruidos y los molares intruidos.

El labio inferior es hipertónico y descansa entre los incisivos superiores e inferiores. Esto aumenta la protrusión de los incisivos superiores y la retrusión de los inferiores aumentando el resalte.

En la clase II subdivisión 2 los incisivos están retruidos. Generalmente no existe obstrucción nasofaríngea y el sellado labial suele ser normal. Los labios causan la retrusión de los incisivos superiores para contactar con los incisivos retruidos inferiores y, como consecuencia, se produce un apiñamiento de los incisivos superiores en la región anterior.

La forma de las arcadas es más o menos normal, la sobremordida vertical suele estar aumentada como resultado de que los incisivos superiores están extruidos e inclinados hacia adentro y los incisivos inferiores pueden estar extruidos.

El perfil facial es convexo con una mandíbula retruida en relación al maxilar; pudiendo ser más pequeña de lo normal y puede existir posterorrotación mandibular.

Fig 2.



FIGURA 2: Clase II de angle dental y esquelética con perfil convexo. dolphin imaging®.

MALOCCLUSIÓN DE CLASE III

Los primeros molares inferiores ocluyen mesialmente a su relación normal con los primeros molares superiores. Así los demás dientes ocluirán anormalmente y estarán forzados a una posición de oclusión mesial. Suele existir apiñamiento de moderado a severo en ambas arcadas, especialmente en la superior.

Existe inclinación lingual de los incisivos inferiores y caninos, la cual se hace más pronunciada cuanto más severo es el caso, esto se produce debido a la presión del labio inferior en su intento por cerrar los labios y disimular la maloclusión.



FIGURA 3: clase III de angle dental y esquelética con perfil cóncavo. Dolphin Imaging®.

En 1960, Ackerman y Proffit⁴⁶, crean un diagrama de Venn, “Teoría de Conjuntos” para complementar a la clasificación de Angle, aportan datos acerca de la dentición así como las relaciones oclusales con respecto a los otros planos del espacio vertical y transversal, y las proporciones esqueléticas en cada plano.

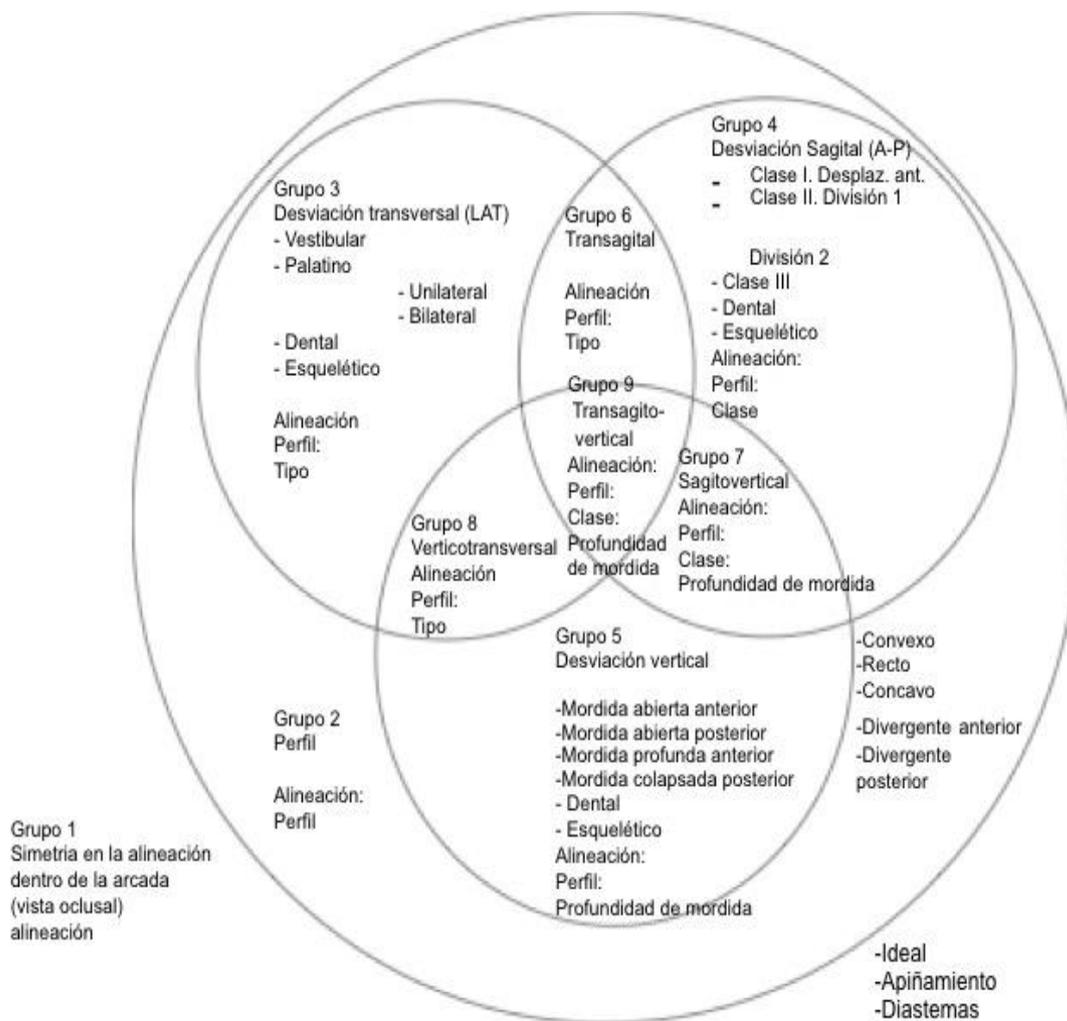


FIGURA 4: Diagrama de Venn: donde los círculos no se superponen se describen las diferencias y donde los círculos se superponen se describen las semejanzas de los temas.

El Grupo 1 representa el grado de simetría y alineación siendo propiedades comunes a todas las denticiones. Se representa en la cubierta exterior o universo.

El grupo 2 representa el perfil que es afectado por muchas maloclusiones y se representa dentro del universo.

Los grupos 3 a 9 representan las desviaciones en los tres planos espaciales anteroposterior, vertical y transversal.

Además de la valoración de la armonía facial mediante el diagnóstico clínico, para diagnosticar las maloclusiones en el plano anteroposterior usaremos la clase molar y dental según la clasificación descrita anteriormente por Angle y para la clase esquelética o relación maxilo-mandibular horizontal usaremos trazados cefalométricos. En este estudio nos centraremos en los de Steiner⁴⁷ y Ricketts⁴⁸.

Por Steiner el ángulo ANB y su descripción es el ángulo formado por los planos nasion-punto A (N-A) y nasion-punto B (N-B). Y cuya Norma: es de $2^\circ (\pm 2^\circ)$. Indica la relación antero-posterior que existe entre el maxilar y la mandíbula. Los ángulos aumentados indican una relación de clase II, mientras que los ángulos negativos indican una relación de clase III. Los ángulos negativos se dan cuando el plano N-B se encuentra por delante del plano N-A. Aunque este ángulo indica la relación máxilo-mandibular, no indica si el problema se debe a la mandíbula o al maxilar. Una base craneal corta produce un ángulo abierto y una larga, lo cerrará. Figura 5.

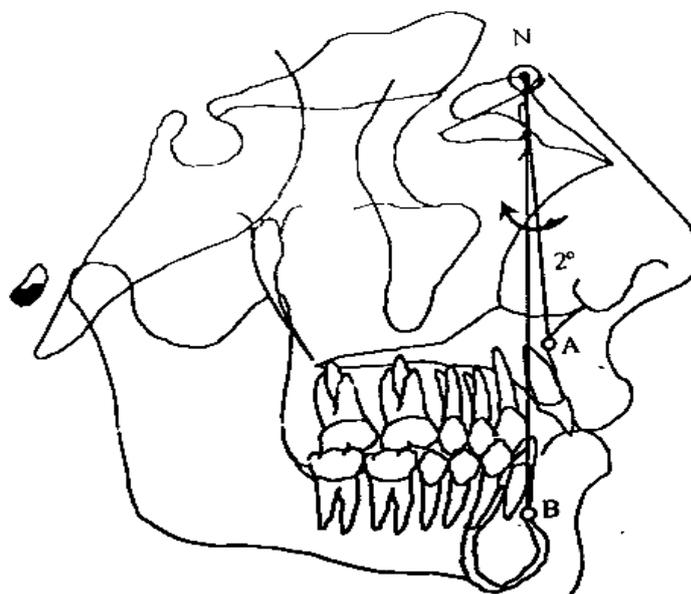


FIGURA 5: Relación maxilo-mandibular anteroposterior. Ángulo anb de Steiner ($n = 2^\circ \pm 2^\circ$).

Rickets describe la Convexidad facial (A/ N-Pg) como la distancia entre el punto A y el plano facial (N-Pg). La norma es de 2mm (± 2 mm), en la edad de 8.5 años y va disminuyendo 0.2mm por año. Ubicando el maxilar en sentido anteroposterior en relación con el plano facial.

Los valores mayores a la norma indican un patrón esquelético de CII, y un perfil convexo provocado por una mandíbula retruida en relación con el maxilar. Los valores negativos indican un patrón esquelético de CIII, y un perfil cóncavo provocado por una mandíbula protrusiva en relación con el maxilar, o un maxilar retruido en relación con la mandíbula. Esta medida no indica si la discrepancia antero-posterior es provocada por hipo/hiperplasia maxilar o mandibular. Figura 6.

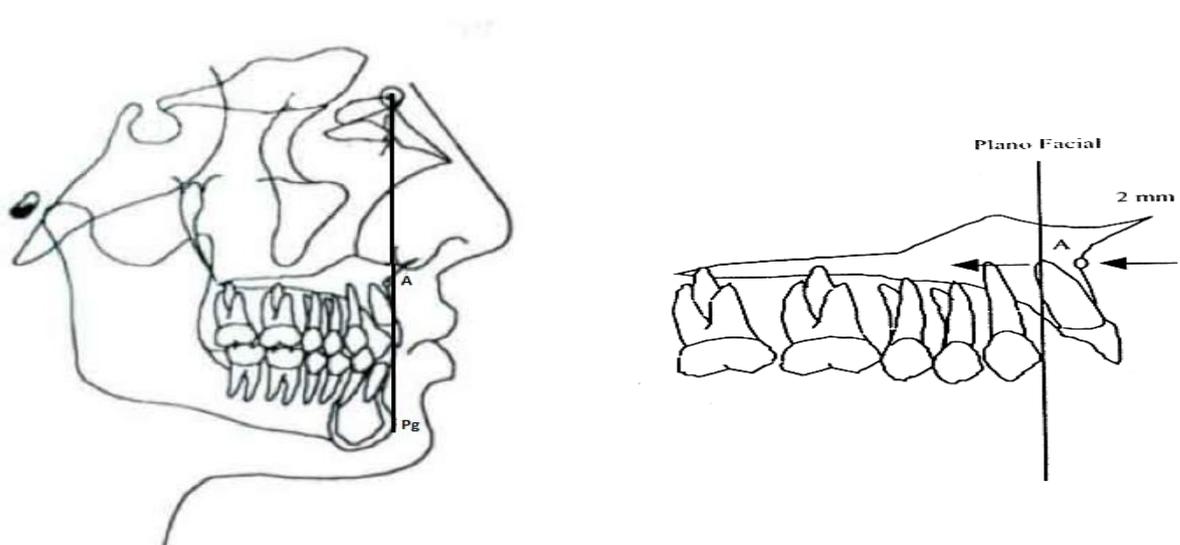


FIGURA 6: Relación maxilo mandibular anteroposterior. Convexidad de rickets ($n=2\text{mm} \pm 2\text{mm}$).

Y el perfil según proffit⁴⁹, se puede clasificar como recto convexo o cóncavo o según su divergencia recto, con divergencia anterior, o con divergencia posterior.

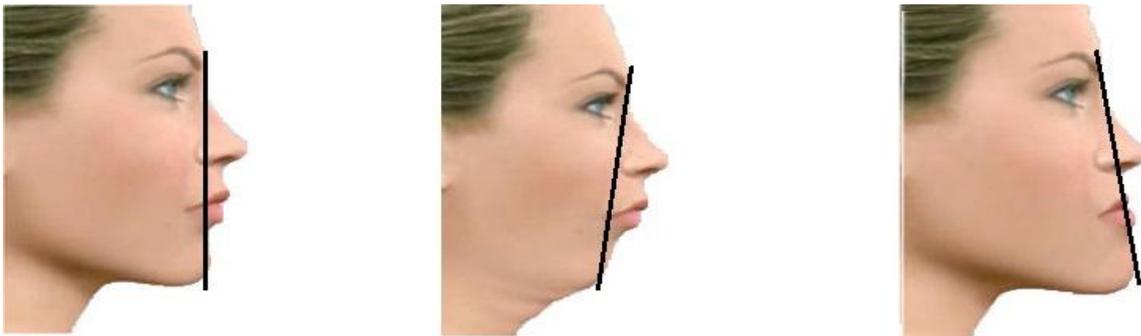


Figura7.

Figura 7: Perfil de proffit. Dolphin Imaging®.

La sobremordida dental horizontal mas comúnmente llamado resalte es la distancia en sentido anteroposterior del borde incisal del incisivo superior más protruido al borde incisal del incisivo inferior más protruido. La norma es de 2,5mm pudiendo ser medido clínicamente en los modelos o en la cefalometría ⁴⁸.

EN EL PLANO TRANSVERSAL

Observamos la forma de las arcadas dentarias en busca de compresiones dentales o esqueléticas que puedan generar mordidas cruzadas⁵⁰ que invariablemente irán acompañadas de asimetrías faciales⁵¹. Fig.8.



FIGURA 8: Asimetrías. Dolphin Imaging®.

Se valora la simetría o asimetría entre la línea media facial (línea que conecta los puntos glabella o nasion, subnasal y pogonion) y las líneas medias dentarias⁵² (superior e inferior) teniendo que coincidir con discrepancia menor o igual a 2mm⁴⁸.

Bishara⁵³ propuso una clasificación de las asimetrías de acuerdo con las estructuras involucradas en: dentales, esqueléticas y funcionales o una combinación.

Asimetrías dentales son producidas por una discrepancia del tamaño de los dientes entre segmentos opuestos o el arco dental⁵⁴.

Las asimetrías esqueléticas pueden ser causadas por:

- Deficiencia transversal del maxilar⁵⁵.
- Asimetría mandibular. También influyen los factores genéticos y del desarrollo por trauma o infección y está asociada con el centro de crecimiento condilar, donde se regula directa o indirectamente el tamaño del cóndilo, la longitud del cuello condilar, la longitud de la rama y del cuerpo mandibular⁵⁶.

Las asimetrías mandibulares se clasifican en virtud del origen del disturbio y de acuerdo a sus repercusiones clínicas: La Hiperplasia condilar, (caracterizada por el crecimiento excesivo, progresivo y desproporcionado que afecta al cóndilo, cuello, cuerpo y rama mandibulares), según donde se produzca el predominio del crecimiento establece dos patrones: Hiperplasia hemimandibular (con predominio del patrón vertical) y elongación

hemimandibular (con predominio del patrón horizontal)⁵⁷.

EN EL PLANO VERTICAL

Las proporciones verticales fueron descritas por Frakas y Munro⁵⁸, quienes establecen que una cara ideal es aquella que se divide en tres tercios iguales por líneas horizontales que pasan a través de la línea del cabello, glabella, subnasal y mentón. Asimismo, también hacen una subdivisión en el tercio inferior a través de la línea que pasa por el estomion, la cual divide este tercio en un tercio superior y dos tercios inferiores. Fig 9.



FIGURA 9: Mordida abierta y sobremordida. Dolphin Imaging®.

Observaremos la sonrisa y la cantidad de encía que muestra el paciente al sonreír, (la norma máximo es 2 mm). Denominamos sonrisa gingival a la exposición excesiva de encía tanto en reposo como en sonrisa. Entre sus causas destacamos, el crecimiento excesivo vertical del maxilar, la presencia de un labio corto y alteraciones en la tonicidad labial^{59,60}.

La etiología de las alteraciones esqueléticas del plano vertical (displasias verticales) puede considerarse multifactorial. Los factores genéticos (patrón neuromuscular, características étnicas) y los ambientales (hábitos) están implicados y hace difícil su identificación⁶¹. Además el hecho de que con frecuencia se

relacionen con alteraciones en el plano anteroposterior complica aun más el diagnóstico⁶²

La clasificación esquelética de las displasias verticales vendrá determinada por dos patrones según se encuentre disminución o aumento de altura facial inferior, respectivamente. Se ha empleado el término “síndrome” para clasificar distintos fenotipos facial según sus características y peculiaridades, dentales, oclusales, esqueléticas y cefalométricas.

Los mal llamados “Síndromes de cara corta y cara larga” han sido términos tradicionalmente usados en la clasificación ortodóncica.

SÍNDROME DE CARA CORTA O MORDIDA PROFUNDA ESQUELÉTICA

Está relacionada con rasgos de cara cuadrada, frente amplia, con distancia interalar ancha, competencia labial y frecuente clase II división 2 con curva de spee excesiva y con apiñamiento anterior.

Se observa una disminución de la altura facial anterior localizada primordialmente en el tercio inferior con deficiencia vertical tanto maxilar como mandibular⁶³.

Se caracteriza fundamentalmente por paralelismo entre los planos horizontales faciales: base craneal anterior (SN formado por los puntos silla-nasion), plano de Frankfurt (horizontal verdadera formado por los puntos porion e infraorbitario), plano palatino (PP formado por los puntos espina nasal posterior-espina nasal anterior) y plano mandibular (PM formado por los puntos gonion-gnation). Figura 10.

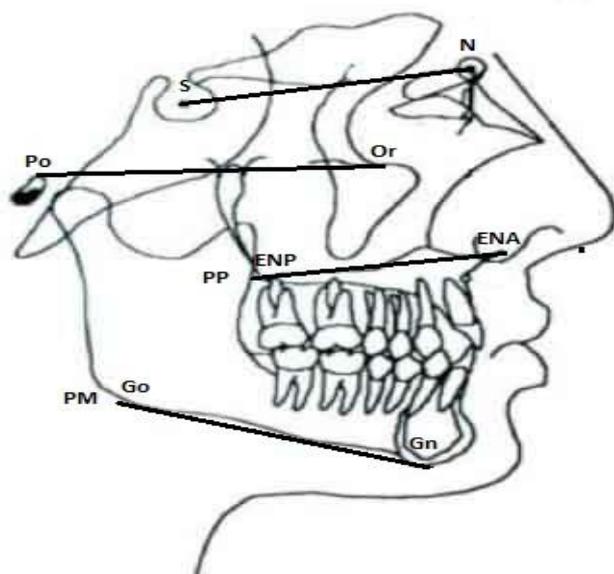


FIGURA 10: Planos Horizontales: Base craneal, plano de frankfurt, plano palatino y plano mandibular.

En el análisis cefalométrico de Steiner⁴⁷ la medida del ángulo Go-Gn; S-N, es decir del plano mandibular (Go-Gn) con el plano S-N (Silla-Nasion) está disminuida (siendo la norma 25°). Figura 11.

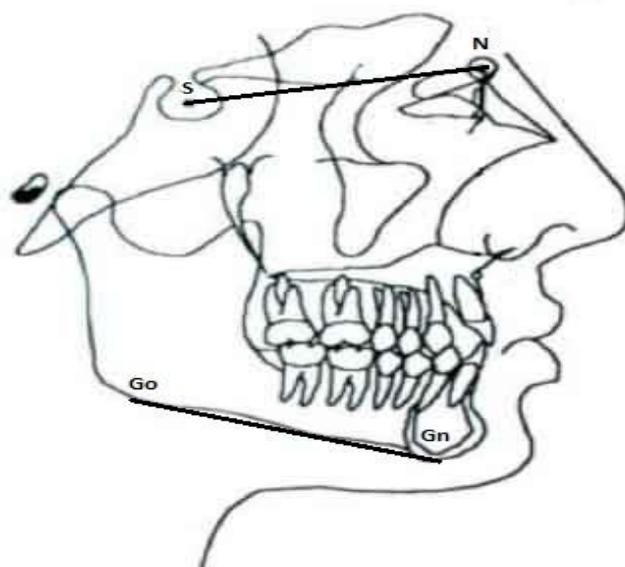


FIGURA 11: Relación maxilo mandibular vertical: Ángulo de Steiner SN-GoGn (n=25º)

SÍNDROME DE CARA LARGA O MORDIDA ABIERTA ESQUELÉTICA

Los rasgos que la identifican son un aumento en la altura del tercio facial inferior, distancia interalar estrecha e incompetencia labial originando exposición excesiva de dientes maxilares anteriores en reposo y sonrisa gingival. Y está caracterizado por una divergencia entre los planos horizontales faciales (SN, PM, PP y Frankfurt). Y en el análisis cefalométrico de Steiner⁴⁷ la medida del ángulo Go-Gn con S-N, está aumentada⁶⁴.

La sobremordida dental vertical es la distancia en sentido vertical de la cantidad que cubre el borde del incisivo central superior al incisivo central inferior y también se puede medir clínicamente, en modelos de estudio o cefalométricamente. Su norma es de 2.5mm⁴⁸. Valores disminuidos son la resultante de una sobremordida disminuida pudiendo llegar a producirse mordida abierta. Los valores aumentados expresarán una mordida profunda.

La identificación precisa de anomalías, así como su duración y complejidad son vitales para el establecimiento de abordaje terapéutico adecuado e individualizado de cada paciente.

Destacar que algunos pacientes con clase II de causa mandibular con posterorrotación mandibular, es decir con retrognatia mandibular, pueden desarrollar un problema caracterizado por el cese temporal de la respiración (apnea) o respiración poco profunda (hipo-apnea) preferentemente durante el sueño caracterizado por bajos niveles de saturación de oxígeno durante estos episodios (SAOS).⁶⁵

Los pacientes afectados por este cuadro presentan un cuadro clínico de somnolencia excesiva, trastorno cognitivo-conductual, trastornos respiratorios, cardiacos, metabólicos o inflamatorios secundarios a episodios repetidos de

obstrucción de la vía aérea superior. El diagnóstico se realiza mediante polisomnografía y estudio volumétrico de la vía aérea^{66,67}.

La patogenia de la apnea del sueño es multifactorial y compleja. Entre los factores predisponentes se incluyen la obesidad, la retrognatia, la hipertrofia de amígdalas y la obstrucción nasal⁶⁸.

HISTORIA Y ESTADO ACTUAL DEL TRATAMIENTO EN LAS ANOMALÍAS CARANEOFACIALES (CIRUGÍA ORTOGNÁTICA Y ORTODONCIA)

La preocupación por la estética facial no ha sido algo reciente en nuestra historia. Ya en las culturas clásicas la belleza se encontraba asociada a unas correctas proporciones faciales.

Cleopatra (69 a.c- 30 a.c) última reina de Egipto fue una referencia de la belleza debido a sus excelentes proporciones faciales.

También en la cultura romana y griega son múltiples los ejemplos de perfiles perfectos inmortalizados en el arte clásico.

Pero no fue hasta muchos años después cuando Leonardo Da Vinci (1452-1519) fue el primero que cuantificó las proporciones faciales. Estableció en su famoso boceto que la regla de los tercios faciales se relacionaba directamente con la belleza.

Sin embargo tuvieron que pasar más de 300 años hasta que Simon P.Hullihen en Baltimore Philadelphia fuera el primer cirujano que propuso realizar osteotomías mandibulares para la corrección de las caras malformadas⁶⁹.

Hullihen realizó una osteotomía de cuerpo mandibular a una paciente afectada de una quemadura facial y, a día de hoy, es considerado el padre de la cirugía ortognática.

Años después surgió la escuela alemana con autores como Wasmund^{70, 71} que desarrolló las primeras osteotomías segmentarias maxilares. Paralelamente las escuelas austriaca y americana desarrollaron múltiples procedimientos quirúrgicos con el fin de reposicionar los maxilares. Destacaron Limberg y su osteotomía mandibular subcondílea (1925) Wunderer, Khole, Hofer, Trauner, Schuhardt, Letterman, Hinds, etc.

Paralelamente la ortodoncia se benefició de la aparición de la radiografía lateral de cráneo y E H. Angle (1855-1930) fue el primero en postular la necesidad de establecer una clasificación de las malformaciones basada en un conocimiento

profundo de todas y cada una de las peculiaridades y variaciones de la normalidad, la oclusión y los rasgos faciales^{3,72}.

A Angle le siguieron numerosos métodos de análisis como los de Down (1948)⁷³ Steiner (1953)⁷⁴ o Tweed⁷⁵ (1954).

Pero sin duda, fue Hugo Obwegeser en 1957 quien con su diseño de la osteotomía sagital mandibular bilateral⁷⁶ dió el impulso definitivo para el despegue de la cirugía ortognática. Similar impulso fue propiciado desde el otro lado del atlántico por William H Bell (1980) quien con sus estudios sobre la vascularización del maxilar superior en macacus reshus popularizó la osteotomía maxilar tipo Le Fort I y la puso al alcance de todos los cirujanos ortognáticos del mundo.

La enciclopedia quirúrgica "Surgical correction of dentofacial deformities"⁷⁷, y la posterior "Modern practice in orthognatic and reconstructive surgery"⁷⁸ fueron durante décadas referencias obligadas de todo equipo ortodóncico-quirúrgico.

El desarrollo en Francia por los grupos de trabajo como el de Champy⁷⁹, de los sistemas de fijación rígidas (miniplacas) significó un incremento sustancial en la estabilidad postoperatoria de los segmentos osteotomizados, mejorando ostensiblemente los resultados postoperatorios tanto en términos de comodidad para el paciente como en términos de disminución de las recidivas.

Los estudios biomecánicos empleados en el tratamiento de las fracturas faciales permitieron la progresiva desaparición de la osteosíntesis alámbricas y, por ende, el principio del fin de los bloqueos intermaxilares rígidos que tantos quebraderos de cabeza ocasionaban al paciente, ortodoncista y cirujano.

Desde entonces se han desarrollado un sin fin de sistemas de fijación rígida que permiten reducir extraordinariamente el tiempo quirúrgico.

Resueltos de manera definitiva las dificultades técnicas básicas surgieron preocupaciones que a día de hoy aún persisten. Durante la primera mitad de la década de los noventa se desarrollaron sistemas de posicionamiento intraoperatorio del cóndilo. Dichos sistemas garantizaban la adecuada colocación del cóndilo, evitaban recidivas precoces y reabsorciones condilares secundarias⁸⁰.

Paralelamente Joseph G McCarthy presentó en el VI congreso mundial de cirugía craneofacial que tuvo lugar en Santiago de Compostela (1992) sus primeros trabajos de distracción osteogénica mandibular. Su inmensa experiencia como jefe del servicio de cirugía plástica de la Universidad de New York quedó plasmado en los seis volúmenes de su obra *Plastic Surgery*⁸¹.

Sus pasos fueron seguidos por los principales cirujanos de la escuela mejicana liderada por Ortiz Monasterio y Molina.

Larry Wolford en 1993 aporta nuevos conceptos en la todavía joven cirugía ortognática^{82, 83}. Destaca los beneficios funcionales y estéticos de los cambios del plano oclusal. Sus postulados siguen plenamente vigentes en la actualidad.

En ese mismo año pero en California Willian G Arnett desarrolla y publica su nueva cefalometría de partes blandas⁸⁴. Sus trabajos sirvieron de base para el posterior desarrollo de los análisis faciales tridimensionales.

Durante esta década la colaboración estrecha de cirujano, ortodoncista y técnico protésico fue facilitando las técnicas, mejorando los resultados a corto, medio y largo plazo y aumentando la precisión de los tratamientos.

El uso de las férulas intermedias se generalizó como propuso Ellis en 1999 ⁸⁵.

A pesar de que la apnea del sueño había llamado la atención de muchos cirujanos ortognáticos de manera aislada no fue hasta la década de los 90 cuando el grupo de Standford (The standford center for sleep sciences and medicine) planteó las bases, aún vigentes, del tratamiento del SAOS moderado y severo mediante avance maxilomandibular y rotación antihoraria del complejo (MMA)⁸⁶.

Con el nuevo milenio y como no podía ser de otra manera, las nuevas tecnologías irrumpieron tanto en la planificación, como en la sala de operaciones.

James Xia⁸⁷ en el año 2009 fue el primero en establecer y desarrollar un nuevo protocolo para la evaluación tridimensional de las malformaciones. Eckhart y Cunningham⁸⁸ en 2004 establecieron nuevos modelos de análisis.

Pero sin duda la aparición de avances radiológicos, fundamentalmente el CBCT (Cone Beam Computed Tomography), supuso el empujón definitivo para el desarrollo de las nuevas tecnologías Cad-Cam (Computer Aid Design-Computer Assisted Manufactured).

Mommaerts⁸⁹ (2001) Xia⁹⁰ (2007) y Metzger⁹¹ (2008) fueron entre otros los precursores de la generalización de estas técnicas.

Más recientemente Yu Ray Chen (2011) plantea la posibilidad de realizar en un primer tiempo la reposición esquelética (surgery first) y en un segundo tiempo el ajuste oclusal ortodóncico aprovechando el fenómeno RAP^{92, 93}, obteniendo excelentes resultados y un acortamiento significativo de la duración global del tratamiento.

Además surgieron intentos de desarrollar posicionadores virtuales de los maxilares consiguiéndose resultados realmente alentadores. Seerberjer⁹⁴ (2011) y Polley⁹⁵ (2012).

Finalmente R. Bryan Bell fue el primero en utilizar la navegación intraoperatoria en la cirugía ortognática⁹⁶. Aplicaba así la experiencia de cirujanos de Hohlweg-Majert, Schmelzeisen y Schramm⁹⁷ (2005) en el tratamiento de la oncología y traumatología facial.

Alexander Gaggle (2013)⁹⁸ presenta niveles de precisión próximos al 100% usando técnicas espaciales de navegación.

En el año 2011 Edward Ellis III⁹⁹ propuso un cambio en la secuencia tradicional de tratamiento en la que se realiza de manera sistemática la reposición del maxilar como primer tiempo quirúrgico.

Para Ellis la colocación de la mandíbula en su posición correcta (mandíbula first) apuntaba inmejorables ventajas en casos concretos tales como aquellos pacientes con rotación antihoraria facial, pacientes con dificultad para diagnosticar una precisa oclusión o pacientes con dificultades intraoperatorias para realizar bloqueo intermaxilar. Desde entonces son cada vez más las escuelas que proponen la realización sistemática de la osteotomía mandibular como primer paso quirúrgico.

Todos ellos basan sus conclusiones en que la posición del cóndilo intraoperatorio evita errores en el proceso de realización de las férulas quirúrgicas que de producirse, serían trasladados al maxilar y en consecuencia a la mandíbula.

APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN EL TRATAMIENTO ORTOGNÁTICO

Cirugía Cad-Cam (Computer Aid Design–Computer Assisted Manufactured).

Como hemos reseñado anteriormente los últimos avances en el desarrollo de imágenes médicas tridimensionales ha significado un impulso de valor extraordinario para el diagnóstico virtual, el desarrollo de planes de tratamiento y posterior valoración precisa de nuestros resultados.

Sin embargo, aplicar esta tecnología a nuestra práctica clínica diaria debe pasar por desarrollar sistemas accesibles a todos los equipos, sencillos de utilizar y a un relativo bajo precio.

Para llegar hasta donde nos encontramos actualmente, se han tenido que resolver no pocos problemas. El primero y mas importante fue la necesidad de que la obtención de la imagen 3d del paciente incluyendo las partes blandas, duras y los dientes se consiguiera con el mínimo nivel de radiación posible. Además todos los estudios tradicionales en la planificación ortodóncica quirúrgica tales como la cefalometría antropométrica, análisis de modelos, cirugía de modelos y simulación de partes blandas debían de estar disponibles en una sola plataforma informática.

Describiré a continuación nuestro protocolo de trabajo para el estudio y tratamiento de las deformidades dentofaciales mas frecuentes en nuestro medio:

1. **Adquisición de imágenes para cirugía 3d virtual.**

En condiciones ideales el paciente debe ser sometido al estudio radiológico en NHP (Natural Head Position) y con la musculatura facial relajada.

La introducción de los nuevos CBCT que permiten obtener imágenes del paciente en bipedestación, con una baja dosis de radiación y además en el ámbito

extrahospitalario, ha supuesto un indudable impulso a la cirugía virtual y por ende a todo el proceso ortognático.

Sin embargo existen aún limitaciones que los ingenieros están tratando de solventar.

- La primera se debe al relativamente bajo volumen obtenido lo que con frecuencia limita en altura y/o profundidad la imagen obtenida.
- En segundo plano, pero también importante, el largo periodo de exposición (20-40 segundos) hace al paciente encontrar dificultades para mantener la cabeza en reposo.
- En tercer lugar, en la actualidad, el CBCT no aporta precisión suficiente a nivel oclusal y de intercuspidadación. Paralelamente obtenemos información de superficie facial mediante el uso de fotografía 3d y/o el uso de escáneres de superficie.

2. Procesamiento de datos: modelo virtual 3D

El siguiente paso es crear un modelo virtual de la cabeza del paciente. Este modelo debe representar de la manera mas precisa posible los tejidos blandos faciales sus bases esqueléticas y los dientes.

El problema de la precisión a nivel oclusal e intercuspidadación parece resuelto. Gateno y Xia en la universidad de Houston¹⁰⁰ desarrollaron un modelo reproducible para integrar la información dental en un modelo facial.

Grupos como el de Swennen y Mollemans en Bélgica han publicado¹⁰¹ el “triple CBCT scan procedimiento” con excelentes resultados en términos de precisión.

Las mayores limitaciones las encontramos a la hora de realizar la valoración de la cobertura de partes blandas. Nuestros modelos adolecen de expresividad y la valoración del movimiento es inexistente.

3. Diagnóstico 3D virtual

Una vez a nuestra disposición el modelo facial virtual, disponemos de la más potente herramienta diagnóstica posible. Sin embargo, la exploración clínica convencional sigue siendo fundamental para completar el diagnóstico definitivo. Toda la información es además fácilmente disponible en una sola plataforma informática y exportada vía internet a cualquier lugar del mundo, con indudables ventajas a nivel científico y docente

4. Planning quirúrgico virtual 3D:

La principal ventaja de este protocolo radica en este punto. Múltiples tentativas quirúrgicas pueden ser realizadas con el objetivo triple de armonizar la cara, conseguir una oclusión funcional y estable y garantizar una vía aérea permeable. FAB (del inglés Face Airway and Bite).

Otra ventaja indudable de este método diagnóstico es la anticipación preoperatoria de los movimientos esqueléticos y la nueva posición de los segmentos osteotomizados. Así, el cirujano anticipa posibles interferencias, contactos óseos potencialmente conflictivos, tamaños de los gaps óseos, necesidad de injertos, etc.

Sin embargo existen movimientos esqueléticos que siguen siendo difíciles de cuantificar, como es el caso de la autorrotación mandibular en descensos maxilares.

5. 3D virtual planning communication:

Una de las mayores desventajas del estudio ortognático tradicional es la complejidad de materiales empleados. Estudios cefalométricos lateral y anteroposterior bidimensionales, modelos, articuladores, etc suponían algo difícil de compartir con otros profesionales médicos (colegas de la profesión).

Ya hemos mencionado que en la actualidad un solo click en nuestro ordenador permite instantáneamente compartir nuestra información en un feed back del ortodoncista y cirujano con las indudables ventajas de la globalización.

6. Confección de Splints quirúrgicos 3D:

Una vez completado el estudio, diagnóstico y plan de tratamiento, se realizan los splints quirúrgicos usando técnicas Cad-Cam. La precisión de estos splints han sido publicados por distintos grupos de trabajo (Gateno y Xia^{102,103} y Hernandez Alfaro^{104, 105}).

7. Transferencia del tratamiento virtual 3d al quirófano.

Todo el personal del quirófano tiene acceso inmediato a la información. En nuestro estudio tratamos de validar el uso de la tecnología Cad-Cam. Si los resultados no fueran satisfactorios nos deberíamos plantear el uso de otras técnicas del tipo de la navegación intraoperatoria, guías de corte customizadas, uso de placas preformadas, introducción del Tac intraoperatorio, etc.

8. Valoración 3D de los resultados:

CBCT postoperatorio, superposición preoperatoria.

HIPOTESIS

En cirugía ortognática la incorporación de la tecnología digital en la planificación virtual 3D y en la preparación de las férulas quirúrgicas con impresión tridimensional (3D) aporta mayor exactitud en el tratamiento quirúrgico ortognático que la técnica clásica mediante planificación con articulador semiajustable y férulas confeccionadas sobre modelos de escayola.

Comparar dos férulas, una confeccionada mediante modelos montados en articulador y otra virtual obtenida con tecnología 3D, para valorar cual de ellas, nos ofrece unos mejores resultados a través del análisis de tres parámetros:

1. Estabilidad intraoperatorias de ambas férulas.
2. Mediciones intraoperatorias de referencias craneofaciales a cada férula.
3. Correlaciones de las medidas planificadas frente a las postquirúrgicas de la férula seleccionada en los planos.
 - Vertical.
 - Anteroposterior.
 - Lateral.

MATERIAL Y MÉTODO

DISEÑO

Se trata de un estudio cuasi experimental debido a que no hay aleatorización de los sujetos y además no existe un grupo control propiamente dicho.

POBLACIÓN A ESTUDIO

Pacientes que acuden a un tratamiento de cirugía ortognática (ortodoncia y cirugía) por deformidad maxilofacial y/o apnea obstructiva del sueño.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

INCLUSIÓN

- Pacientes de ambos sexos, mayor de edad (18 años)
- Que vayan a realizarse un tratamiento de cirugía ortognática y que presenten estudio ortodoncico completo con TAC (preoperatorio y postoperatorio al mes de la cirugía) y férulas quirúrgicas (por articulador y por ordenador).

EXCLUSIÓN

- Pacientes que no presenten consentimiento informado,
- Pacientes que presenten un TAC postoperatorio superior a 2 meses de la cirugía y/o haya recibido tratamiento ortodoncico antes de la realización del mismo que pueda cambiar o alterar los parámetros postquirúrgicos del estudio.

MUESTREO Y TAMAÑO MUESTRAL

MUESTREO

Consecutivo no probabilístico (no aleatoria). Las muestras serán seleccionadas y recogidas según sean reclutados para su tratamiento.

TAMAÑO MUESTRAL

Se trata de una muestra apareada.

Por tratarse de un estudio en fase preliminar y debido a que la incidencia de esta patología es relativamente baja, serán seleccionados 30 casos.

MATERIAL

MATERIAL PREQUIRÚRGICO

El material utilizado va a ser común para ambas técnicas en una primera etapa para pasar luego a diferenciarse según la técnica que se empleara para la realización de las férulas por articular o de forma virtual a través de la tecnología tridimensional.

PARA AMBAS TÉCNICAS

Tanto el sistema de trabajo tradicional como el virtual parten de un estudio clínico tradicional y una planificación desde programas en 2D incluso el objetivo visual de tratamiento (VTO) en cefalometría.

1. Nemotec 2D:

Programa informático de cefalometrías en 2D

Requisitos técnicos recomendados:

- **Sistema Operativo** **Mínimo:** Windows 7, 8.x, 10 en versión Professional y 32 bits
Recomendado: Windows 7, 8.x, 10 en versión Professional y 64 bits.
- **Sistema Operativo Preferible** **Windows 10 Professional 64 bits**
- **Procesador** **Mínimo:** Intel Core i3, i5 **Recomendado:** Intel Core i7 a 2,8 Ghz
- **Memoria RAM** **Mínimo:** 2 Gb **Recomendado:** 4 Gb.
- **Tarjeta Gráfica** **Mínimo:** Tarjeta tipo GPU con 1 Gb mínimo de VRAM total dedicada
Recomendado: 2GB VRAM dedicados (se recomienda encarecidamente NVIDIA ya que son las más testeadas)
- **Espacio Disco** **Entre 3 y 5 Gb** para la instalación del software. Se necesitará espacio adicional, según el volumen de los casos que se aborden
- **Configuración** Permitir acceso a Comunicación TCP/IP a los ejecutables NemoServer.exe y NemoStudio.exe
- **Velocidad de Red (wired or wireless)** En Instalaciones en Red Local. **Mínimo recomendado 1 Gb.**
- **Acceso a Internet** Sí, obligatorio para el control de licencias (id virtual).
- **Mouse** Se recomienda encarecidamente su uso con 3 botones y botón central tipo rueda.
Bootcamp (Windows nativo) con las máximas prestaciones. **Máquina virtual ejecutando Windows.**
- **Ordenadores Apple Macbook, iMac** Tradicionalmente se ha recomendado Parallels pero se está evaluando VMWare que parece que da mejores prestaciones. Es aconsejable configurar la máquina virtual con los requisitos mínimos de Windows indicados más arriba.

2. El Material de impresión usado para la toma de modelos es el Poliéter Impregum™ Penta™®.

Se caracteriza por un alto nivel de exactitud en la reproducción de detalles y en la estabilidad dimensional. Pero la ventaja más importante de los poliéteres sobre otras clases de materiales de impresión es la calidad de las impresiones y, aún en situaciones clínicas difíciles, la alta precisión.

La reproducción tan detallada del poliéter es principalmente el resultado de su hidrofiliidad inicial. Esto significa que el material es capaz de fluir sobre superficies mojadas con sangre o saliva.

El material está disponible en bolsas de aluminio (base y catalizador) que se abren de forma automática en el interior de una máquina mezcladora (Pentamix™®).

Esto elimina los posibles errores del operario en la mezcla.

3. Escayola GC Fuji Rock® EP - Premium line polar white.

Es un Yeso tipo 4 de gran calidad.

Cuenta con una presión alta y una gran dureza en el borde lo que permite que Fuji Rock cree un modelo preciso

Su superficie es extremadamente lisa, pero no reflectante, lo que le confiere una escaneabilidad óptima con todos los sistemas de escáner óptico y por láser.

4. Cera azul Almore

Son láminas de cera termoplásticas para que el registro de mordida sea estable, no se encogen ni deforman y son ideales para comprobar y mantener exactos los registros de mordida. Las láminas se calientan al baño maría a 57º durante un minuto. Las láminas se ajustan a la boca con detalle y se fijan con agua a temperatura ambiente, obteniendo así una nítida y perfecta impresión cuspídea

5. Papel de oclusión de Bausch BK61 azul de 40 micras

Papeles ultradelgados y resistentes para la visualización de la oclusión. Con propiedad de marcación precisa por su bajo grosor. Evitan contactos erróneos o borrosos.

TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN CON ARTICULADOR

1. Articulador SAM III®. Articulador semiajustable. Figura 12.



FIGURA 12: Articulador SAM III ®.

2. Arco facial Axioquick® con el portahorquillas AX para el montaje del modelo superior; también llamado Arco de transferencia craneal¹⁰⁶ (ya que transfiere el eje de bisagra o lo que es lo mismo la relación de los cóndilos y el maxilar del paciente al articulador). Así se puede orientar los modelos inferiores en relación céntrica. Figura 13



FIGURA 13: Arco facial AXIOQUICK®

3. Resina acrílica Dentaplast KFO® para la fabricación de férulas

4. Plataforma de Erickson® (Model Block and Platform Model Measuring Kit Great Lakes Digimatic- GLD (Great Lakes Orthodontic Ltd, Tanawanda, NY).

Mide con precisión los modelos quirúrgicos articulados en los tres planos de espacio. Los movimientos verticales, anteroposteriores y transversales de los segmentos

de maxilar y mandíbula pueden ser cuantificados con exactitud. Las líneas de referencia paralelas se trazan con precisión y rapidez en todos los planos. Los Kits de medida del modelo y los bloques extra están disponibles para SAM®. Figura 14.

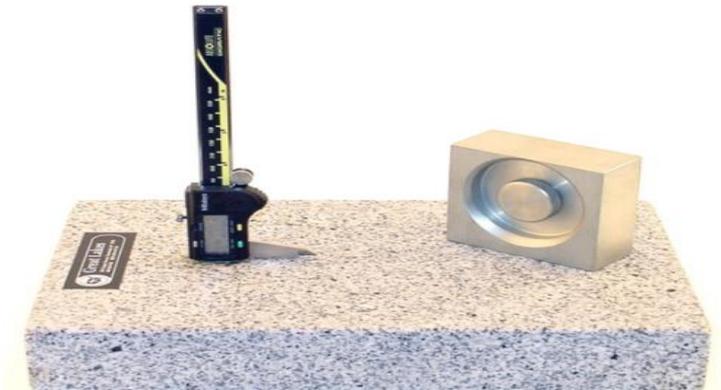


FIGURA 14: Model block y la plataforma de ERICKSON®

TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL E IMPRESIÓN 3D

1. Escáner de Tomografía Computarizada. General Electric® (GE) (General Electric Medical Systems, Milwaukee). Figura 15.

- Modelo: Brightspeed Elite ASiR. 16 cortes.
- Programa informático de reconstrucción multiplanar: Dentascan®
- Nuevo BrightSpeed Elite con Ultra Baja Dosis ASiR Edición 2010 Equivalente a 50 cortes con estación de trabajo AW Volumen Share 4.



FIGURA 15: Escáner médico. General Electric®

CT de GE Multidetector Volumétrico Helicoidal de altas prestaciones con detectores sólidos HiLight Matrix II, diseñado con la plataforma informática multitarea tiempo real Xtream FX.

2. Software programa Timeus® :

El software tiene una precisión de milésimas de una calibración milimetrada, dando lugar a una calidad de impresión de 0,29 micras. Características: Modelado 3D, animación, texturizado, cinemático.

3. Escaneado de modelos: Open Technologies Smart Big

Permite una completa integración con el software Cad-Cam principal. Y es óptimo para trabajar en proyectos en que se necesite usar el Articulador. Formato de archivos de Entrada- Salida: STL,OBJ, OFF, PLY

Tiempo de escaneado (Arcada Completa) C.CA 40 Sec

4. Acrílico para la impresora

5. impresora 3D dental Objet30 OrthoDesk

- Materiales de soporte: SUP705 / SUP 706
- Espesor de capa (eje Z): capas de impresión hasta 30 μ (0,0011 pulgadas)
- Resolución de impresión: Eje X 600 ppp; eje Y 600 ppp; eje Z 900 ppp
- Cartuchos de material: cuatro cartuchos sellados de 1 kg (2,2 lb)

6. Material de impresión: VeroGlaze MED620

MATERIAL INTRAOPERATORIO

1. Instrumental quirúrgico junto con calibrador y pie de rey
2. Férulas manual y virtual

MATERIAL POSTQUIRÚRGICO

1. Escáner de Tomografía Computarizada.
2. Software programa Timeus

MÉTODO

MÉTODO PREQUIRÚRGICO

El métodoal empleado va a ser común para ambas técnicas en una primera etapa para pasar luego a diferenciarse según la manera de realización de la férula por articulador o por el sistema de realización a través del ordenador de manera virtual

PARA AMBAS TÉCNICAS

Pasamos a describir el protocolo clínico común seguido por todos los pacientes en nuestro estudio.

- 1 Consentimiento informado
- 2 La realización de un estudio clínico completo, con toma de datos de filiación, fotografías extraorales e intraorales, radiografías, cefalometrías y planificación quirúrgica en cualquier sistema tradicional de uso actual (Nemotec®).
- 3 Toma de impresiones dobles superior e inferior con material poliéter de la marca Impregun de 3M®
- 4 Escaneado de los modelos de escayola o escaneado intraoral de las arcadas dentarias
- 5 Toma de cera rígida (Almore®) en posición céntrica sin llegar a perforar con mínima separación en las piezas más próximas (menor de 1mm)
- 6 Fotografía de contactos oclusales en arcada superior localizados con papel de articular de 40 micras después de haber tomado la cera rígida (marcando si existe algún contacto prematuro).

- 7 Toma de cera de apertura de 4 a 5mm de separación interoclusal de las piezas más próximas, reproduciendo toda la huella oclusal de ambas arcadas sin abrazar la cera las caras vestibulares

TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN CON ARTICULADOR

En la técnica tradicional con articulador SAM III® se procede de la siguiente manera:

1. Toma del arco facial: El arco facial se posiciona a través de unas olivas en el interior de los conductos auditivos externos del paciente y se procede a poner el registro de la horquilla con cera o godiva en la huella de los dientes de la arcada superior del paciente y el plano de Frankfurt en la horizontal verdadera.

En el articulador se posicionan las trayectorias condíleas a 30 grados y el ángulo de Bennet a 15 grados y se realiza el montaje de los modelos de escayola de la arcada superior en articulador SAM III® con escayola sobre una pletina y se reproduce la inclinación del plano oclusal con respecto al plano de Frankfurt.

2. Montaje en el articulador del modelo inferior a partir de la cera en céntrica apoyado sobre el modelo superior y posicionando el pin incisal en la rama superior del articulador a 0mm.
3. Comprobación de la apertura en articulador con la cera tomada en apertura y también se certifica el primer o primeros puntos de contacto.
4. Con los modelos y la mesa de Erickson se toman las medidas de los parámetros originales. En los puntos bilaterales de molar (cúspide mesiovestibular) canino (cúspide) y línea media en los tres planos del espacio de ambos maxilares y comprobación de los mismos.
5. Planificación de la cirugía de modelos donde se determinar por donde empezar, si por la arcada superior o inferior.

6. Generar la nueva posición del primer maxilar a operar (maxilar o mandíbula) de acuerdo al tratamiento propuesto en el STO (Surgical Treatment Objectives) sobre la mesa de Erickson y nuevo montaje en el articulador y toma de las medidas de los parámetros planificados y comprobación de los mismos (en molar canino y línea media en los tres planos del espacio).
7. El segundo maxilar todavía sin operar al llevar a oclusión genera una oclusión intermedia (en caso de no ser operado el segundo maxilar esta oclusión será la oclusión final)
8. Generar la nueva posición del antagonista en oclusión final si la cirugía es bimaxilar y de nuevo registrar los parámetros planificados y comprobación de los mismos (en molar canino y línea media en los tres planos del espacio)
9. Fabricación de las férulas quirúrgicas: Sobre el articulador se posiciona el primer modelo del maxilar operado y el segundo modelo sin operar para fabricar la primera férula “férula intermedia” con el acrílico de fotopolimerizar, que es portadora de la información de los movimientos del maxilar operado en sus cambios sagitales y transversales.
 - Los verticales se realizan intraquirófono.
 - Una vez realizada esta férula se mantiene el primer modelo operado y se quita el modelo sin operar del articulador colocando el modelo antagonista operado con la oclusión final, se coloca el pin incisal entre 1 y 2mm de separación intercuspídea para que con el acrílico de fotopolimerizar realizar la última férula, denominada férula final.
 - En el caso de solo ser operado un maxilar y no ser operado el segundo maxilar será solo una férula a realizar y esta se denominará también férula final.

- Con una fresa de diamante se realizan a las férulas una marca en la zona de la cúspide canina de la férula y unas perforaciones que perforen el contorno exterior de la férula. Será marcada con color rojo o azul elegido al azar y diferente al de la férula manual.

TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL E IMPRESIÓN 3D

- 1 Realización del CBTC , Utilizando una cera en relación céntrica. Todos serán remitidos al mismo centro y tomado el mismo registro de cbct
- 2 Escaneado de los modelos del paciente (intraoral, extraoral) y ceras en céntrica y en apertura
- 3 Interpretación del CBTC y preparación de superficies virtuales
- 4 Fusión de modelos y CBTC
- 5 Toma de arco facial virtual (localización de planos)
- 6 Montaje de ceras y creación de articulador virtual (apertura y cierre) sobre el plano de Frankfurt.

Tras comprobar la coincidencia del primer o primeros contacto se toman las medidas originales (en molar canino y línea media en los tres planos del espacio)

- 7 Generar movimientos virtuales del primer maxilar determinado a operar y la comprobación de parámetros generados (en molar canino y línea media en los tres planos del espacio).

El segundo maxilar todavía sin operar genera una oclusión intermedia (en caso de no ser operado el segundo maxilar esta oclusión será la oclusión final) .

- 8 Generar una oclusión final virtual a partir de la cirugía del segundo maxilar antagonista y la comprobación de esos parámetros (en molar canino y línea media en los tres planos del espacio).

- 9 Fabricación de las férulas quirúrgicas a partir de los parámetros obtenidos. Tecnología Cad-Cam.

En el sistema de ordenador también posicionamos ambos maxilares sobre un articulador virtual. Se posiciona el primer maxilar operado y el segundo sin operar sobre el sistema 3d de Timeus y sobre la oclusión intermedia y con la mínima separación intercuspídea el técnico del laboratorio genera una férula virtual que será la que se imprimie en el dispositivo de impresión 3D generando así la férula intermedia virtual.

Posteriormente el técnico cambia el maxilar no operado por el final operado en oclusión final y abriendo ligeramente la trayectoria cuspídea hasta 1 o 2mm se realiza la férula final virtual que de nuevo será impresa en la impresora 3D.

Las férulas serán confeccionadas con unos orificios en todo su contorno exterior y con una muesca en la zona de la cúspide del canino. Será marcada con color rojo o azul elegido al azar y diferente al de la férula manual.

El técnico del laboratorio virtual nos dará dos medidas de canto interno del ojo derecho a la cúspide del canino derecho del primer maxilar que será operado y una segunda medida con el canino derecho del primer maxilar ya operado.

MÉTODO QUIRÚRGICO

PROTOCOLO PREQUIRÚRGICO

Nuestro paciente ingresa en el hospital 12 horas antes de la cirugía. Se le aplica medidas estándar de higiene (incluidas enjuagues bucodentales con clorhexidina) y se procede a la realización de pruebas cruzadas de sangre (ningún paciente en nuestra serie preciso de transfusión). Así mismo se le suministra Diazepan 5mg y permanece en ayunas 8h preoperatorias.

Al ingreso se comprueban las férulas quirúrgicas; así como la confirmación de las medidas aportadas por el técnico del laboratorio.

PROTOCOLO QUIRÚRGICO

La cirugía se realiza bajo anestesia general e intubación nasotraqueal e hipotensión controlada.

Se realiza infiltración preoperatoria con solución anestésica y vasoconstrictora (lidocaína y adrenalina 1/200.000) y se realiza taponamiento faríngeo posterior que reduce la deglución accidental de sangre y fluidos y evita la siempre molesta sonda nasogástrica. Durante la inducción anestésica se suministra profilaxis antibiótica (Amoxicilina/ Ácido Clavulánico 2 gr).

El cirujano procede a la cirugía del primer maxilar a operar. Procedemos a describir de forma concisa las diferentes técnicas quirúrgicas utilizados para tratar las anomalías craneofaciales que nos ocupan durante el período de estudio, y las desglosamos independientemente de la secuencia en la que fueron realizadas.

1.- Maxilar superior: La osteotomía maxilar tipo Le fort I es el Gold estándar de la cirugía maxilar desde los estudios de Bell⁷⁷. Esta osteotomía permite de manera segura reposicionar el maxilar superior en las tres dimensiones del espacio.

El abordaje se realiza a través de una incisión en el fondo del vestíbulo superior que transcurre un centímetro por encima de la encía queratinizada y se extiende entre ambas regiones premolares.

Se procede posteriormente a una disección subperióstica exponiendo toda la pared anterior del maxilar desde la apófisis piriforme hasta la sutura pterigomaxilar, teniendo especial cuidado en el despegamiento subperióstico del suelo de las fosas nasales.

Una vez expuesto el campo quirúrgico, se procede a realizar la osteotomía con sierra recíproca (Stryker®) desde la tuberosidad del maxilar hasta la pared lateral nasal en su apófisis piriforme.

Posteriormente, se procede a la desinserción del septum nasal desde la espina nasal anterior hasta el límite posterior del vómer. Finalmente se realiza la disyunción pterigomaxilar utilizando para ello escoplos curvos (Kawamoto).

Si todas las osteotomías se han completado de forma satisfactoria se procede a la desimpactación en bloque del maxilar, o técnica "Down fracture" que se realiza ejerciendo presión de craneal a caudal sobre el maxilar superior osteotomizado, dejando sólo el tejido blando responsable de la vascularización del fragmento segmentado.

Es de vital importancia no aplicar presiones excesivas ya que maniobras intempestivas pueden provocar fracturas del hueso esfenoides con irradiación basicraniana y por lo tanto, con consecuencias potencialmente fatales.

Con frecuencia nos encontramos con problemas transversales o de doble plano oclusal que nos obligan a realizar osteotomías segmentarias en el maxilar. Para ello una vez completado el down fracture se realiza una osteotomía de craneal a caudal entre las piezas 12-13 y 22-23 y se completa con una osteotomía cefálica a los ápices dentarios. Dicha osteotomía se realiza con un bisturí piezoeléctrico (Piezoelectric Surgery Mectron®). Esto limita de forma extraordinaria la posibilidad de causar daños a la mucosa palatina y a las raíces dentarias.

Para finalizar se realiza una osteotomía palatina (medial o paramedial).

De esta manera obtenemos tres o cuatro porciones maxilares que pueden recolocarse en los tres planos del espacio.

Es importante recalcar el especial cuidado en el manejo de los tejidos blandos (vestibular y palatino) por el riesgo de necrosis avascular de los segmentos que conlleva la segmentación maxilar.

Una vez liberado el maxilar (segmentado o sin segmentar), es llevado a su posición utilizando la férula quirúrgica que aporta la información en planos sagital y transversal exclusivamente.

Los cambios verticales se realizan con mediciones intraoperatorias. Una vez colocado el maxilar se procede a la osteosíntesis con la colocación de placas y tornillos. Se usan 4 placas con al menos dos tornillos en cada lado de la miniplaca y tornillos de titanio (Stryker®).

2.- Hueso mandibular: el abordaje quirúrgico se realiza a partir de una incisión que sigue la línea oblicua externa desde la mitad de la rama mandibular hasta el segundo molar inferior, dejando al menos 5mm de mucosa libre no adherida que permita una sutura segura.

Se realiza una disección subperióstica en las caras bucal y lingual mandibular. Visualizamos la línula y la entrada del nervio dentario, a través del foramen situado en la cara interna de la rama mandibular. Este paso es de gran importancia para evitar lesiones del nervio dentario durante la osteotomía horizontal.

La osteotomía horizontal de la rama mandibular se inicia por la región antero interna, 5mm por encima de la línula, tomando una dirección paralela al plano oclusal, alargando dicha osteotomía hasta 3.4mm posterior a la línula. Esta osteotomía se continua a través de la línea oblicua externa hasta la región mesial del segundo molar. Por tanto la osteotomía sigue una dirección de lingual en su límite superior a vestibular en la inferior.

La osteotomía del cuerpo mandibular por la cara bucal, se realiza desde el extremo mas caudal de la osteotomía realizada a nivel del segundo molar hasta el borde inferior de la basal mandibular y debe incluir toda la cortical del cuerpo mandibular¹⁰⁷.

La osteotomía se realiza a nivel cortical con bisturí piezoeléctrico lo que minimiza el riesgo de lesiones en el paquete vasculonervioso y se completa con el uso de escoplos.

Completada la osteotomía y colocado el cuerpo mandibular en la posición deseada mediante el uso de la férula quirúrgica se procede a su estabilización y osteosíntesis usando miniplacas y tornillos de titanio (Stryker®)

El cirujano, realizada osteotomía del primer maxilar independientemente de cual sea (maxilar o mandibular) procede a doble ciego a la comprobación de la estabilidad de las férulas intermedias manuales y virtuales (percepción del mínimo decalaje de las huellas de las férulas con las cúspides del paciente) y elige con ello con que férula posicionara el maxilar movilizado.

Una vez fijado el primer maxilar operado con la primera férula “intermedia” (manual o virtual), se procede por parte del ortodoncista, también cegado, a medir con un pie de rey sobre la muesca de la férula intermedia en la zona de la cúspide del canino, hasta el canto interno del ojo.

Estas medidas serán anotadas en el Spss® comparadas con las facilitadas por el técnico del laboratorio.

El segundo maxilar a operar se posiciona con la segunda férula “final”.

PROTOCOLO POSTOPERATORIO

Todos los pacientes salen del quirófano sin bloqueo intermaxilar. Los casos bimaxilares son trasladados a la unidad de cuidados quirúrgicos (UCQ) donde permanecen 24h bajo intubación endotraqueal.

Se mantiene profilaxis antibiótica y se pautan corticoides a dosis medias (urbason 40g/8h). Solo en casos potencialmente de riesgo (pacientes añosos, obesidad, o uso prolongado de anticonceptivos) se aplica medicación anticoagulante y medidas físicas antiembolismo.

El paciente es extubado bajo la presencia de equipo anestésico y quirúrgico a las 24h postoperatorio. Se traslada a la planta de hospitalización donde continua con tratamiento antibiótico y corticoides. Se pauta dieta blanda y se estimula la deambulacion precoz.

A las 48 horas se realizan los controles radiológicos básicos (ortopantomografía y telerradiografía lateral) y el paciente es dado de alta.

La estancia hospitalaria media en nuestra serie ha sido de 3 días

Todos los pacientes son seguidos en consultas externas con frecuencia semanal durante el primer mes postoperatorio y controlado simultáneamente por el equipo ortodóncico.

Se reinicia la dieta blanda de manera progresiva a partir en la tercera semana.

En la semana seis se realizan nuevos controles radiográficos básicos.

Tres semanas posteriores a la cirugía y sin que se haya producido ningún movimiento ortodóncico se deriva al paciente a la realización de un nuevo CBCT a través del cual se medirán de nuevo los parámetros de molar canino y línea media en los tres planos del espacio de los maxilares operados.

En aquellos casos que presentaban SAOS se les deriva a realizar una nueva polisomnografía al sexto mes postoperatorio.

VARIABLES UTILIZADAS

INDEPENDIENTES

- Férula (categórica, dicotómica): manual con articulador/ 3D por CBCT.
- Cirugía ortognática (categórica politómica): antes/simulada/después cirugía.

DEPENDIENTES

- Medidas de molar (derecho e izquierdo), canino (derecho e izquierdo) y línea media en los tres planos (vertical, AP, lateral) en ambos modelos prequirúrgico y postquirúrgico de ambas técnicas del articulador y tridimensional. Variables cuantitativas continuas.
- Medida tomada antes de la cirugía de comprobación con la referida por el técnico de canto interno del ojo a canino obtenidas por las medidas de

referencia con las férulas para comparar la exactitud del movimiento de las férulas operadas para la elección final. Variable cuantitativa continua.

- Férula quirúrgica utilizada. Variable cualitativa dicotómica (3D, articulador)
- Medida del canto interno del ojo al canino derecho con la férula intermedia utilizada (articulador o Virtual).

VARIABLES CONTROL/SOCIODEMOGRÁFICAS

- Sexo (cualitativa dicotómica).
- Edad: fecha (dd.mm.yy) .
- Brackets (cualitativa dicotómica).
- Maxilar (cualitativa dicotómica): segmentado o no segmentado.
- Centrado de línea media maxilar (cualitativa dicotómica).
- Mandibular (cualitativa dicotómica).
- Centrado de línea media mandibular (cualitativa dicotómica).

MÉTODO ESTADÍSTICO

Como programa estadístico se utilizó la aplicación SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences, Inc. Chicago, Illinois, USA) en su versión 15 para Windows®.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Para el análisis descriptivo de las variables cuantitativas se emplearon, como índices de tendencia central y de dispersión: la media aritmética y su desviación típica – representados como \bar{x} (DE)- o la mediana y el rango intercuartílico –representados

como Md (IQR)- , en función de asumirse, o no, respectivamente, el supuesto de la normalidad de las distribuciones, determinado mediante el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S).

Para las variables categóricas se utilizaron sus frecuencias absolutas y relativas en tantos por ciento.

La representación gráfica de las variables cuantitativas se efectuó mediante gráficos de: barras, cajas o líneas; para las variables categóricas se utilizaron gráficos de: barras de frecuencia o sectores.

ESTADÍSTICA INFERENCIAL

La medida de asociación entre dos variables categóricas se efectuó mediante la χ^2 de Pearson, o la prueba exacta de Fisher si ambas eran dicotómicas.

Para determinar la asociación entre una variable independiente dicotómica y dependiente cuantitativa de distribución paramétrica (K-S) se empleó la t de Student para muestras independientes. Se valoró el efecto mediante la diferencia de medias, y la precisión mediante el intervalo de confianza del 95%. Si la variable dependiente vulneraba el supuesto de la normalidad (K-S) se empleó el test U de Mann Whitney. La medida del efecto se valoró mediante la diferencia de las medianas.

La medida de asociación entre una variable independiente politómica y dependiente cuantitativa se estimó con el test F de Snedecor (ANOVA de una vía) o con el de Kruskal Wallis, dependiendo del carácter gaussiano o no (K-S), respectivamente, de dicha variable cuantitativa.

Las comparaciones múltiples "*post hoc*" se efectuaron mediante el test de Bonferroni, para distribuciones paramétricas, o con el test de las medianas, para distribuciones no paramétricas, previa corrección del nivel de significación estadística según el número de comparaciones.

Para determinar la relación entre dos variables cuantitativas independientes, se utilizó la correlación bivariada de Pearson, si ambas asumieran el supuesto de la normalidad (K-S), o Rho de Spearman, si al menos una lo vulnerase. En ambos casos se

obtuvo el correspondiente coeficiente de correlación (r). Tabla 3.

TABLA 3: Valor del coeficiente de correlaciones "r"

Valoración del coeficiente r	
Valor de r	correlación
< 0.20	Pobre
0.21 - 0.40	Débil
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Buena
0.81 - 1.00	Muy buena

En todos los casos, como grado de significación estadística se consideró un valor de $p < 0,05$.

TAMAÑO MUESTRAL

La muestra objeto de este estudio esta formada por 30 pacientes, mayores de edad, reclutados en el Hospital Central de la Defensa "Gómez Ulla" (n=2) y en el Hospital Universitario "Ramón y Cajal" (n=28) durante el período comprendido entre 2014 y 2016 ambos inclusive.

EDAD Y SEXO

Las pacientes en el momento del diagnóstico tenían edades comprendidas entre los 19 y los 56 años, siendo la edad media de 33 años (DE:11) que se corresponde con un percentil 50 de 29 años. Gráfico 1.

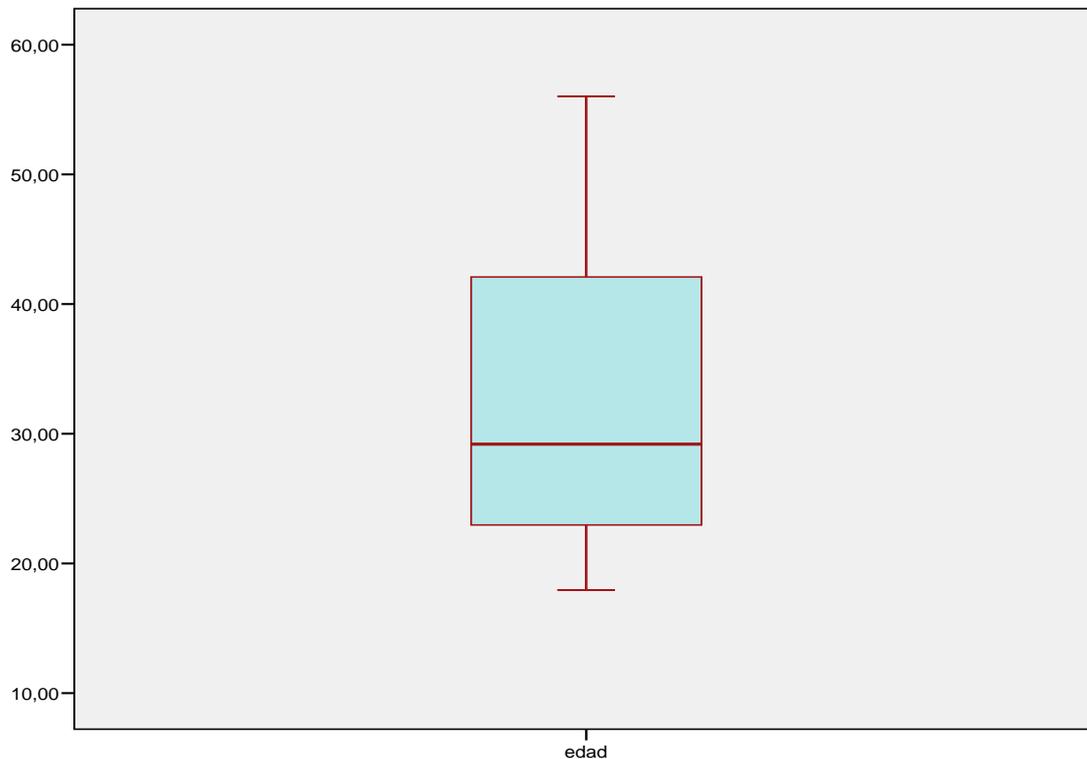


GRÁFICO 1: Distribución de la edad en nuestra población.

El 50% de los pacientes eran varones (n=15).

Si analizamos la edad en función del sexo de nuestra población a estudio, se observa en el gráfico 2 que la edad media de los varones es superior en un año con

respecto a las mujeres, la edad media de los varones es de 33 años (DE:10) y para las mujeres es de 32 años (DE:13).

Las diferencias encontradas en la edad en función del sexo no fueron estadísticamente significativas.

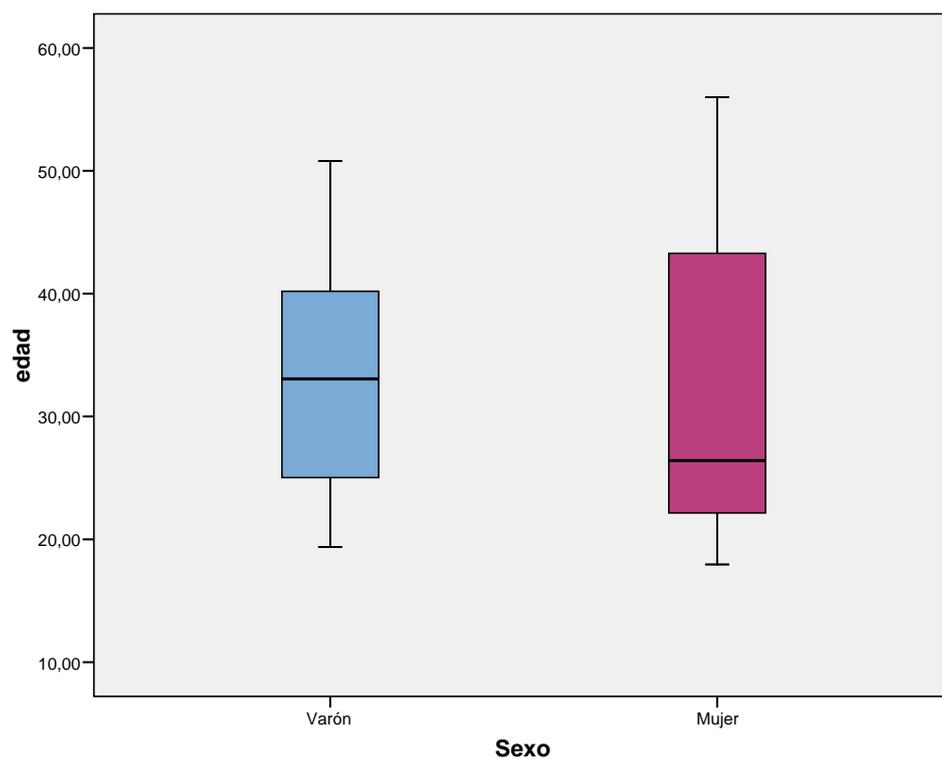


GRÁFICO 2: Distribución de la edad en función del sexo de los pacientes.

ESTUDIO PREOPERATORIO: CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES

Según las características de los pacientes se realiza el estudio y planificación quirúrgica.

TIPOS DE ANOMALÍAS

Como se observa en el gráfico 3, solo dos pacientes del estudio presentaron malformación congénita (un labio leporino y un síndrome de Nager) frente a 28 diagnosticados como deformidad adquirida; de los cuales 5 pacientes presentaban síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS).

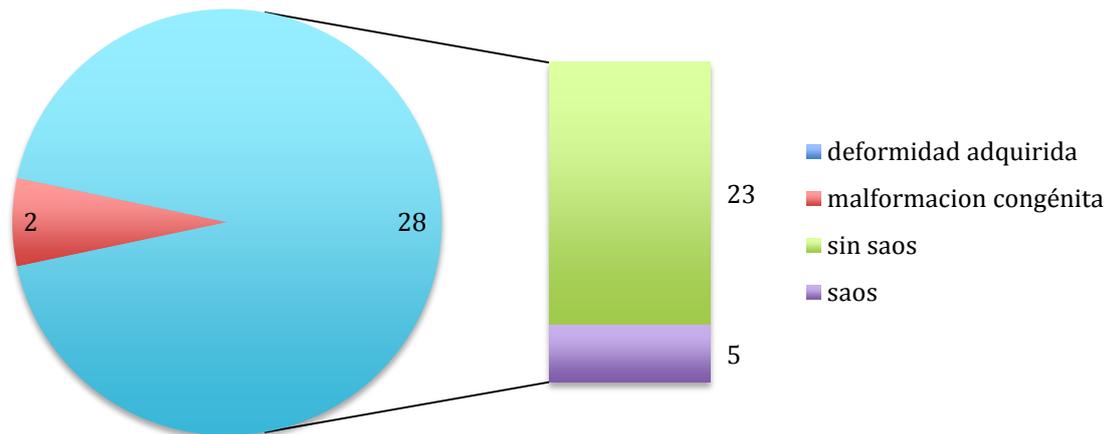


GRÁFICO 3: Patología asociada de nuestros pacientes en términos absolutos (n=30).

DIAGNÓSTICO DE MALOCLUSIÓN

Hemos tratado de reagrupar las distintas variables de maloclusión en el plano anteroposterior, vertical y trasversal junto con la presencia de asimetría para dar una visión en conjunto de la patología que afecta a nuestros pacientes. Todo ello queda plasmado en el gráfico 4.

La patología más frecuente, fue la clase III maxilar dólido con afectación

trasversal y presencia de asimetría (13,3%), correspondientes a 4 pacientes.

Le siguieron en frecuencia con un 10% (n=3) cada una:

- Clase II mandibular con la afectación dólíca en el plano vertical.
- Clase III en el maxilar con la afectación braquifacial en el plano vertical.
- Clase III mixta dolicofacial asimétrica.

Con dos pacientes en cada una de las siguientes patologías (6,7% del total):

- Clase II mixta dólíco asimétrico.
- Clase II mixta dólíco transversal asimétrico.
- Clase III maxilar asimétrica.
- Clase III maxilar braquifacial transversal asimétrico.

Por último con un único paciente (3,3% del total de patologías):

- Clase II mandibular.
- Clase II mixta.
- Clase II mixta dólícofacial.
- Clase III maxilar braquifacial.
- Clase III maxilar asimétrica.
- Clase III maxilar dólícofacial asimétrico.
- Clase III maxilar transversal asimétrico.
- Clase III mixta braquifacial asimétrico.
- Clase III mandibular dolicofacial transversal asimétrico.
- Clase III mixta dolicofacial transversal asimétrica.

Diagnóstico

valor absoluto (n)

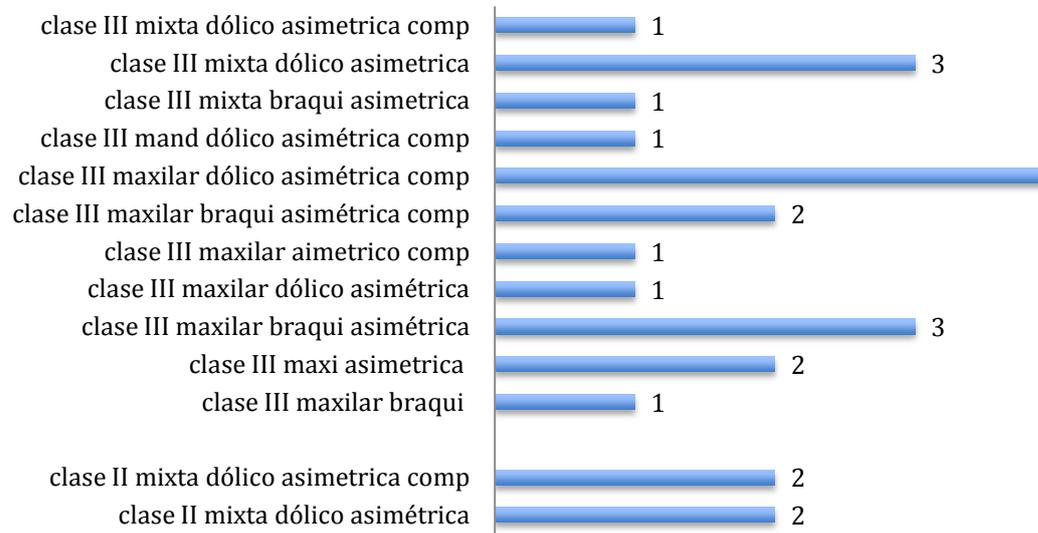


GRÁFICO 4: Diagnóstico de nuestros pacientes expresado en valores absolutos.

MALOCLUSIÓN EN EL PLANO ANTEROPOSTERIOR

Como podemos observar en el gráfico 5, de todas las maloclusiones en el plano anteroposterior, la gran mayoría (46,6%) recaen en la clase III Maxilar, un 23,3% en cada uno de los sexos (n=7 pacientes en cada sexo). Le siguen en frecuencia con un 20% las de Clase II Mixta (n=6), que desglosado por sexo corresponde a un 6,7% para los varones (n=2) y un 13,3% para las mujeres(n=4).

En tercer lugar nos encontramos las maloclusiones anteroposteriores Clase III Mixtas con un 16,7% (n=5); un 13,3% en los varones (n=4) versus un 3,3% en las mujeres(n=1).

Todas las maloclusiones clase II de causa mandibular fueron los diagnosticados como síndrome de apnea obstructiva de sueño y se presentan en un 13,3% del total de nuestra muestra (n=4), repartidos en un 6,7% para cada uno de los sexos (n=2 pacientes en cada sexo).

Por último, la maloclusión anteroposterior menos frecuente fue la Clase III Mandibular con un 3,3%, que afectó únicamente a una mujer. Gráfico 5.

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el sexo y las maloclusiones en el plano anteroposterior.

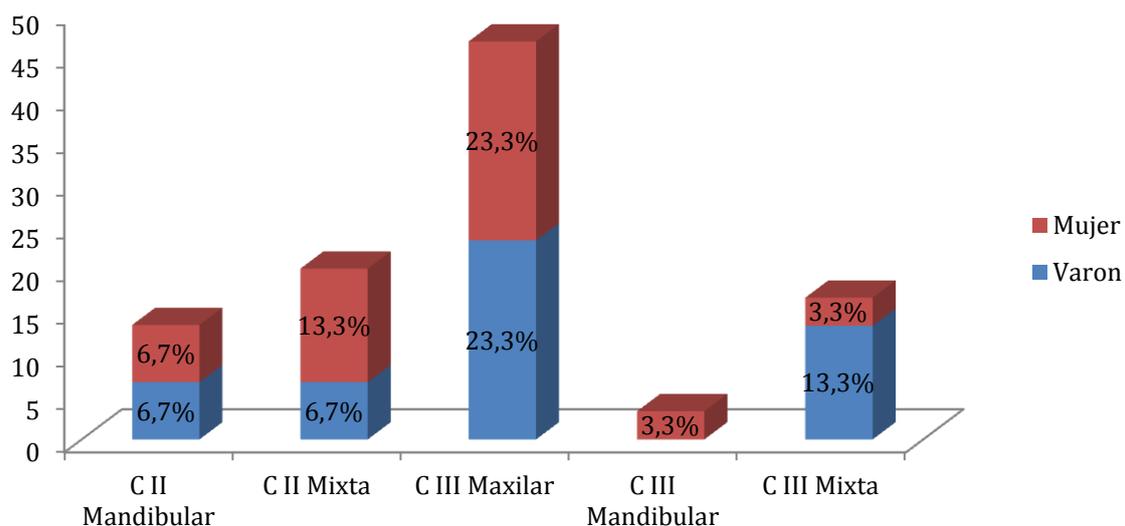


GRÁFICO 5: Porcentaje de maloclusiones en el plano anteroposterior desglosadas por sexo.

MALOCLUSIÓN EN EL PLANO VERTICAL

En nuestra muestra la minoría, concretamente un 16,7 de los pacientes no tenían ninguna maloclusión en el plano vertical, que se corresponde con un valor absoluto de 5 pacientes; dos varones y tres mujeres, 10% y 6,7% respectivamente.

El resto, el 83,3% de los pacientes sí presentaban algún tipo de maloclusión en el plano vertical, ya fuese este braquifacial o bien dólicofacial.

El 23,3% de la muestra con maloclusión en el plano vertical era del tipo braquifacial, concretamente siete pacientes. Si lo desglosamos por sexo, observamos que existe una proporción mujer-hombre de 4:3 con un porcentaje de 13,3% y 10% respectivamente.

La gran mayoría de maloclusiones verticales (60%) eran del tipo dólicofacial,

concretamente dieciocho pacientes. Si lo desglosamos por sexo, observamos que existe una proporción hombre-mujer de 10:8 con un porcentaje de 33,3% y 26,7% respectivamente. Gráfico 6.

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el sexo y las maloclusiones en el plano vertical.

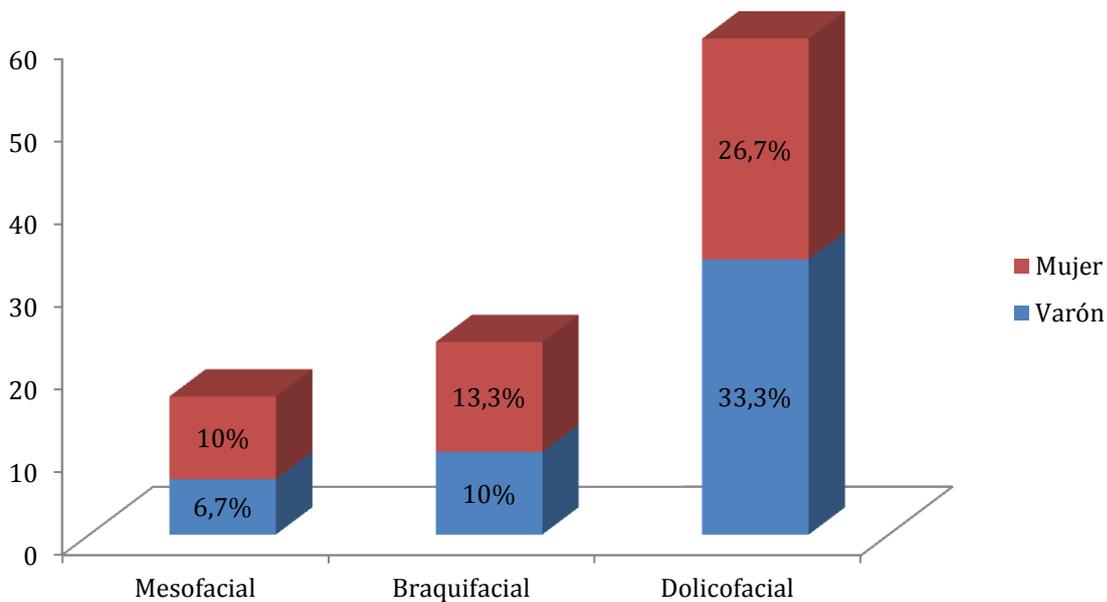


GRÁFICO 6: Porcentaje de maloclusiones en el plano vertical desglosadas por sexo.

MALOCLUSIÓN EN EL PLANO TRANSVERSAL

Más del 60% de nuestra muestra no presentaba maloclusión en el plano trasversal (63,3%), dato que se corresponde en valores absolutos a 19 pacientes; 10 mujeres y 9 varones (33,3% y 30% respectivamente).

Únicamente el 36,7% de nuestra población presentó maloclusiones en el plano trasversal, un total de 11 pacientes; seis varones y cinco mujeres (20% y 16,7% respectivamente).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la variable maloclusión en el plano trasversal y la variable sexo. Gráfico 7

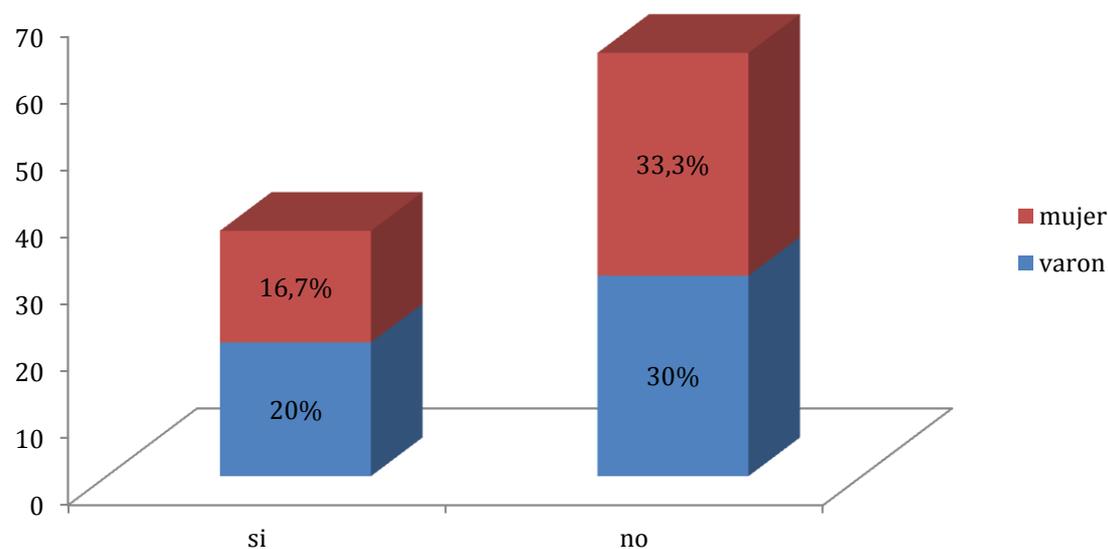


GRÁFICO 7: Porcentaje de maloclusiones en el plano transversal desglosadas por sexo.

ASIMETRÍAS

El 76,7% de nuestros pacientes presentó asimetrías, versus el 23,3% que fueron considerados simétricos.

Si desglosamos la variable asimetría según el sexo de nuestra población, obtenemos los datos que quedan refrendados en el gráfico 8. Dentro de los pacientes que tuvieron algún tipo de asimetría, la proporción varón: mujer estaba muy igualada. El 40% eran varones (n=12) y el 36,7% mujeres (n=11).

Del 23,3% restante de nuestros pacientes que no estaban afectados de asimetrías, el 13,3% eran mujeres (n=4) versus el 10% que eran varones (n=3).

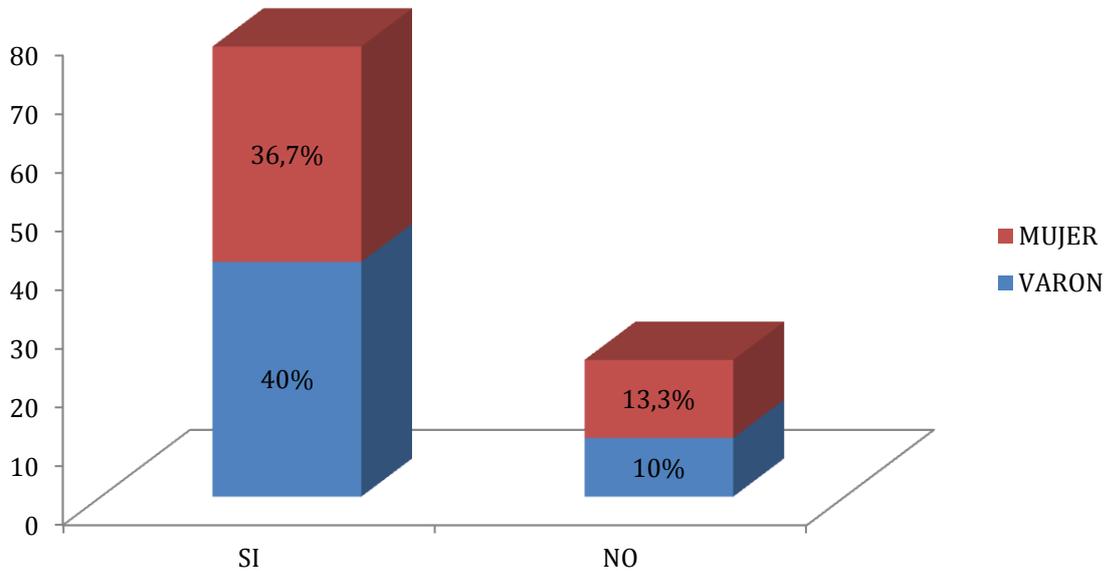


GRÁFICO 8: Porcentaje de asimetrías desglosadas por sexo.

DIAGNÓSTICO DEL PACIENTE. ANOMALÍAS Y TRATAMIENTO RECIBIDO

Sólo dos pacientes de nuestra muestra presentaban una malformación congénita; a un paciente se le realizó una cirugía maxilar y al otro una cirugía bimaxilar. Ambas cirugías fueron segmentadas. La deformidad adquirida fue la patología más frecuente de nuestra población a estudio. Gráfico 9.

El 42,8% de las deformidades adquiridas recibieron cirugía del maxilar superior, siendo la mitad de los pacientes segmentados y la otra mitad no segmentados (n=6 para ambos casos).

El 53,6% recibieron cirugía bimaxilar, 42,9% del tipo no segmentado y 10,7% del tipo segmentado (n=12 y n=3 respectivamente). Todos los pacientes afectados de SAOS recibieron una cirugía en ambos maxilares; en 4 pacientes del tipo no segmentado y un paciente segmentado.

La cirugía mandibular fue realizada únicamente en un paciente (3,6%).

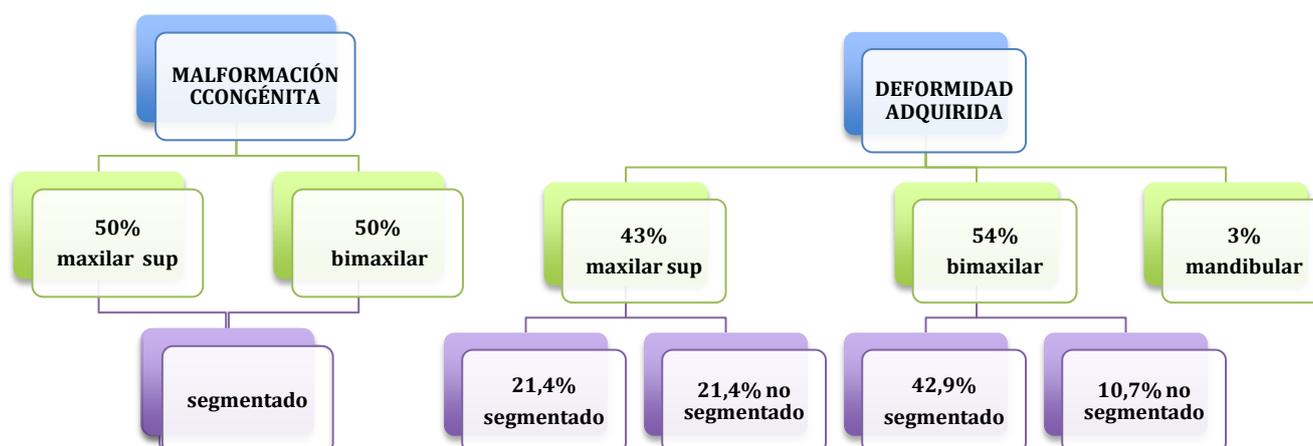


GRÁFICO 9: Tratamiento de cirugía ortognática impartido a nuestros pacientes en función de la patología asociada.

ESQUEMA TERAPEÚTICO RECIBIDO

Los diferentes tratamientos impartidos a nuestros pacientes se reflejan en valores absolutos en el gráfico 10. El 40% de los pacientes (n=12) fueron intervenidos tanto de la mandíbula como del maxilar. Le siguen en frecuencia la cirugía realizada únicamente en el maxilar de forma segmentada con un 23% (n=7) y la no segmentada con un 20% (n=6).

Al 13% de los pacientes (n=4) se les realizó una cirugía bimaxilar segmentada y únicamente un 3% de nuestra muestra (n=1) se les realizó una cirugía de la mandíbula.

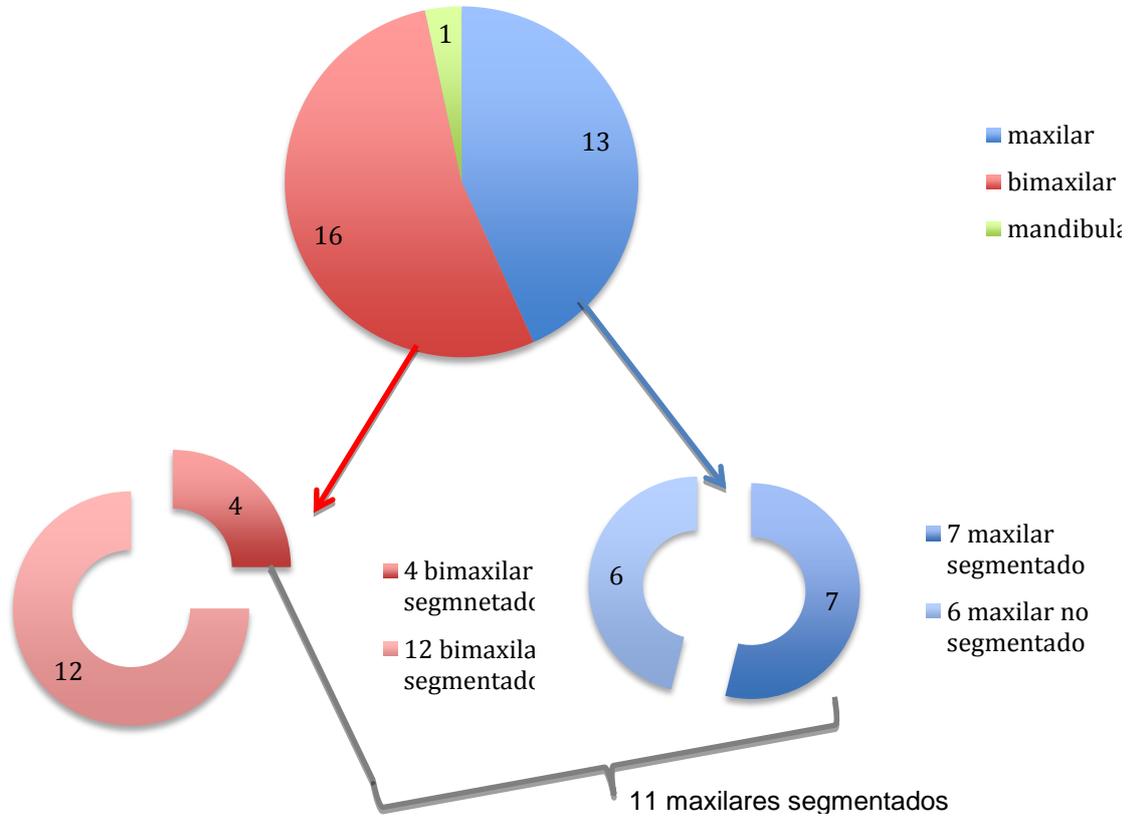


Gráfico 10: Tratamiento ortognático impartido a nuestros pacientes en términos absolutos.

De los 16 pacientes bimaxilares 10 fueron operados primero de la arcada mandibular (mandibular first)⁹⁹ y en solo 6 casos se operó primero el maxilar.

Las diferencias descritas entre las patologías de nuestros pacientes y la técnica quirúrgica empleada no fueron estadísticamente significativas.

ESTABILIDAD DE LAS FÉRULAS

Para poder valorar con que precisión se ajustan las férulas a las arcadas de los pacientes se mide la estabilidad de cada una de ellas por parte del cirujano.

FÉRULAS MANUALES

Como puede observarse en el gráfico 11 dentro de las férulas manuales; 23 obtuvieron la estabilidad (76,7%) y 7 no la obtuvieron (23,3%).

Férulas manuales

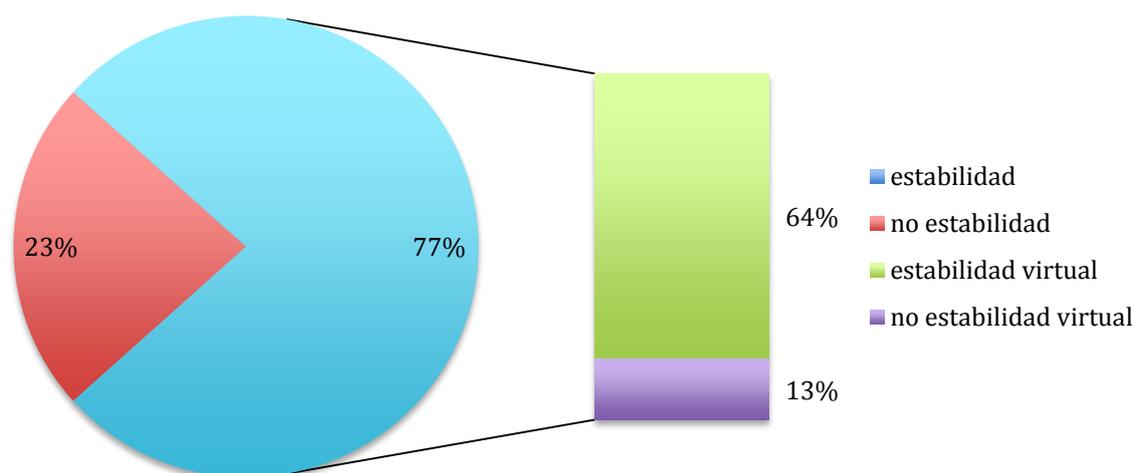


GRÁFICO 11: Distribución en los porcentajes de estabilidad en las férulas manuales utilizadas.

De todas las férulas manuales que fueron estables (n=23):

- El 64% (n=19) fueron también estables con la virtual.
- El resto; el 13 % (n=4) fueron inestable con la férula virtual.

Sin embargo el 100% de las férulas que no fueron estables manualmente (n=7) si lo fueron con la férula virtual.

FÉRULAS VIRTUALES

Las férulas virtuales obtuvieron mayor porcentaje de estabilidad que las manuales; 26 férulas lograron la estabilidad (86,7%) versus 4 que no la obtuvieron (13,6%).

Como puede observarse en el gráfico 12 dentro de las férulas virtuales; 26 obtuvieron un mayor porcentaje de estabilidad (86,7%) y 4 no la obtuvieron (13,3%).

Férulas virtuales

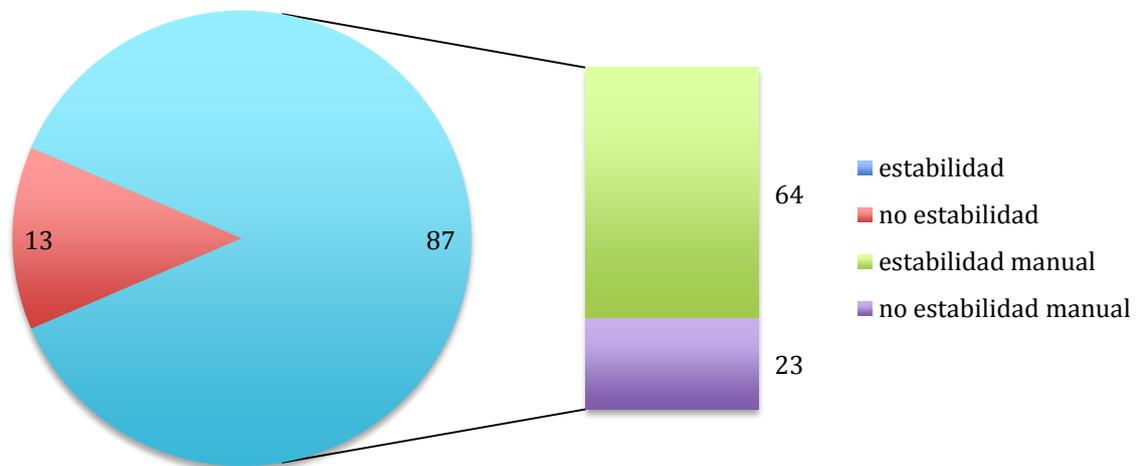


GRÁFICO 12: Distribución en porcentajes de la estabilidad en las diferentes férulas.

De todas las férulas virtuales q fueron estables (n=26):

- El 64% (n=19) también fueron estables con la manual
- El resto; el 23 % (n=7) fueron inestable con la férula manual.

Sin embargo el 100% de las férulas que no fueron estables virtualmente (n=4) si lo fueron con la férula manual.

Si nos centramos únicamente en aquellas férulas que fueron inestables; de las siete férulas manuales; cinco obtuvieron menos de 0,5mm de decalajey dos más de 0,5mm

Del total de las cuatro férulas virtuales inestables; solo una de ellas fue con un valor superior a 0,5mm y las tres restantes menores de 0,5mm.

Estas diferencias encontradas en la estabilidad de los diferentes tipos de férulas no obtuvieron significación estadística. Gráfico 13.

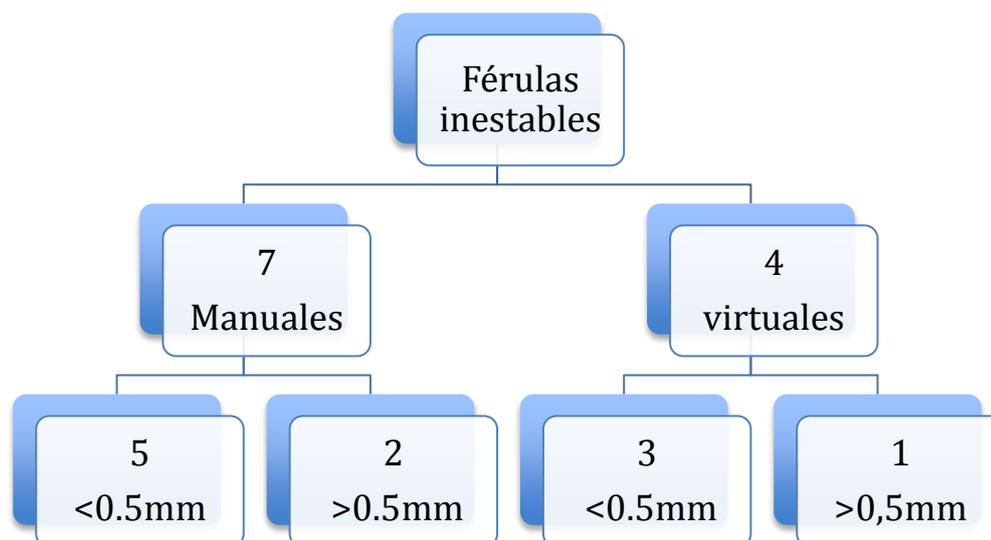


GRÁFICO 13. Medidas de inestabilidad del cirujano.

CONCORDANCIA ENTRE LA ELECCIÓN DE LA FÉRULA POR SU ESTABILIDAD Y LAS MEDIDAS INTRAOPERATORIAS

Recordemos que la elección de la férula en nuestro estudio se basó en la estabilidad percibida por parte del cirujano intraquirófano. Matizado este punto, procedemos a analizar la coincidencia o no de la elección real de la férula por su estabilidad intraquirófano con la supuesta férula escogida de forma ideal en función de la medición del canino.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.

TABLA 4. Estabilidad en las diferentes férulas.

		Elección de la férula intraoperatoria		Total
		Manual	Virtual	
Férula ideal según la medición del canino	Manual "n" (%)	11(84,6%)	2(15,4%)	13(100%)
	Virtual "n" (%)	1(5,9%)	16(94,1%)	17(100%)
Total	"n" (%)	12(40,0%)	18(60,0%)	30(100%)

Según las mediciones del canino al canto interno del ojo, se deberían haber elegido 13 férulas manuales. Pues bien 11 de estas férulas (84,6%) también fueron escogidas como manuales por parte del cirujano en su medición de estabilidad, mientras que 2 (15,4%) de las supuestas férulas ideales manuales según la medición del canino, resultaron mas inestables en tema de estabilidad.

Por lo tanto de los 11 pacientes fueron operados con férula manual ideal y con la misma percepción de la estabilidad del cirujano, posteriormente se eligió operar con una férula manual ya que el cirujano rechazó la férula virtual por presentar un decalaje >0,5mm.

De las 17 férulas virtuales (94,1%) que tendrían que haber sido elegidas según las medias del canino al canto interno del ojo, 16 férulas también fueron elegidas por el cirujano en cuanto a estabilidad, rechazando sólo 1 férula (5,9%). El cirujano eligió además con dos férulas virtuales más, debido a que en el momento de elección de las mismas dos férulas manuales presentaban un decalaje $>0,5\text{mm}$.

Las diferencias encontradas entre la elección de la férula según las mediciones del canino y las que realmente fueron seleccionadas según la percepción de estabilidad del cirujano dentro del quirófano dieron significación estadística con un "p" valor $<0,001$.

COMPARACIÓN DE LAS FÉRULAS UTILIZADAS MANUAL Y VIRTUAL CON LOS RESULTADOS POSTQUIRÚRGICOS

Pasamos a valorar la relación entre la férula usada en la cirugía con respecto a los resultados obtenidos

MAXILARES EN EL PLANO VERTICAL

La concordancia en los 18 modelos virtuales del maxilar en el plano vertical (grafico 14):

Entre Primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico se observa una correlación lineal positiva buena de un 71% ($P=0,001$), sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de $-0,75\text{mm}$ el planificado frente a $0,25\text{mm}$ el postquirúrgico es decir de -1mm ($p=0,733$).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico la correlación lineal es muy buena siendo de un 91% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de $-0,2\text{mm}$ el planificado frente a $-0,45\text{mm}$ el postquirúrgico es decir de $0,25\text{mm}$ ($p=0,109$).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 82 % sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de $0,3\text{mm}$ el planificado frente a $0,3\text{mm}$ el postquirúrgico es decir de 0mm ($p=0,218$).

En el canino izquierdo planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 83% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de $-1,2\text{mm}$ el planificado frente a $-0,55\text{mm}$ el postquirúrgico es decir de $-0,65\text{mm}$ ($p=0,287$).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 78% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de $0,3\text{mm}$ el planificado frente a $0,85\text{mm}$ el postquirúrgico es decir de $-0,55\text{mm}$ ($p=0,569$).

La concordancia en los 12 modelos manuales del maxilar en el plano vertical (grafico 14):

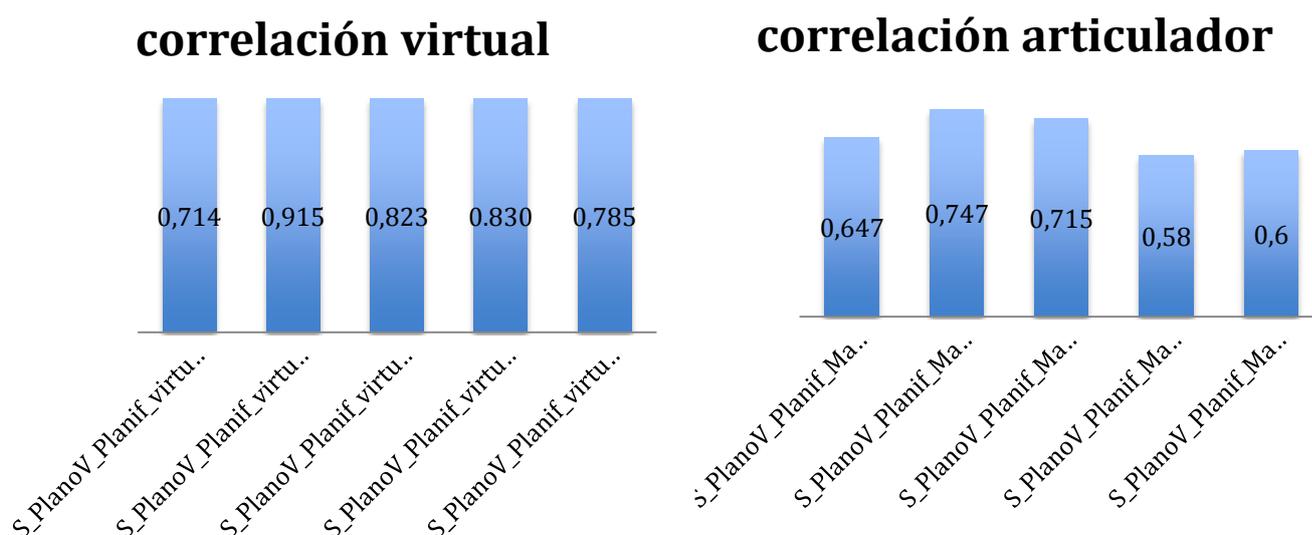
Entre Primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico se observa una correlación lineal buena de un 65% ($P=0,032$) sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0,7mm el planificado frente a -0,3mm el postquirúrgico es decir de 1mm ($p=0,286$).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 75% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0,9mm el planificado frente a 0,8mm el postquirúrgico es decir de 0,1mm ($p=0,333$).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es buena de un 71% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0,4mm el planificado frente a -0,2mm el postquirúrgico es decir de 0,6mm ($p=0,721$).

En el canino izquierdo planificado frente al postquirúrgico es moderada de un 58% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0mm el planificado frente a -0,5mm el postquirúrgico es decir de 0,5mm ($p=0,424$).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es moderada de un 60% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 1mm el planificado frente a 1,2mm el postquirúrgico es decir de 0,2mm ($p=0,999$).



r GRÁFICO 14. Correlación entre lo planificado virtual y por articulador con el resultado postquirúrgico en el maxilar superior del plano vertical.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical superior molar derecho con una correlación buena de $r=0,714$ ($P=0,001$), y en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano su correlación es buena de $r=0,647$ ($P=0,032$) ver grafico 15 y 16.

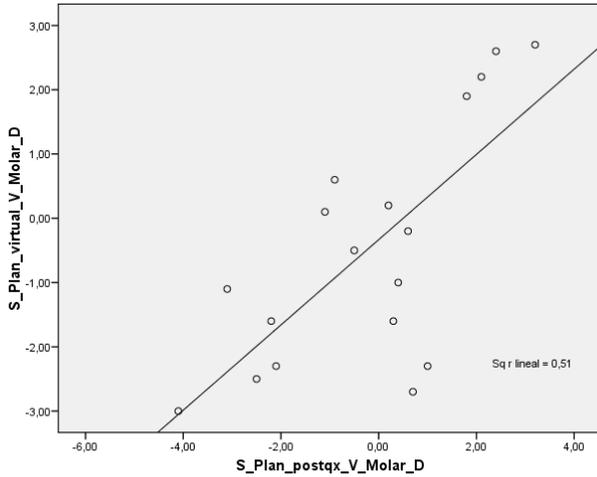


GRÁFICO 15: Planificación virtual vs postquirúrgico. plano vertical superior molar derecho.

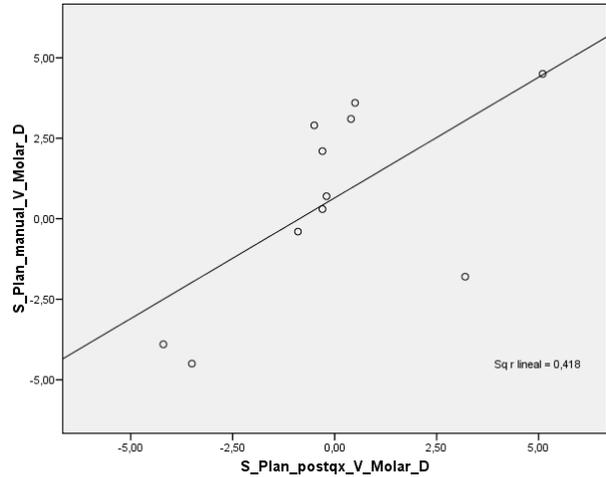


GRÁFICO 16: Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical superior molar derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical superior canino derecho con una correlación muy buena de $r=0,915$ ($P=0,001$), en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano su correlación es buena de $r=0,747$ ($P=0,008$) ver grafico 17 y 18.

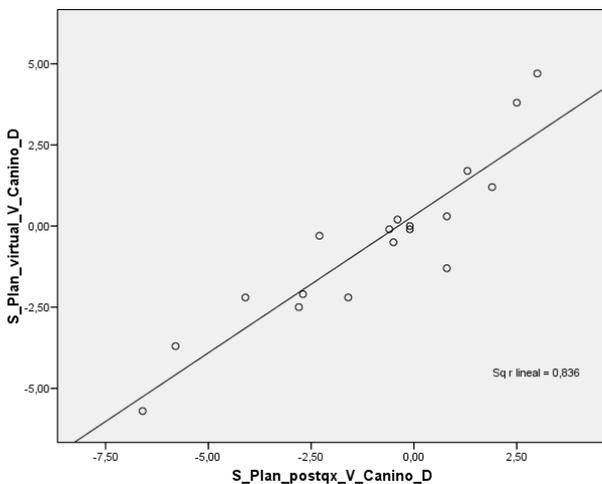


GRÁFICO 17: Planificación virtual vs postquirúrgico plano

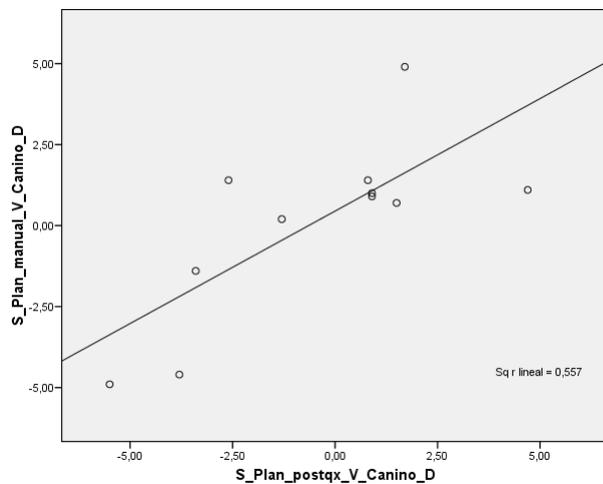


GRÁFICO 18: Planificación manual vs postquirúrgico

vertical superior canino derecho.

plano vertical superior canino derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical superior línea media con una correlación muy buena de $r=0,823$ ($P=0,001$), en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano su correlación es buena de $r=0,715$ ($P=0,013$) ver grafico 19 y 20.

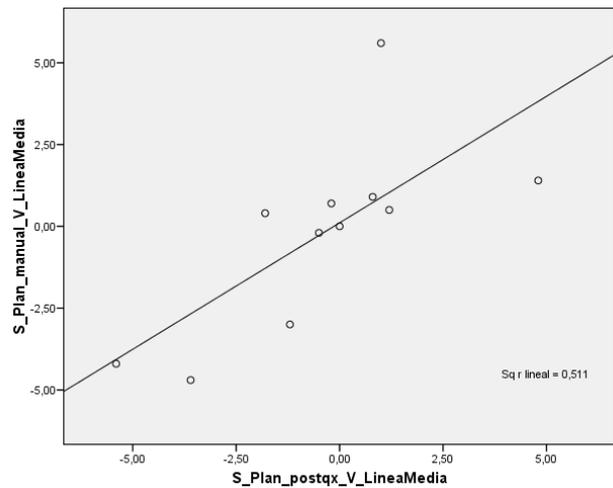
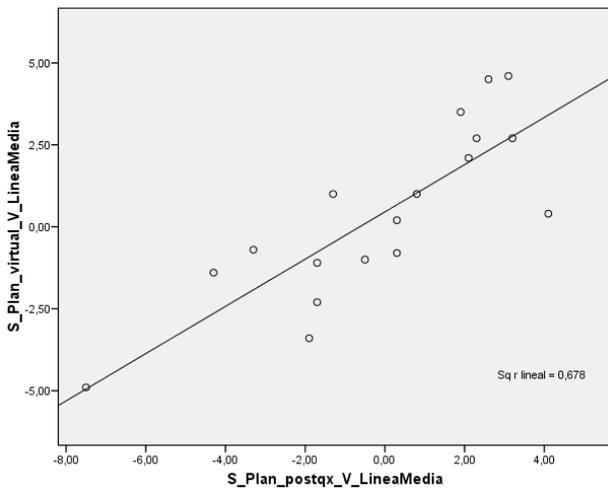


GRÁFICO 19:Planificación virtual vs postquirúrgico plano vertical superior línea media.

GRÁFICO 20:Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical superior línea media.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical superior canino izquierdo con una correlación buena de $r=0,830$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica en el mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación moderada de $r= 0,58$ ($P=0,062$) ver grafico 21 y 22.

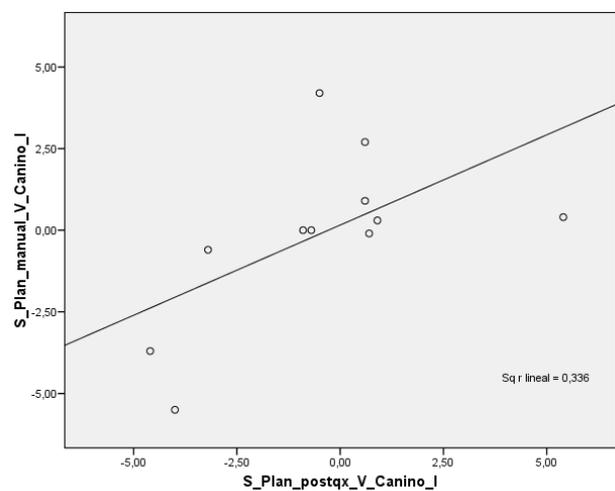
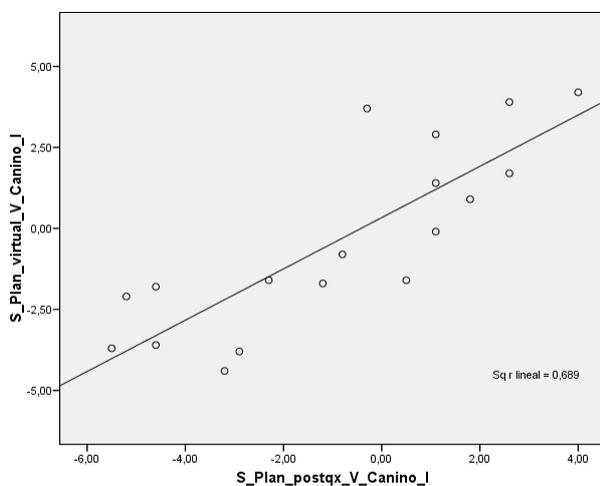


GRÁFICO 21: Planificación virtual vs postquirúrgico plano vertical superior canino izquierdo.

GRÁFICO 22: Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical superior canino izquierdo.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical superior molar izquierdo con una correlación buena de $r=0,785$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica en el mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación moderada de $r= 0,6$ ($P=0,051$) ver grafico 23 y 24.

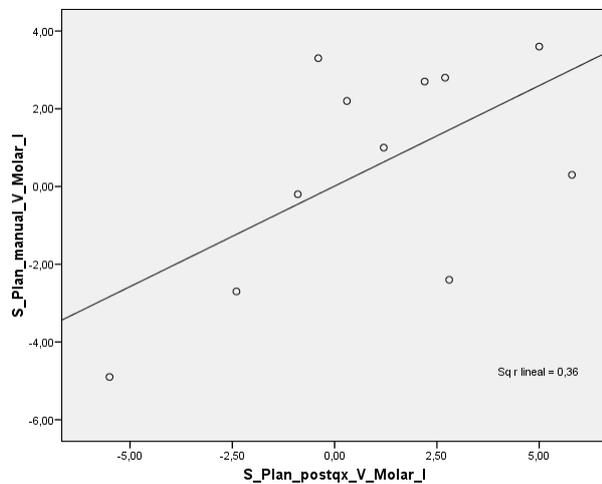
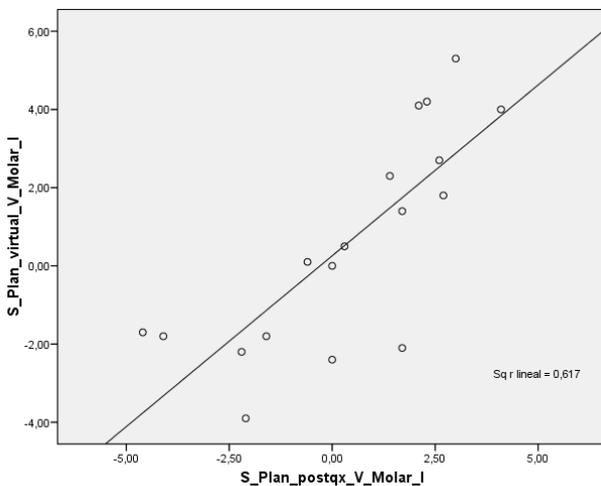


GRÁFICO 23: Planificación virtual vs postquirúrgico plano vertical superior molar izquierdo.

GRÁFICO 24: Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical superior molar izquierdo.

MAXILARES EN EL PLANO ANTEROPOSTERIOR

La concordancia en los 18 modelos virtuales del maxilar en el plano anteroposterior (grafico 25):

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 82% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 4,65mm el planificado frente a 4,14mm el postquirúrgico es decir de 0,51mm ($p=0,552$).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 78% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 5,1mm el planificado frente a 4,8mm el postquirúrgico es decir de 0,3mm ($p=0,601$).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es buena de un 77% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 4,3mm el planificado frente a 4,35mm el postquirúrgico es decir de -0,05mm ($p=0,962$).

En el canino izquierdo planificado frente al postquirúrgico es buena de un 69% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 4,9mm el planificado frente a 3,85mm el postquirúrgico es decir de 1,05mm ($p=0,257$).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 66% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 4,3mm el planificado frente a 3,75mm el postquirúrgico es decir de 0,55mm ($p=0,619$).

La concordancia en los 12 modelos manuales del maxilar en el plano anteroposterior (gráfico25):

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es pobre de un 16% si se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 5,5mm el planificado frente a 4,3mm el postquirúrgico es decir de 1,2mm ($p=0,045$).

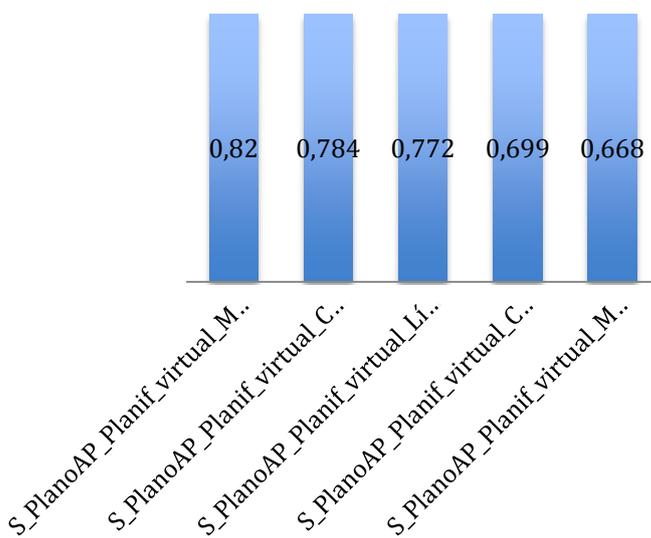
En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es débil de un 40% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 4,9mm el planificado frente a 4,8mm el postquirúrgico es decir de 0,1mm ($p=0,197$).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es débil de un 33% si se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 5,7mm el planificado frente a 4,1mm el postquirúrgico es decir de 1,6mm ($p=0,010$).

En el canino izquierdo planificado frente al postquirúrgico es pobre de un 7% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 5mm el planificado frente a 4,1mm el postquirúrgico es decir de 0,9mm ($p=0,074$).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es pobre de un 18% si se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 5,9mm el planificado frente a 4,5mm el postquirúrgico es decir de 1,4mm ($p=0,021$).

correlación virtual



correlación manual

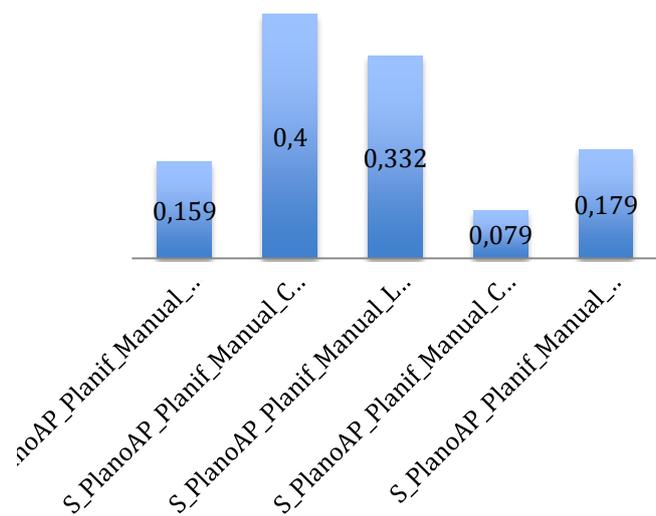


GRÁFICO 25. Correlación entre lo planificado virtual y por articulador con el resultado postquirúrgico en el maxilar superior del plano anteroposterior.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior superior molar derecho con una correlación muy buena de $r=0,82$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación débil de $r= 0,159$ ($P=0,64$) ver grafico 26 y 27.

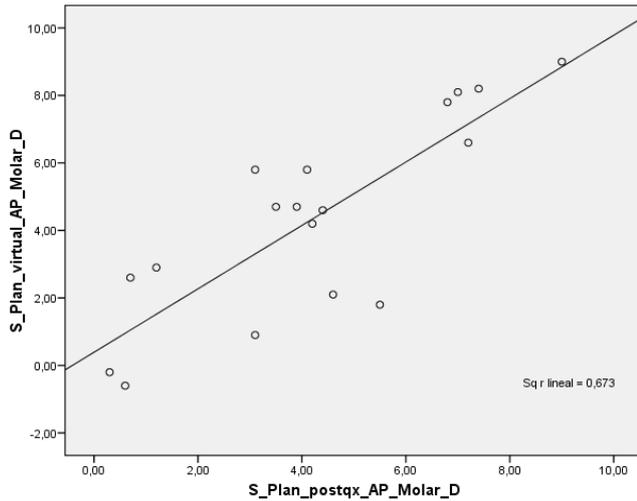


GRÁFICO 26: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior molar derecho.

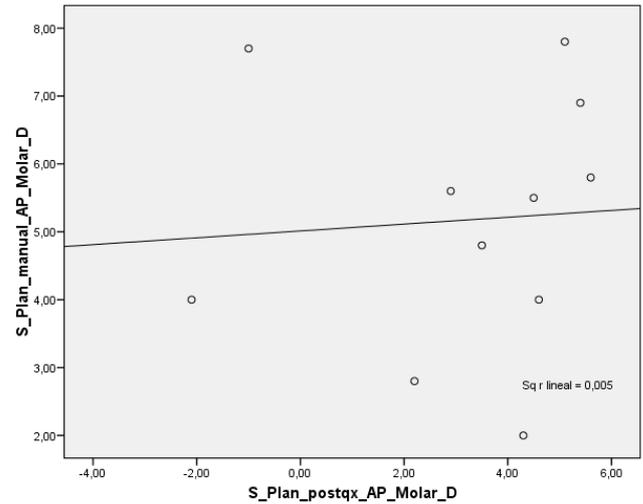


GRÁFICO 27: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior molar derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior superior canino derecho con una correlación buena de $r=0,784$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano **no** se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación débil de $r= 0,4$ ($P=0,222$) ver grafico 28 y 29.

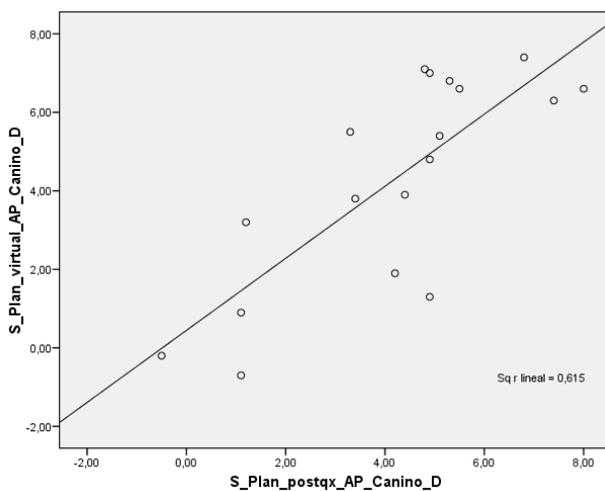


GRÁFICO 28: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior canino derecho.

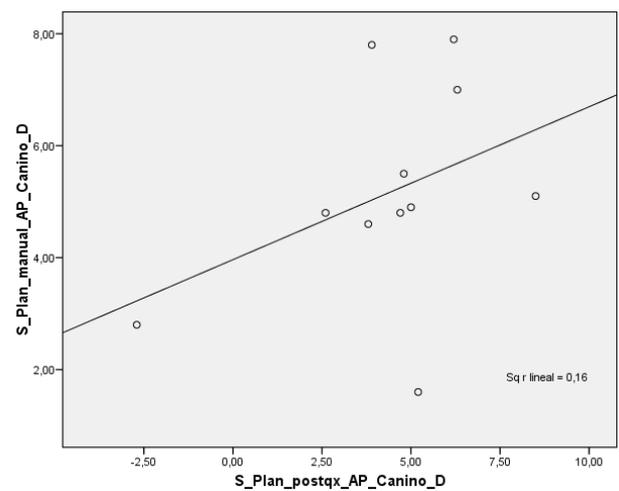


GRÁFICO 29: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior canino derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior superior línea media con una correlación buena de $r=0,772$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación débil de $r= 0,332$ ($P=0,335$) ver grafico 30 y 31.

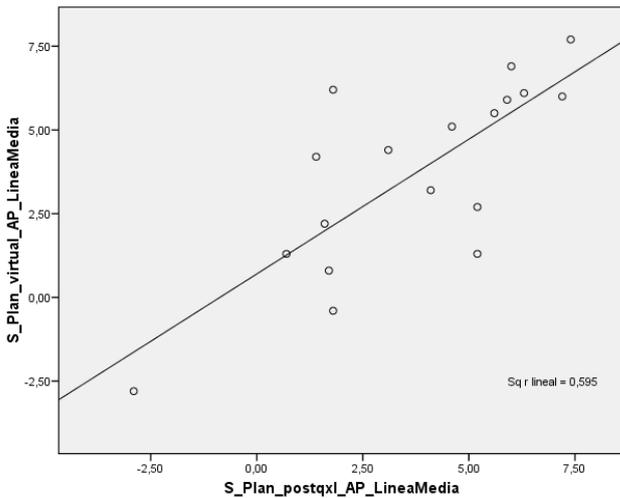


GRÁFICO 30: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior línea media.

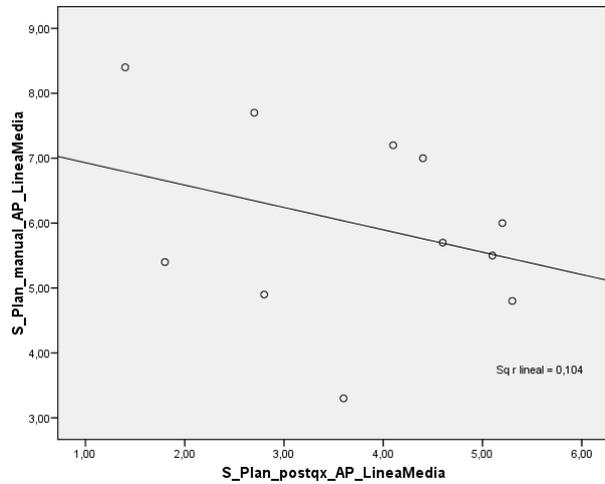


GRÁFICO 31: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior línea media.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior superior canino izquierdo con una correlación buena de $r=0,699$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación pobre de $r= 0,079$ ($P=0,817$) ver grafico 32 y 33.

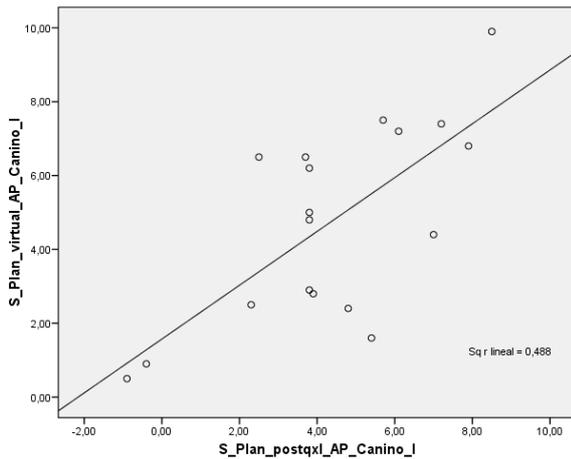


GRÁFICO 32: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior canino izquierdo.

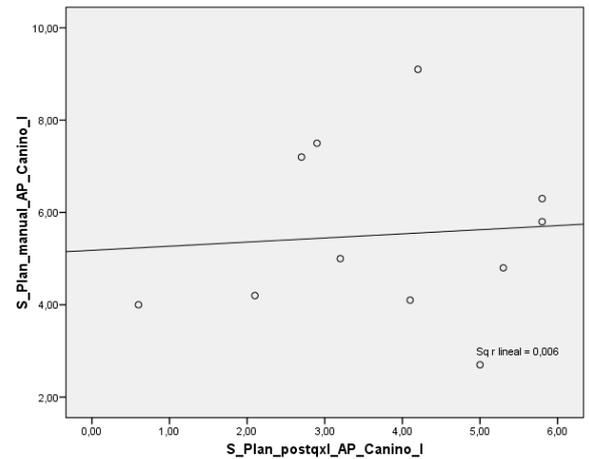


GRÁFICO 33: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior canino izquierdo.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior superior molar izquierdo con una correlación buena de $r=0,668$ ($P=0,002$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación pobre de $r = 0,179$ ($P=0,598$) ver grafico 34 y 35.

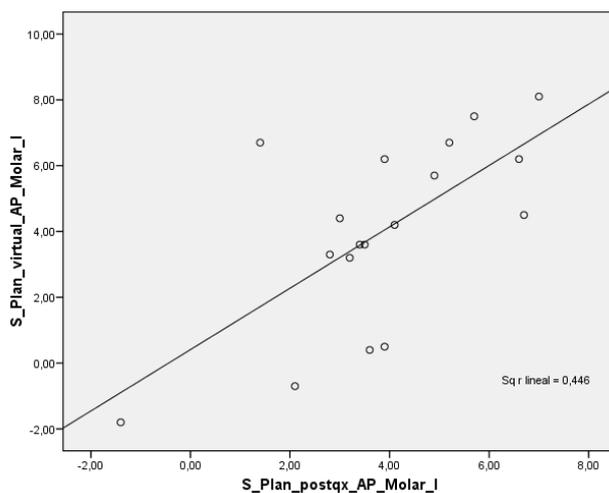


GRÁFICO 34: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior molar izquierdo.

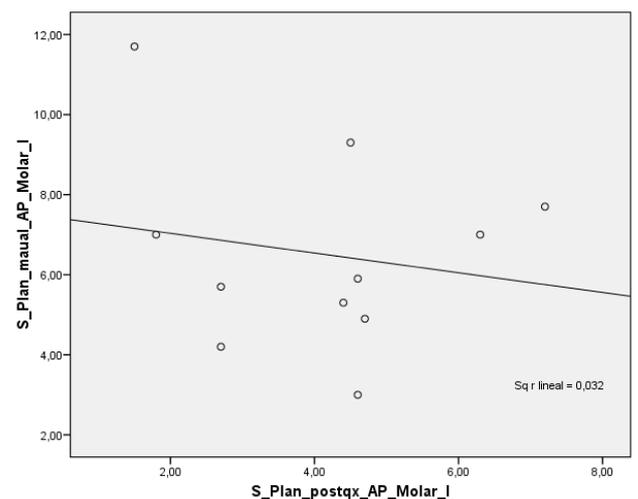


GRÁFICO 35: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior superior molar izquierdo.

MAXILARES EN EL PLANO LATERAL

La concordancia en los 18 modelos virtuales del maxilar en el plano lateral (gráfico36):

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 77% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0,45mm el planificado frente a 0,4mm el postquirúrgico es decir de 0,05mm (p=0,441).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 75% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0,0mm el planificado frente a 0,25mm el postquirúrgico es decir de -0,25mm (p=0,889).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 88% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0,0mm el planificado frente a -0,1mm el postquirúrgico es decir de 0,1mm (p=0,753).

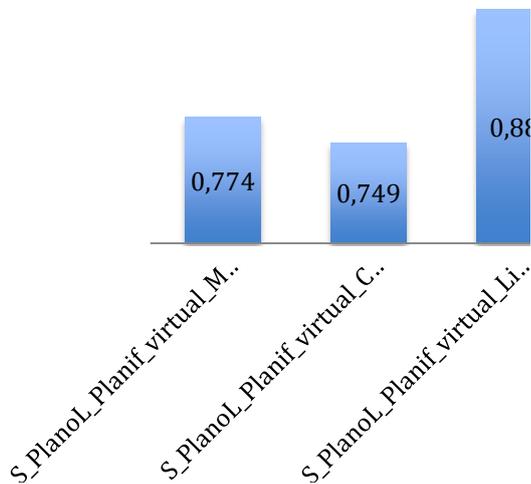
La concordancia en los 12 modelos manuales del maxilar en el plano lateral (gráfico36):

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es débil de un 26% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0mm el planificado frente a -0,5mm el postquirúrgico es decir de 0,5mm (p=0,541).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es débil de un 35% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0mm el planificado frente a -0,4mm el postquirúrgico es decir de 0,4mm (p=0,398).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es pobre de un 0,2% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -0,1mm el planificado frente a 0mm el postquirúrgico es decir de -0,1mm (p=0,625).

correlación virtual



correlación manual

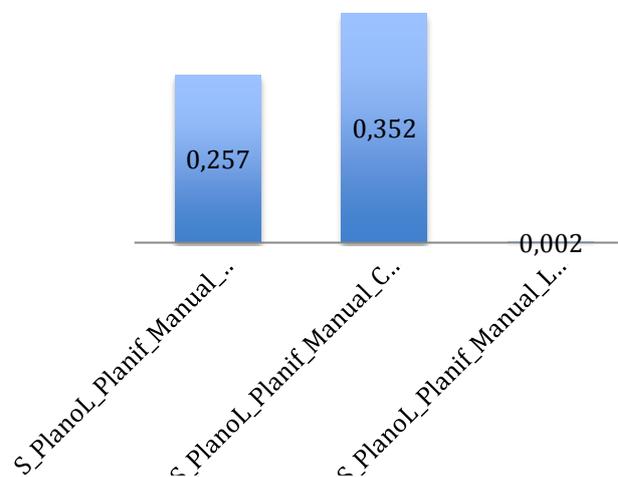


GRÁFICO 36. Correlación entre lo planificado virtual y por articulador con el resultado postquirúrgico en el maxilar superior del plano lateral.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano lateral superior molar derecho con una correlación buena de $r=0,774$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual con la postquirúrgica no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación débil de $r= 0,257$ ($P=0,446$) ver grafico 37 y 38.

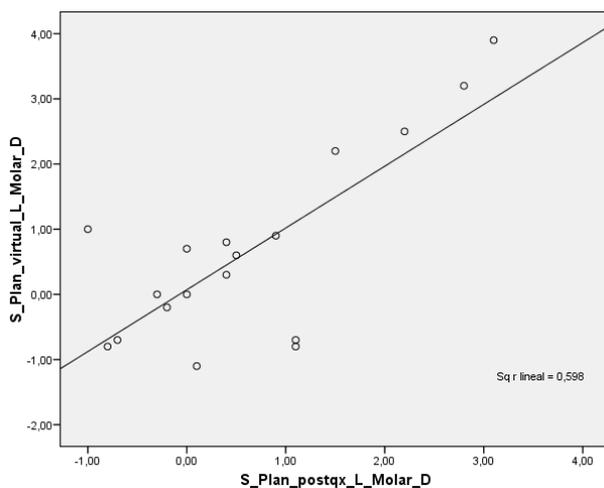


GRÁFICO 37: Planificación virtual vs postquirúrgico plano lateral superior molar derecho.

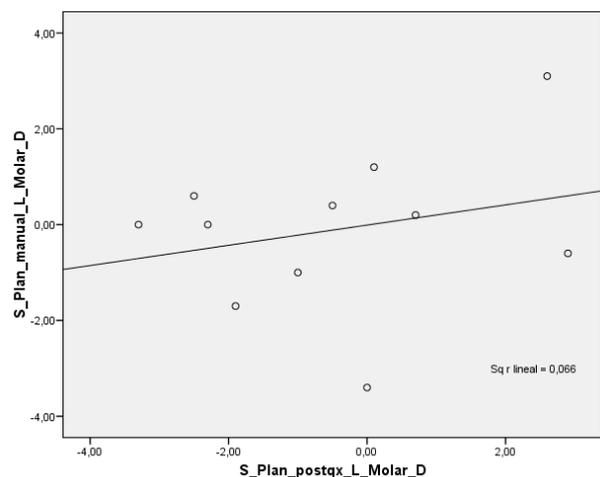


GRÁFICO 38: Planificación manual vs postquirúrgico plano lateral superior molar derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano lateral superior canino derecho con una correlación buena de $r=0,749$ ($P=0,001$).

Sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación débil de $r=0,352$ ($P=0,289$) ver grafico 39 y 40.

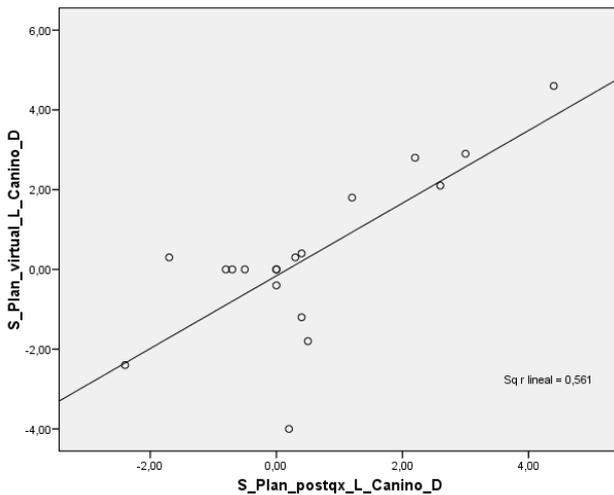


GRÁFICO 39: Planificación virtual vs postquirúrgico plano lateral superior canino derecho.

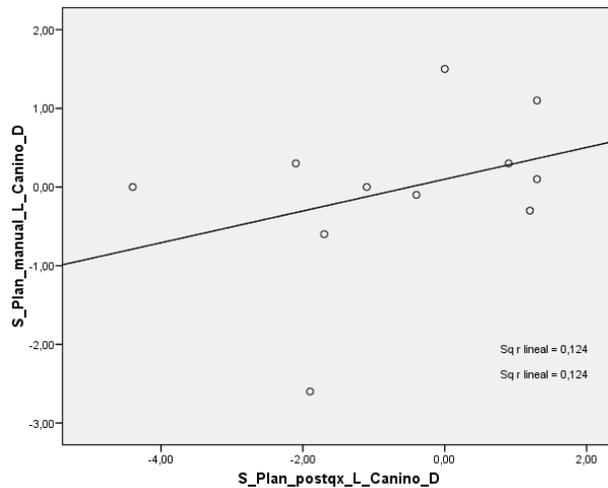


GRÁFICO 40: Planificación manual vs postquirúrgico plano lateral superior canino derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano lateral superior línea media con una correlación muy buena de $r=0,88$ ($P=0,001$).

Sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación pobre de $r=0,002$ ($P=0,995$) ver grafico 41 y 42.

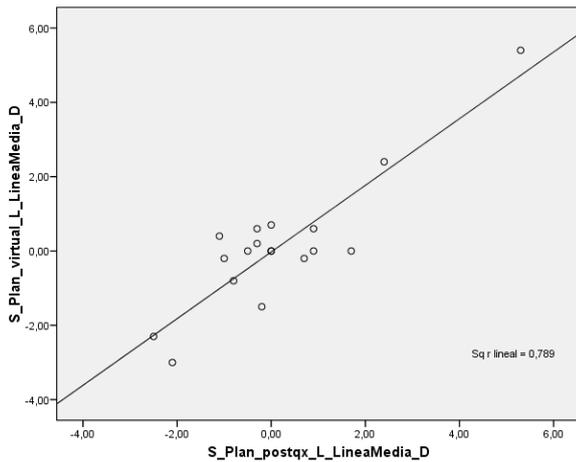


GRÁFICO 41: Planificación virtual vs postquirúrgico plano lateral superior línea media.

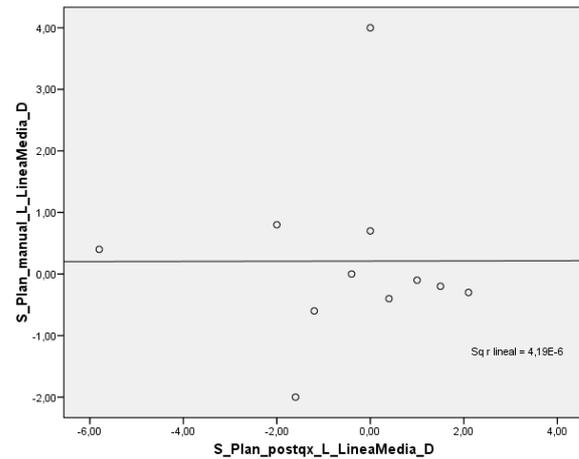


GRÁFICO 42: Planificación manual vs postquirúrgico plano lateral superior línea media.

MANDIBULARES EN EL PLANO VERTICAL

La concordancia en los 18 modelos virtuales de la mandíbula en el plano vertical (gráfico 43):

Primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 73% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -1,85mm el planificado frente a -2,45mm el postquirúrgico es decir de 0,6mm ($p=0,933$).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 75% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -2,85mm el planificado frente a -2,85mm el postquirúrgico es decir de 0mm ($p=0,263$).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es buena de un 61% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -3,65mm el planificado frente a -2,9mm el postquirúrgico es decir de -0,75mm ($p=0,735$).

En el canino izquierdo planificado frente al postquirúrgico es buena de un 69% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -2,6mm el planificado frente a -1,95mm el postquirúrgico es decir de -0,65mm ($p=0,326$).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 81% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -0,85mm el planificado frente a -0,85mm el postquirúrgico es decir de 0mm (p=0,401).

La concordancia en los 12 modelos manuales mandibulares en el plano vertical (gráfico 43):

Primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es moderada de un 57% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -1,3mm el planificado frente a -0,8mm el postquirúrgico es decir de -0,5mm (p=0,314).

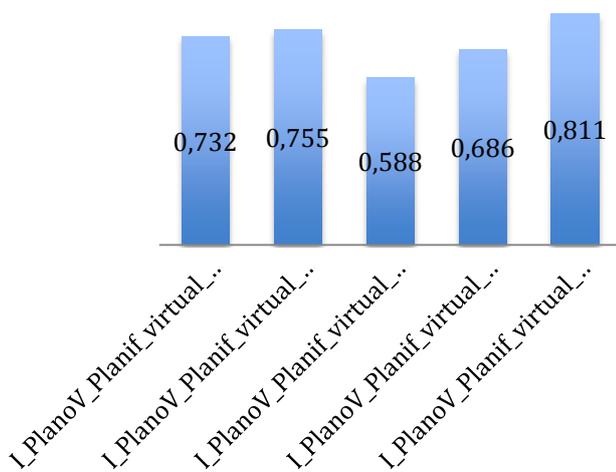
En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es moderada de un 51% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -1,3mm el planificado frente a -1mm el postquirúrgico es decir de -0,3mm (p=0,859).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es débil de un 32% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -1,2mm el planificado frente a -1,5mm el postquirúrgico es decir de 0,3mm (p=0,674).

En el canino izquierdo planificado frente al postquirúrgico es débil de un 35% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -1,4mm el planificado frente a -1,3mm el postquirúrgico es decir de -0,1mm (p=953).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es pobre de un 0,2% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -3,4mm el planificado frente a -1,3mm el postquirúrgico es decir de -2,1mm (p=0,515).

correlación virtual



correlación manual

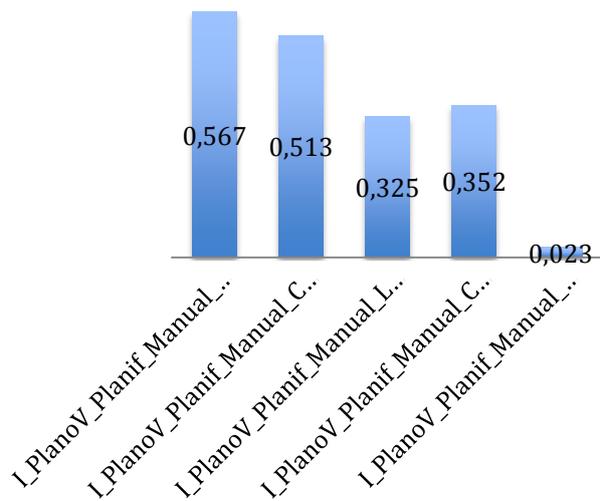


GRÁFICO 43. Correlación entre lo planificado virtual y por articulador con el resultado postquirúrgico en el maxilar inferior del plano vertical.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical inferior molar derecho con una correlación buena de $r=0,732$ ($P=0,039$).

Sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación moderada de $r= 0,567$ ($P=0,111$) ver grafico 44 y 45.

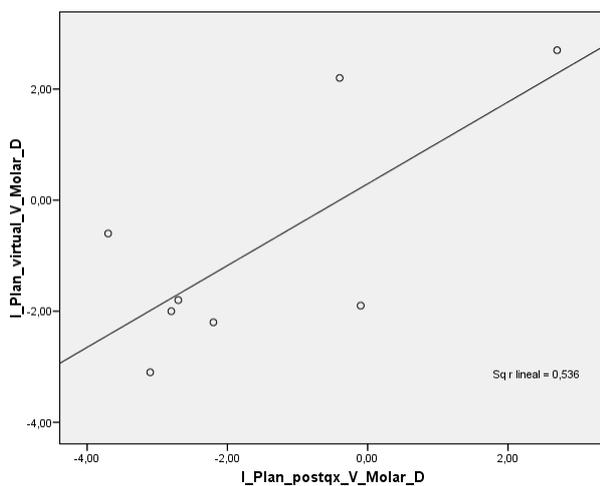


GRÁFICO 44: Planificación virtual vs postquirúrgico plano vertical inferior molar derecho.

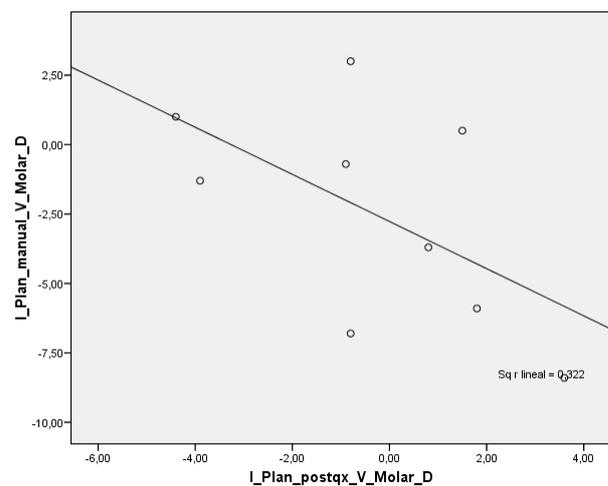


GRÁFICO 45: Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical inferior molar derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical inferior canino derecho con una correlación buena de $r=0,749$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación moderada de $r=0,513$ ($P=0,158$) ver grafico 46 y 47.

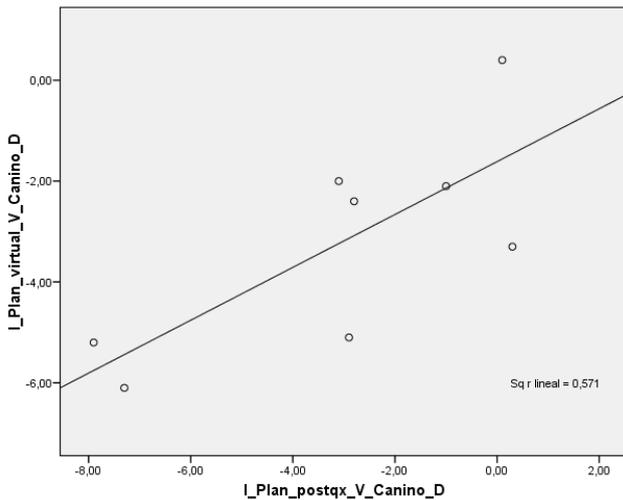


GRÁFICO 46: Planificación virtual vs postquirúrgico plano vertical inferior canino derecho.

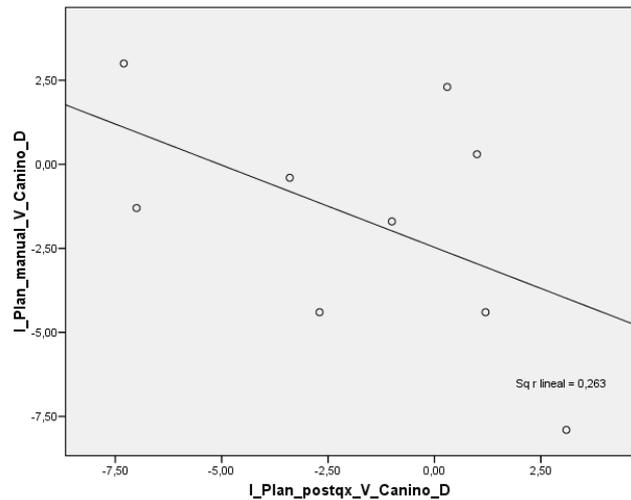


GRÁFICO 47: Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical inferior canino derecho.

No se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical inferior línea media con una correlación buena de $r=0,611$ ($P=0,125$) y en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación débil de $r=0,325$ ($P=0,393$) ver grafico 48 y 49.

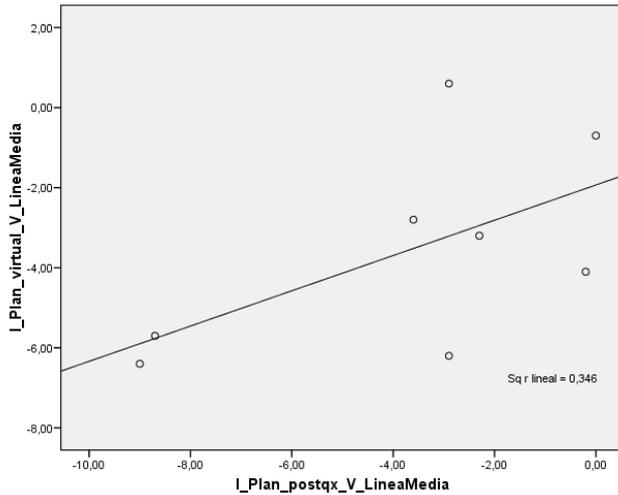


GRÁFICO 48: Planificación virtual vs postquirúrgico plano vertical inferior línea media

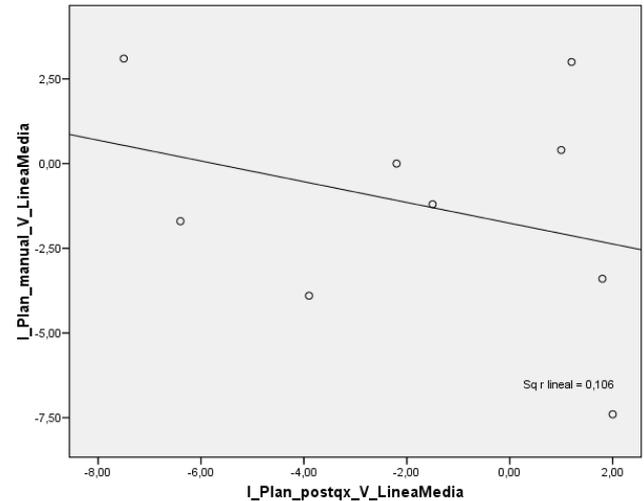


GRÁFICO 49: Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical inferior línea media

No se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical inferior canino izquierdo con una correlación buena de $r=0,686$ ($P=0,06$) y en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación débil de $r=0,352$ ($P=0,353$) ver grafico 50 y 51.

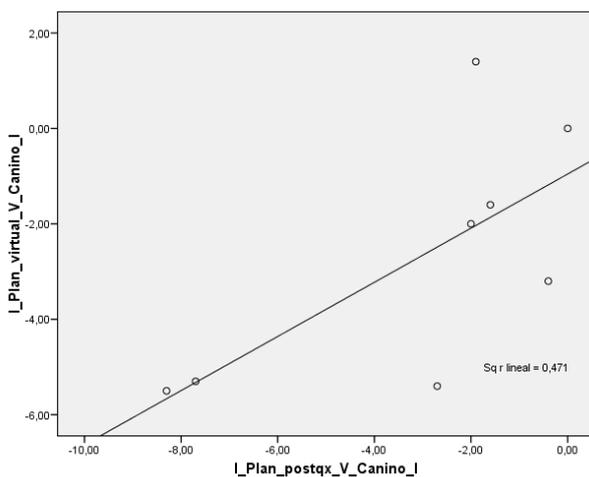


GRÁFICO 50: Planificación virtual vs postquirúrgico plano vertical inferior canino izquierdo.

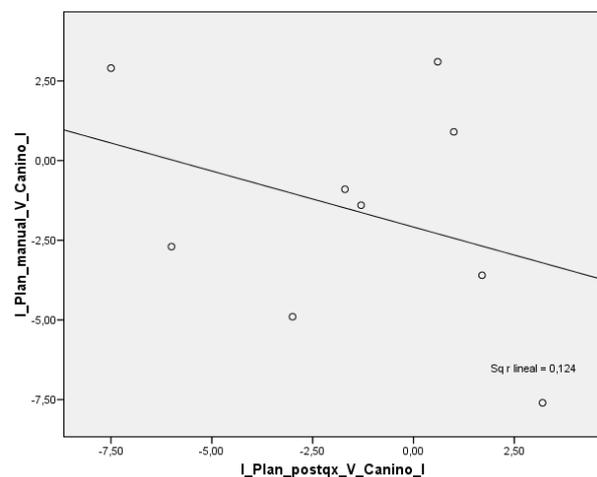


GRÁFICO 51: Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical inferior canino izquierdo.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano vertical inferior molar izquierdo con una correlación muy buena de $r=0,811$ ($P=0,014$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación pobre de $r= 0,023$ ($P=0,953$) ver grafico 52 y 53.

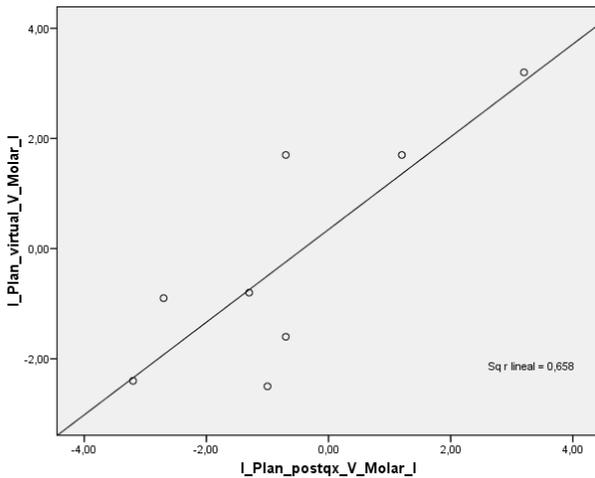


GRÁFICO 52: Planificación virtual vs postquirúrgico plano vertical inferior molar izquierdo

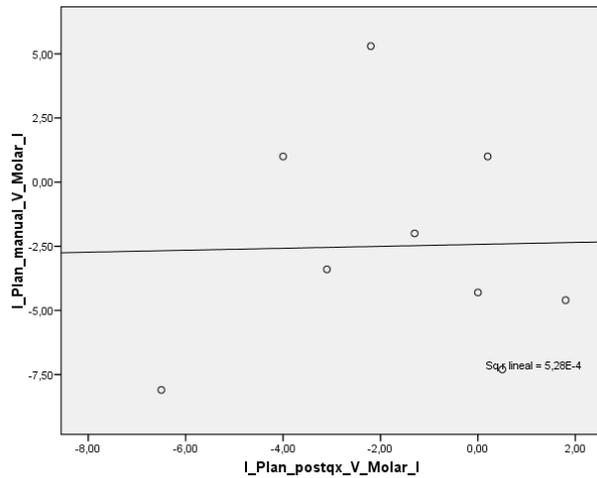


GRÁFICO 53: Planificación manual vs postquirúrgico plano vertical inferior molar izquierdo

MANDIBULARES EN EL PLANO ANTEROPOSTERIOR

La concordancia en los 18 modelos virtuales mandibulares en el plano anteroposterior (gráfico 54):

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 89% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 3,25mm el planificado frente a 2,4mm el postquirúrgico es decir de 0,85mm ($p=0,933$).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 83% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 2,35mm el planificado frente a 1,5mm el postquirúrgico es decir de 0,85mm ($p=0,263$).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 82% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 2,85mm el planificado frente a 2,85mm el postquirúrgico es decir de 0mm ($p=0,735$).

En el canino izquierdo planificado frente al postquirúrgico es buena de un 72% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 3,1mm el planificado frente a 2,9mm el postquirúrgico es decir de 0,2mm ($p=0,326$).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 81% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 3,1mm el planificado frente a 4,3mm el postquirúrgico es decir de -1,2mm ($p=0,401$).

La concordancia en los 12 modelos manuales mandibulares en el plano anteroposterior (gráfico 54):

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 74% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 3,5mm el planificado frente a 6,3mm el postquirúrgico es decir de -2,8mm ($p=0,767$).

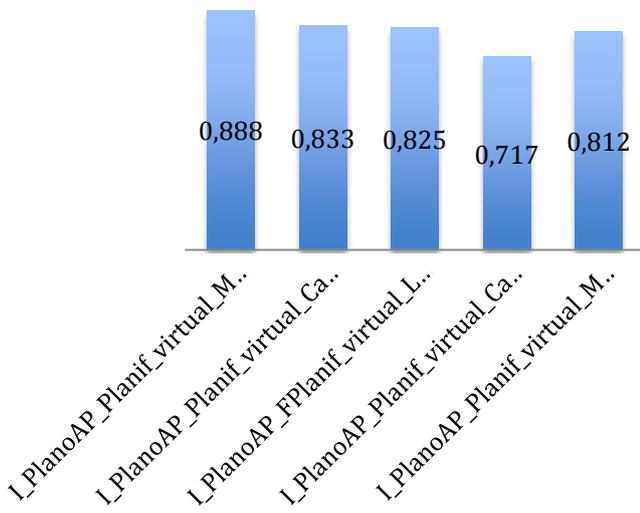
En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 63% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 2,8mm el planificado frente a 5,3mm el postquirúrgico es decir de -2,5mm ($p=0,859$).

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es buena de un 72% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 3,7mm el planificado frente a 5,5mm el postquirúrgico es decir de -1,8mm ($p=0,44$).

En el canino izquierdo planificado frente al postquirúrgico es buena de un 87% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 2,9mm el planificado frente a 5,4mm el postquirúrgico es decir de -2,5mm ($p=0,314$).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es moderada de un 0,46% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 3,1mm el planificado frente a 6mm el postquirúrgico es decir de -2,9mm ($p=0,635$).

correlación virtual



correlación manual

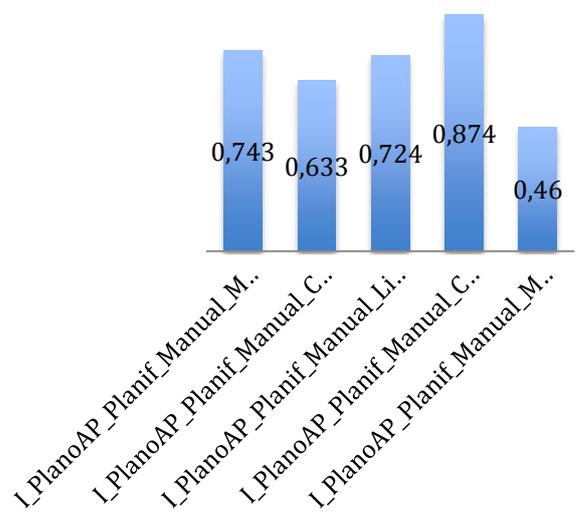


GRÁFICO 54. Correlación entre lo planificado virtual y por articulador con el resultado postquirúrgico en el maxilar inferior del plano anteroposterior.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior inferior molar derecho con una correlación muy buena de $r=0,888$ ($P=0,003$), se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación buena de $r=0,743$ ($P=0,022$) ver grafico 55 y 56.

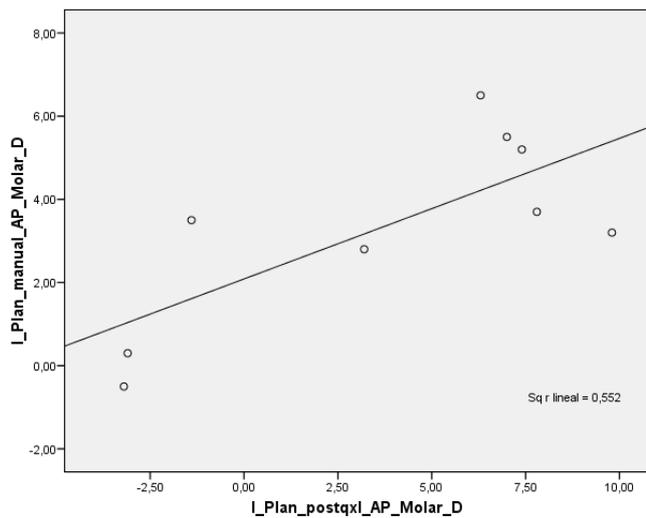
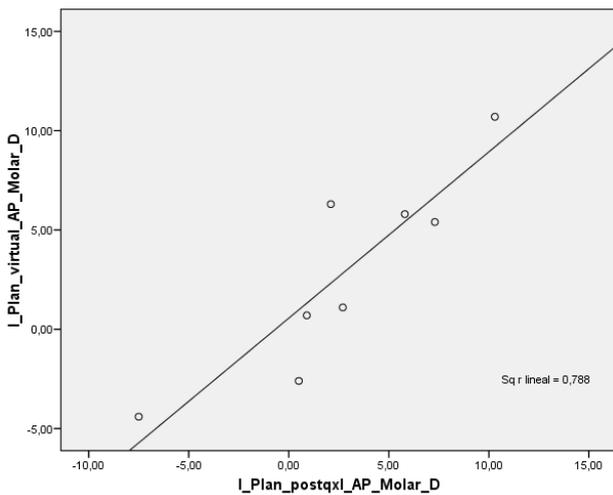


GRÁFICO 55:Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior molar derecho.

GRÁFICO 56:Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior molar derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior inferior canino derecho con una correlación muy buena de $r=0,833$ ($P=0,01$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación buena de $r=0,633$ ($P=0,067$) ver grafico 57 y 58.

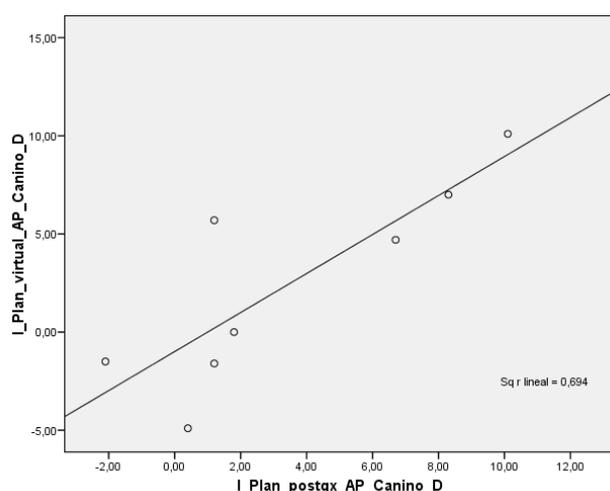


GRÁFICO 57: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior canino derecho.

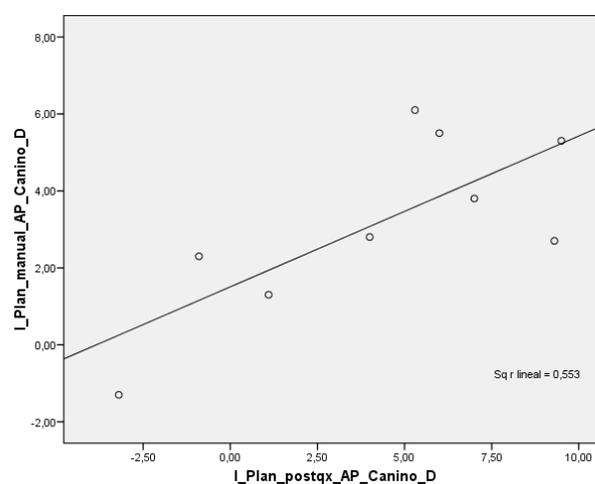


GRÁFICO 58: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior canino derecho.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior inferior línea media con una correlación muy buena de $r=0,825$ ($P=0,012$), se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación buena de $r=0,724$ ($P=0,028$) ver grafico 59 y 60.

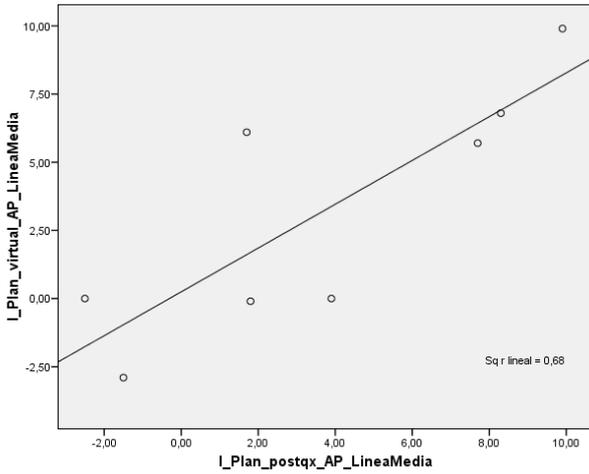


GRÁFICO 59: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior línea media

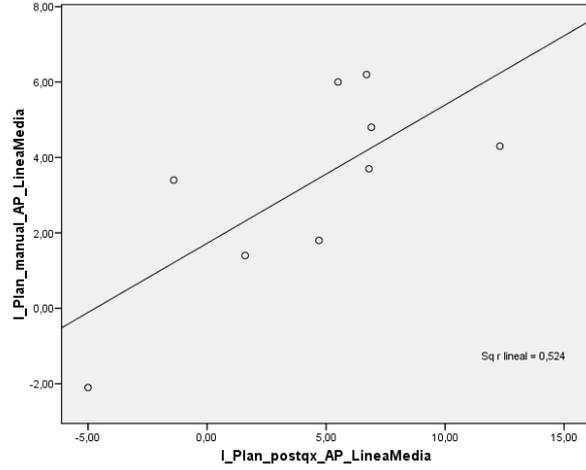


GRÁFICO 60: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior línea media

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior inferior canino izquierdo con una correlación buena de $r=0,717$ ($P=0,045$), se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación muy buena de $r=0,874$ ($P=0,002$) ver grafico 61 y 62.

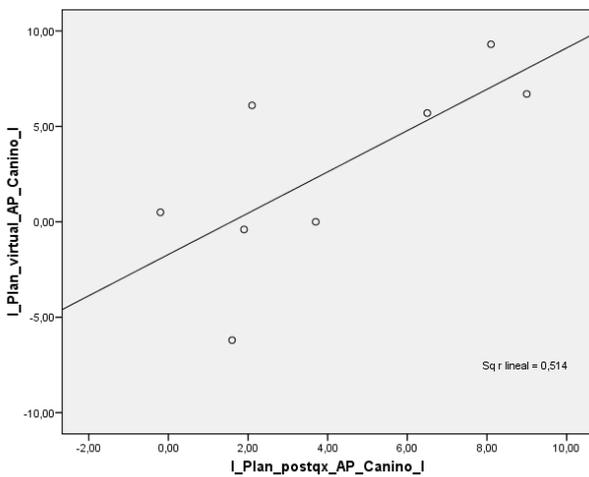


GRÁFICO 61: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior canino izquierdo

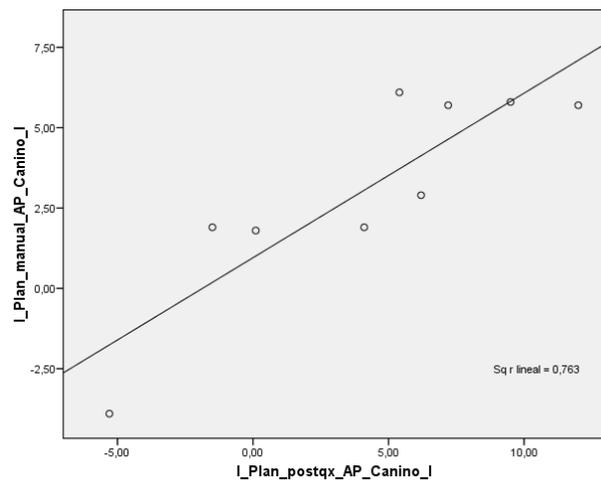


GRÁFICO 62: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior canino izquierdo

No se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano anteroposterior inferior molar izquierdo con una correlación muy buena de $r=0,812$ ($P=0,213$), tampoco se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación moderada de $r=0,46$ ($P=0,14$) ver grafico 63 y 64.

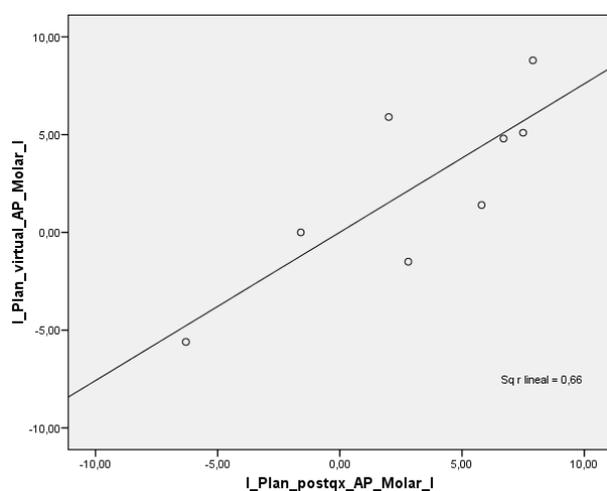


GRÁFICO 63: Planificación virtual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior molar izquierdo

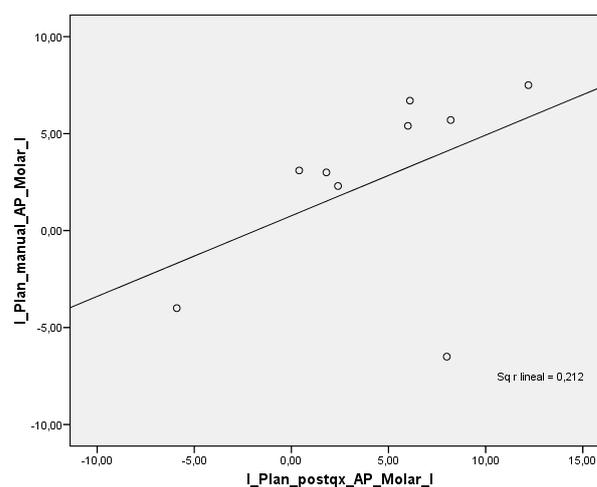


GRÁFICO 64: Planificación manual vs postquirúrgico plano anteroposterior inferior molar izquierdo

MANDIBULARES EN EL PLANO LATERAL

La concordancia en los 18 modelos virtuales mandibulares en el plano lateral (gráfico 65):

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 98 % sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -0,35mm el planificado frente a -1mm el postquirúrgico es decir de 0,65mm ($p=0,223$).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es muy buena de un 97% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de -0,35mm el planificado frente a -0,9mm el postquirúrgico es decir de 0,55mm ($p=0,334$).

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es buena de un 66% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo

de -1mm el planificado frente a -0,25mm el postquirúrgico es decir de -0,75mm (p=0,213).

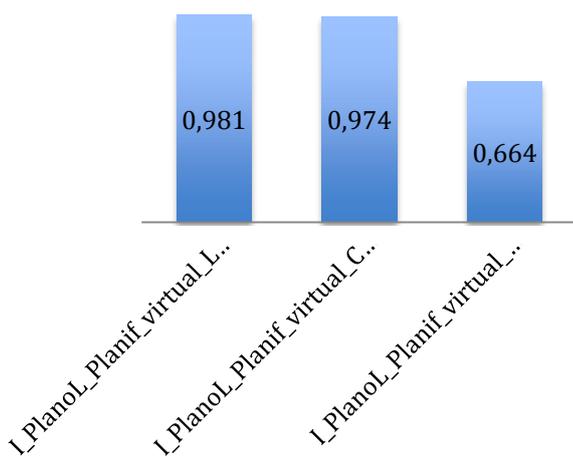
La concordancia en los 12 modelos manuales mandibulares en el plano lateral (gráfico 65):

En la línea media planificado frente al postquirúrgico es pobre de un 4 % sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0,6mm el planificado frente a 0mm el postquirúrgico es decir de 0,6mm (p=0,441).

En el canino derecho planificado frente al postquirúrgico es pobre de un 13% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0mm el planificado frente a 0mm el postquirúrgico es decir de 0mm (p=0,767)

En el primer molar derecho planificado frente al postquirúrgico es débil de un 32% sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia siendo de 0,4mm el planificado frente a 0mm el postquirúrgico es decir de 0,4mm (p=0,859)

correlación virtual



correlación manual

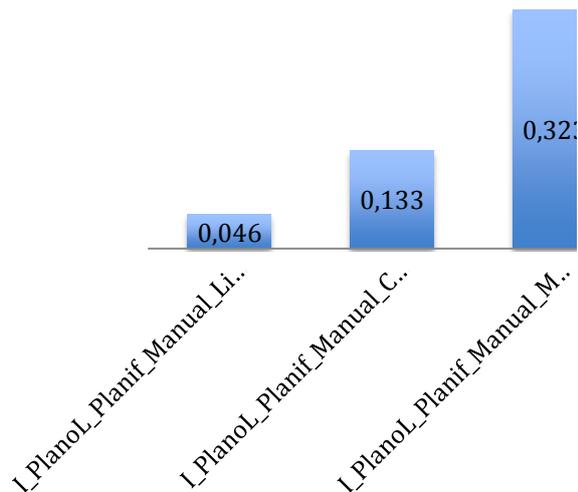


GRÁFICO 65. Correlación entre lo planificado virtual y por articulador con el resultado postquirúrgico en el maxilar inferior del plano lateral.

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano lateral inferior línea media con una correlación muy buena de $r=0,981$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano su correlación es pobre de $r=0,046$ ($P=0,906$) ver grafico 66 y 67.

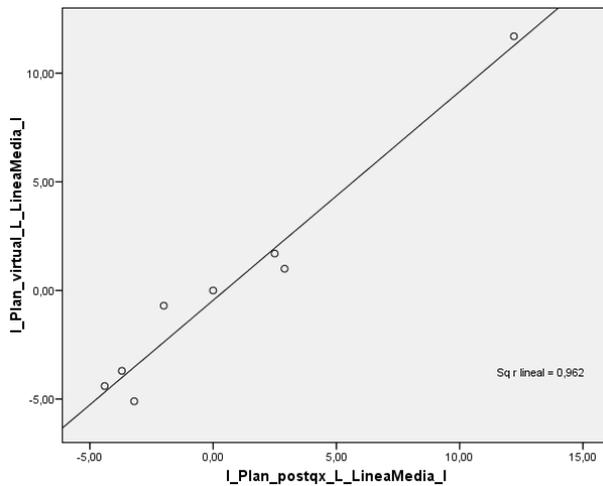


GRÁFICO 66: Planificación virtual vs postquirúrgico plano lateral inferior línea media

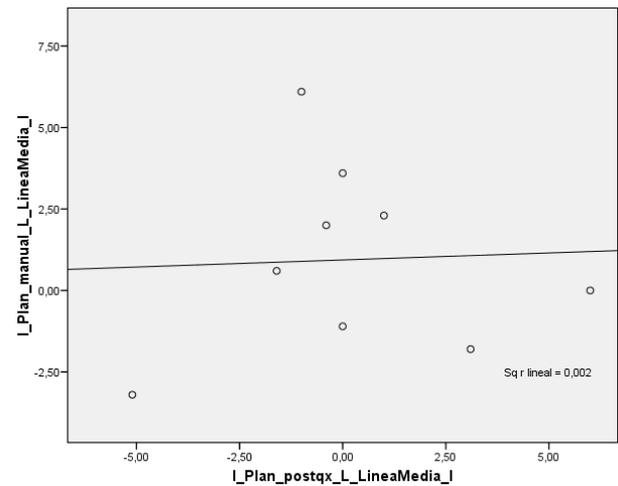


GRÁFICO 67: Planificación manual vs postquirúrgico plano lateral inferior línea media

Se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano lateral inferior canino izquierdo con una correlación muy buena de $r=0,974$ ($P=0,001$), sin embargo en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano su correlación es pobre de $r=0,133$ ($P=0,734$) ver grafico 68 y 69.

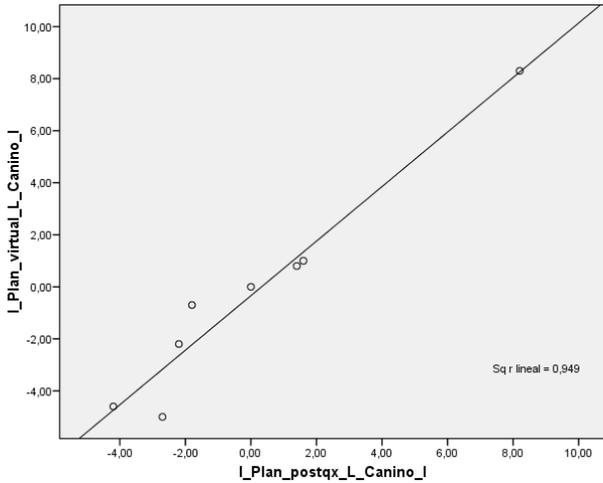


GRÁFICO 68: Planificación virtual vs postquirúrgico plano lateral inferior canino izquierdo

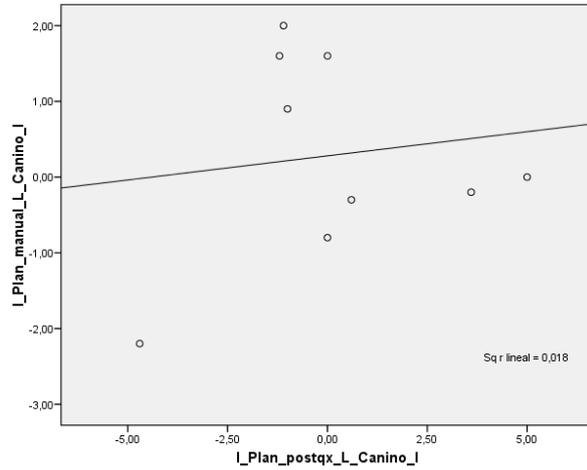


GRÁFICO 69: Planificación manual vs postquirúrgico plano lateral inferior canino izquierdo

No se ha encontrado una relación lineal estadísticamente significativa entre la planificación virtual y postquirúrgica del plano lateral inferior molar izquierdo con una correlación buena de $r=0,664$ ($P=0,073$) y en la planificación manual frente a la postquirúrgica del mismo plano no se ha encontrado una asociación lineal estadísticamente significativa, con un coeficiente de correlación débil; $r= 0,323$ ($P=0,397$) ver grafico 70 y 71.

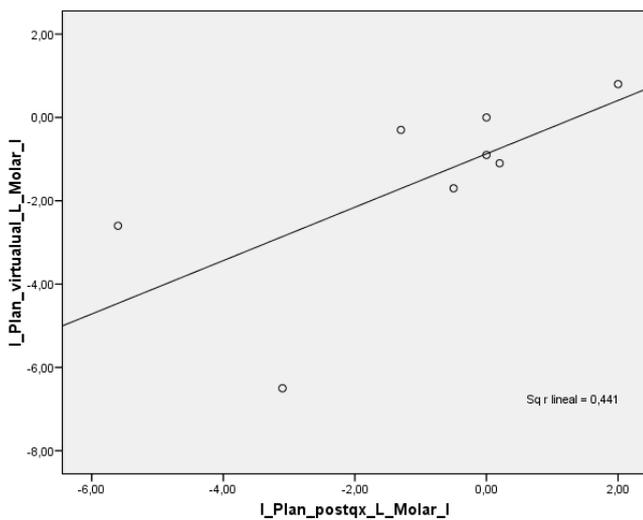


GRÁFICO 70: Planificación virtual vs postquirúrgico plano lateral inferior molar izquierdo

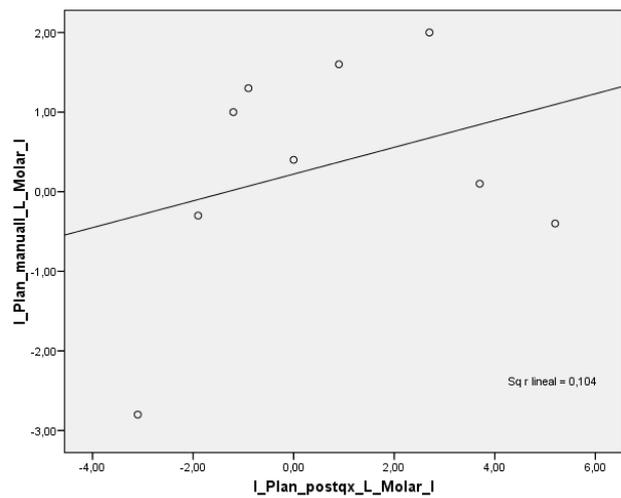


GRÁFICO 71: Planificación manual vs postquirúrgico plano lateral inferior molar izquierdo

Como resumen podemos decir que lo importante de nuestro estudio es que la férula confeccionada de forma virtual fue superior a la manual en estos tres parámetros estudiados, mas estable, mas precisa y mejores correlaciones:

- En el marco de la estabilidad.
 - El cirujano intraquirófano eligió aquella férula (manual o virtual) que una vez probada en el paciente presentara menor decalaje.
 - La férula virtual fue escogida en 18 ocasiones con un valor $p < 0,001$.

- En el marco de menor error a la hora de las mediciones intraoperatorias.
 - El ortodontista que tampoco sabia cual era cada una de las férulas, es decir, estaba también cegado, procedía a la toma de mediciones del canino – canto interno del ojo con ambas férulas
 - Estas mediciones se pasaron luego a una base de datos (SPSS® versión 15). Una vez hecho el tratamiento estadístico referenciando ambos colores como distintas férulas (rojo y azul), nos pusimos en contacto con el laboratorio para que una vez operado el paciente y hecho el tratamiento estadístico nos dijera que color correspondía a cada férula.
 - La férula que por las mediciones intraquirófano es la que con mayoría debería haber sido escogida por el cirujano ya que es la mejor posible planificación fue la roja, que correspondía con la virtual; coincidiendo estos datos con la estabilidad intraoperatoria.

- En el marco de las correlaciones
 - Comparando las medidas postquirúrgicas con las obtenidas en la planificación de los 18 pacientes operados con férulas virtuales y 12 con las férulas manuales encontramos los siguientes resultados:
 - **en el plano vertical superior**

- La concordancia en las correlaciones lineales son buenas en todos los puntos virtuales y en las manuales, excepto en estas ultimas en las que el canino y molar derecho son moderadas.
- **En el plano anteroposterior y lateral superior**
 - La concordancia en las correlaciones lineales son buenas en todos los puntos virtuales y en las manuales son o debiles o pobres
- **En el plano vertical inferior**
 - La concordancia en las correlaciones lineales son buenas en todos los puntos virtuales mientras que en las manuales son moderadas, débiles o pobres.
- **En el plano anteroposterior inferior**
 - La concordancia en las correlaciones lineales son buenas en todos los puntos virtuales y en las manuales excepto en estas en el molar izquierdo, que son moderadas.
- **En el plano lateral inferior**
 - La concordancia en las correlaciones lineales son muy buenas y buenas en todos los puntos virtuales sin embargo en las manuales son o debiles o pobres.

TAMAÑO MUESTRAL

Nuestro proyecto de investigación tiene un tamaño muestral de 30 pacientes. Esta cifra es suficiente para poder realizar un tratamiento estadístico con pruebas paramétricas si la distribución de las diferentes variables de dicha muestra siguen una distribución normal.

Estudios muy recientes en la valoración de las técnicas 3d para la evaluación de los perfiles faciales enfocados a la cirugía ortognática utilizan unos tamaños muestrales parecidos a los nuestros.

El equipo de investigación de Jene Meukstee y colaboradores¹⁰⁸, del departamento de cirugía maxilofacial de la Universidad de Rauldbould en los Países Bajos, realizó un estudio analítico de casos y controles. El primer grupo estaba constituido por 25 pacientes con deformidades dentofaciales e intervenidos quirúrgicamente y el segundo grupo control lo conformaban 75 sujetos. La finalidad del estudio era comparar los cambios obtenidos sobre el perfil blando, en el grupo de pacientes operados con el grupo control a través de la tecnología 3D.

Aunque la finalidad del estudio holandés, no es igual a la nuestra, si fue suficiente un tamaño muestra algo inferior al nuestro, 25 versus 30 sujetos, para obtener resultados estadísticamente significativos y conclusiones relevantes.

El trabajo de investigación que más se asimila al nuestro, en lo que a la finalidad y diseño se refiere, es el llevado a cabo en la Universidad de Londres por Bamber¹⁰⁹ y colaboradores, quienes compararon dos procedimientos diferentes de fabricación de férulas, ambas sobre articulador, para la cirugía ortognática. Nuestro estudio también compara dos tipos distintos de férulas; una manual y otra obtenida con la tecnología en tres dimensiones.

El tamaño muestral del estudio de Bamber¹⁰⁹, fue la mitad del nuestro; 15 pacientes versus 30; aún así obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con un “p” valor de 0,001 en el plano vertical al comparar ambas férulas manuales.

SEXO

Como hemos comentado en el apartado de “tamaño muestral”, el único estudio relevante, que hemos encontrado parecido al nuestro, tras una exhaustiva búsqueda bibliográfica con terminología MESH, en las bases de datos de MEDLINE, COCHRANE, SCIELO y LILACS, es el realizado por el equipo de investigación de Bamber¹⁰⁹ y colaboradores.

La distribución por sexos de ambos estudios, el de Bamber¹⁰⁹ y el nuestro es prácticamente igual. El 53% de la muestra de Bamber, fueron varones y el 47% restante mujeres, que en términos absolutos se traduce en 8 varones y 7 mujeres. Nuestro estudio fue todavía más balanceado; 50% mujeres y 50% hombres, concretamente quince pacientes en cada grupo.

El estudio de De Lira y colaboradores¹¹⁰, llevado a cabo durante el año 2013, obtuvo los mismos valores relativos que nosotros, en lo que se refiere a la distribución del sexo; 50% en ambos grupos, si bien en términos relativos eso supuso 20 pacientes varones y 20 mujeres.

Sin embargo hay muchas publicaciones en las que la distribución por sexos no es homogénea, a favor del sexo femenino; muestra de ello son los siguientes estudios de la tabla 6.

TABLA 5: Relación varon/mujer en diferentes estudios de investigación.

ESTUDIO	AÑO	“n”	VARON/MUJER
Lin y col¹¹¹	1998	17	1/16
Chew y col¹¹²	2008	30	10/20
Altug Atac y col¹¹³	2008	20	9/11
Marsan y col¹¹⁴	2009	44	0/44

En otros estudios, estas proporciones se invierten, con un porcentaje significativamente mayor de hombres versus mujeres, como el de Conley y Boyd¹¹⁵ en el año 2007 con 27 varones y 4 mujeres.

En una publicación anterior de la año 2013 del equipo de investigación de De Lira¹¹⁰; los mismos científicos¹¹⁶, realizaron un estudio similar pero con una proporción de hombres y mujeres distinta; 26 y 14 respectivamente.

EDAD

La media de edad de nuestros pacientes fue de 33 años con una desviación estándar de 11 años. La gran mayoría de las publicaciones revisadas, tienen valores de edades medias inferiores a las nuestras. Tabla 7.

La menor edad media la encontramos en el estudio de Chew y colaboradores, del año 2005 con una media de edad de 22 y una desviación estándar de 6. Las edades medias más cercanas a las nuestras son la de los estudios de Marsan y de Jakobsone con una edad media y (DE) de 28 (3,7) y 28 (6) respectivamente.

TABLA 6: Edad media y sus respectivas desviaciones estándar.

ESTUDIO	MEDIA EDAD	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)
NUESTRO	33	11
Chew ¹¹²	22	6
Marsan ¹¹⁴	28	3,7
De Lira ¹¹⁶	25,4	2,6
Aydil ¹¹⁷	26	2
Jakobsone ¹¹⁸	28	6

Solo hemos encontrado una investigación que supera nuestra media de edad; es la realizada por el equipo de Conley¹¹⁵ cuyos pacientes fueron tratados por SAOS con una edad media de 45 años y desviación estándar de 8,1.

Todos los estudios mencionados con anterioridad, tienen unas desviaciones estándar inferiores a la nuestra. El motivo de la dispersión de nuestra edad media es la inclusión de pacientes afectos de SAOS. Esta patología es diagnosticada en edades más avanzadas, (cuarta o quinta década) en claro contraste con el paciente estándar ortognático diagnosticado en la segunda década de vida.

ESTUDIO PREOPERATORIO

El estudio preoperatorio es un paso definitivo a la hora de conseguir buenos resultados en cirugía ortognática. Los estudios de Ellis^{107, 119}, o Bell^{77, 78} entre otros muchos autores así lo demuestran.

Partiendo de un análisis clínico preciso (con frecuencia el proceso más influyente en la toma de decisiones) existen múltiples procedimientos que complementan el proceso diagnóstico. El estudio fotográfico, cefelometrías 2D sobre telerradiografía lateral de cráneo, la cirugía de modelos, la utilización de programas informáticos, son algunos de los métodos a disposición del equipo ortodóncico quirúrgico para el proceso final del STO (surgical treatment objectives).

Desde el punto de vista logístico, realizar el estudio preoperatorio en un pc también nos aportaba ventajas, pues no tratamos con material que deba almacenarse físicamente. Trabajar sobre papel dificultaba el poder realizar correcciones sin realizar cambios como indicó Xia^{103, 120}.

Podemos almacenar en un Pc tantos estudios como queramos y compartirlos vía internet con un sólo click.

Como se expuso en este trabajo (historia de la ortodoncia) desde la mitad del siglo pasado autores como Downs¹²¹, Steiner⁷⁴ y Rickets¹²² sentaron las bases de la cefalometría 2D y su uso en el tratamiento de las malformaciones dento-esqueléticas.

La oclusión ha sido durante mucho tiempo el centro del objetivo del tratamiento. Sin embargo fue Wolford^{82, 83} uno de los primeros en focalizar que la armonía facial no depende en exclusivo de la oclusión y que ante la discordancia entre datos cefalométricos y clínicos, estos últimos deberían tener mayor peso en la decisión final.

Las desventajas de la planificación 2D son descritas por muchos autores desde a lo largo de los años. Tabla 8.

TABLA 7. Desventajas de la planificación tradicional 2D.

ESTUDIO	AÑO	Desventajas planificación tradicional en 2D
Bathia y col. ¹²³	1984	Presentaron importantes trabajos sobre las limitaciones con respecto a los pobres medios informáticos a su disposición
Gateno y Xia ¹⁰⁰	2003	Falta de precisión en los estudios cefalométricos bidimensional realizados sobre, radiografías y programas informáticos.
Rickets ¹²⁴	2008	Constata la pérdida de información que computa el estudio 2D y la necesidad de avanzar en los estudios de tecnología informática.

Otro de los elementos clave en el estudio preoperatorio convencional es la cirugía de modelos y su montaje en articulador. Este paso es el único momento tridimensional del que disponemos en el estudio convencional. Pero sólo nos informa la relación entre las arcadas dentales. En ningún caso aporta información sobre los cambios en las estructuras óseas y los tejidos blandos suprayacentes que forman la cámara facial. Tampoco permite relacionar la línea media facial con la línea media dental.

MONTAJE DE MODELOS

El articulador tradicional ha sido siempre un elemento de gran utilidad en las fases de diagnóstico tratamiento y evaluación. Los modelos pueden ser observados

desde las caras linguales y así detectar posibles interferencias oclusales que en boca serían difíciles de identificar.

Con respecto a las desventajas destacar que ningún tipo de articulador permite reproducir con fidelidad absoluta la fisiología del Sistema Estomatognático por carecer de articulaciones, músculos y ligamentos y no es visible la posición de la línea media facial.

Ellis¹²⁵ ya informaba que uno de los errores más comunes en la cirugía de modelos es el producido por el montaje en articulador, aunque si se compara el plano oclusal transferido al articulador con el plano oclusal de las cefalometrías se obtiene menor promedio de error.

El estudio de Bamber¹⁰⁹ estudia dos métodos de cirugía ortognática en modelos a través del articulador (Lockwood keyspacer y Eastman anatomically) concluye que ninguna de las dos técnicas lleva a cabo con absoluta precisión la prescripción del plan de tratamiento.

Tanto el estudio de Zizelman¹²⁶ (quien traslada la información del arco facial al ordenador 3d y lo compara con el plano de Frankfurt del CBCT del paciente en una vista sagital y frontal) como el nuestro (que estudia ambas técnicas con la misma cera de relación céntrica) concluyen que el montaje en articulador proporciona inexactitudes.

Es importante tener en cuenta la experiencia del operador sobre la toma del arco facial y el montaje en el articulador, para disminuir errores.

ARTICULADOR ANATÓMICO

Las ventajas que tradicionalmente atribuíamos a los articuladores han quedado superadas por la obtención de un “cráneo virtual”. Parece demostrado que el salto hacia la realidad 3D y tecnología Cad-Cam es en la actualidad inevitable. La potencia informática crece a ritmo exponencial y se abre un universo de posibilidades que debemos aprovechar en beneficio de nuestros pacientes.

Los modelos tridimensionales superan a los del articulador en utilidad diagnóstica, facilitan la comunicación con el paciente, permiten evaluar múltiples opciones de tratamiento y relacionar la línea media facial con la línea media dentaria.

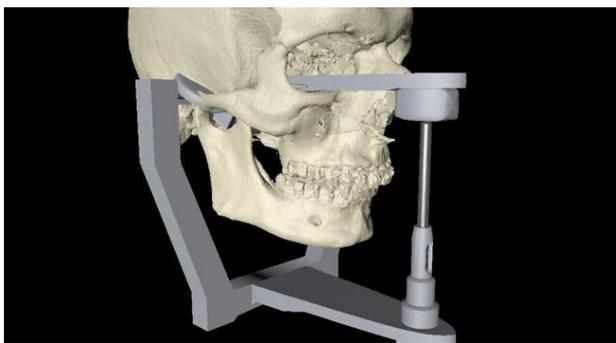
A nivel general existen evidentes beneficios económicos y también son patentes la precisión, practicidad, sencillez y el mayor aporte de información.

La tecnología Cad-Cam está cada vez más instaurada en muchas ramas de la industria.

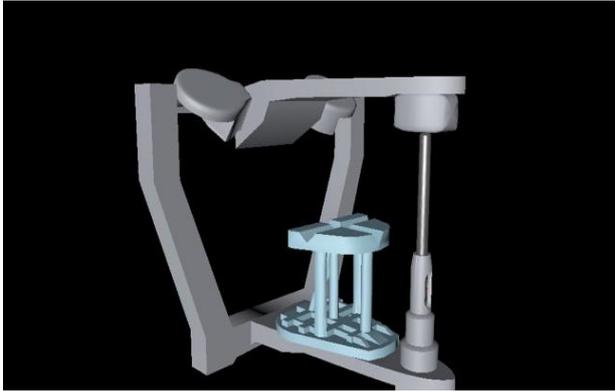
Hasta la fecha el único punto débil del uso de férulas Cad-Cam no articulador dependientes respecto a las tradicionales radica en la no disponibilidad física intraoperatoria de un registro fiable de la oclusión intermedia y final.

Se están introduciendo nuevos métodos como el TRANSFER (P. 201500452) o “arco anatómico virtual” puede evitar los errores producidos por el arco facial tradicional.

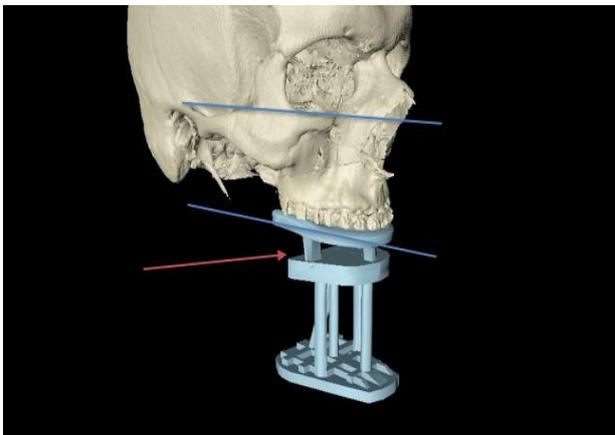
Necesitaremos estudios que lo demuestren y que puedan analizar si los nuevos sistemas mejoran la reproducción de la trayectoria condílea en sus movimientos de rotación y de translación.



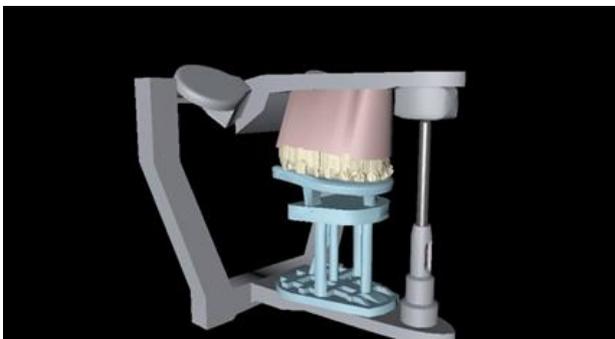
Simulación de superposición de un articulador semiajustable diseñado virtualmente sobre un TAC utilizando el plano de referencia plano frankfurt y se posiciona paralelo a la horizontal verdadera.



Fijación del TRANSFER al articulador: plataforma estándar paralela a la horizontal verdadera que presenta unas marcas guía que permitira transferir a cualquier articulador el mismo ángulo entre el plano de Frankfort y el plano oclusal maxilar



EL arco anatómico 3D permite realizar un splint (con la huella dentaria virtual del maxilar) donde se incorporan unas guías que colocadas sobre la marca guía del TRANSFER proporcionan una única posición espacial, aportando la información del eje condilar (eje de bisagra)



“Montaje del articulador anatómico”

1-El TRANSFER, con el splint guía se atornilla al articulador

2-Se posiciona los modelos del maxilar superior del paciente

3-Se procede a colocar la escayola para su fijación del modelo superior

4- Fraguado de la escayola

5- Se posiciona la cera en relación céntrica

6- Se procede a colocar la escayola para fijación del modelo inferior



SISTEMA TRIDIMENSIONAL

Una ventaja fundamental que aporta el estudio 3D es que evitamos la superposición de imágenes 2D de estructuras anatómicas contralaterales lo que conlleva a situar puntos de referencia de forma mas segura y sencilla.

También vimos en el apartado de la historia de la cirugía ortognática que fue Gateno y Xia¹⁰⁰ los primeros autores que postularon la necesidad de realizar un enfoque tridimensional para un correcto y preciso estudio de una deformidad. Evidenció además la posibilidad de establecer un plan de tratamiento preciso a partir de la aplicación de la tecnología Cad-Cam.

Verdenik¹²⁷ postula lo que por otra parte parece obvio, la máxima información 3D obtenida de unas estructuras anatómicas tridimensionales se traduce sistemáticamente en una más precisa planificación y consecuentemente en mejores resultados clínicos.

El programa informático TIMEUS, motivo de estudio en este trabajo, pretende superar la dificultad que supone trabajar en dos dimensiones.

Incorporar la tercera dimensión obtiene indudables beneficios en el estudio de estructuras anatómicas complejas.

En nuestro plan de tratamiento tridimensional utilizamos líneas y planos (puntos y líneas en 2D) que nos servirán de referencia para posicionar el maxilar superior como concluyo Reynecke¹²⁸.

La posición del maxilar y sus movimientos en los tres ejes del espacio: Pitch (eje perpendicular), Roll (eje longitudinal) y Jaw (eje vertical) determinaran la posición mandibular y desempeñará un factor clave en la simetría facial final.

Gracias a nuestro software podemos realizar todo tipo de mediciones, establecer la línea media facial, delimitar con precisión los movimientos esqueléticos y simular los cambios en los tejidos blandos.

Podemos realizar todas estas mediciones en la pantalla del ordenador de forma milimétrica gracias a la función de medición que incorpora el programa.

Por supuesto, una ventaja fundamental que aporta el estudio 3D es que evitamos la superposición de imágenes de estructuras anatómicas contralaterales lo que conlleva a situar puntos de referencia de forma más segura y sencilla.

Otra característica que facilita el estudio de la asimetría, la proporción y la forma de las estructuras que forman el esqueleto facial, es el hecho de poder individualizar en nuestro PC cada parte esquelética osteotomizada, movilizarla en los tres planos del espacio, realizar medidas lineales y angulares sobre la misma.

Todo ello, sin necesidad de nuevas pruebas radiográficas, pues todas las imágenes 3D han sido obtenidas a partir de un único CBCT, con precisión añadida sobre la radiografía convencional.

Cada vez son mas precisos y emiten una menor dosis de radiación como demostró Cze-Yin Lin ¹²⁹

Gateno¹⁰² expuso que disponer en la pantalla de la posición individualizada de cada segmento óseo visualizando además los planos de referencia nos permite llegar a grados de simetría nunca antes alcanzados.

Además el estudio de los movimientos rotacionales anticipados por O'Grady¹³⁰ se realiza de manera mucho más precisa. Reynecke¹²⁸ indicó la importancia crucial de la elección del punto maxilar sobre el que rotará todo el complejo maxilomandibular.

El software a estudiar en este trabajo nos permite posicionar el punto de rotación en cualquiera de las estructuras osteotomizadas.

Las limitaciones de la cirugía de modelos no existen en la visión 3D que hemos utilizado, ya que mediante el programa informático estudiado podemos integrar la relación entre las estructuras dentales con el tejido óseo subyacente y con los tejidos blandos suprayacentes. El programa 3D permite obtener una visión global de todo el esqueleto craneofacial, del tejido blando y la posibilidad de visualizarlo desde infinitos planos, aumentar la imagen e interactuar movilizándolo cualquier segmento óseo osteotomizado.

Pensamos que el disponer de toda la información en una sola plataforma facilita el estudio y evita la pérdida de información, disminuye errores sistemáticos que son acumulables en cada uno de los pasos del estudio 2D convencional.

En la cirugía de modelos convencional la mano del técnico influye mucho en la precisión final del proceso. Es además un proceso tedioso y con un alto consumo de recursos como preciso Xia¹³¹ en un trabajo sobre coste-efectividad en la tecnología Cad-Cam aplicada a la cirugía ortognática.

El software Timeus, aporta precisión rapidez y la posibilidad de repetir el procedimiento cuantas veces sea necesario.

Son muchos los trabajos donde se estudia la precisión de distintos programas de cirugía virtual. Destacan los de Sarver¹³², Gateno⁹⁰, Ferrario¹³³ entre otros. Menor es el número de trabajos que evalúan la precisión de las férulas utilizadas con tecnología Cad-Cam en comparación con métodos tradicionales. De especial interés en este campo son los trabajos de Gateno¹⁰², Metzger⁹¹ y Hernandez Alfaro¹⁰⁴.

Analizamos lo que en nuestra opinión son las principales ventajas de la cirugía virtual. Pasamos a analizar en profundidad el punto clave de esta tesis, la férula quirúrgica.

ESTABILIDAD, MEDICIONES INTRAOPERATORIAS Y CORRELACIONES DE LAS FÉRULAS

La posición del eje vertical del complejo maxilomandibular viene definida por diferentes puntos de referencia y la distancia entre ellos. Desde el canto interno del ojo y/o desde el agujero infraorbitario a un diente (canino o incisivo), se pueden obtener mediciones que nos ayudan a estabilizar dicho complejo en la posición correcta.

El programa Timeus permite obtener mediciones virtuales en el eje vertical sobre la pantalla del ordenador antes y después de las osteotomías y la movilización de las estructuras óseas a su posición definitiva. Asimismo, permite realizar estas mediciones sobre tejidos blandos, visualizar todas las estructuras anatómicas desde cualquier ángulo y en todo momento.

Evidentemente estos procesos se pueden realizar cuantas veces sean necesarios de forma rápida y sencilla.

La precisión de los cambios en los tejidos blandos no es el objetivo de este trabajo y, sin duda, es uno de los puntos claves a mejorar en el programa a estudio.

Fácilmente imaginables son los beneficios desde el punto de vista docente, debido tanto a la imagen global que el joven residente obtiene como a la posibilidad de poder realizar múltiples tentativas de tratamiento.

No es infrecuente que un candidato a cirugía bimaxilar requiera de movimientos óseos complejos. Erickson¹³⁴ describió el maxilar osteotomizado como un cuerpo libre en el espacio, pudiendo reposicionarse en las tres dimensiones del espacio.

En la cirugía de modelos, una de las maniobras más complejas es la de posicionar el maxilar en una correcta oclusión. Evidentemente esta dificultad es aun mayor en el campo operativo. Ellis⁸⁵ propuso el uso de férulas intermedias guías para posicionar el maxilar en los planos sagital y transversal. En el plano vertical será el cirujano el que con medidas intraoperatorias determine la posición final.

Mientras que la fabricación de la férula convencional se realiza sobre la cirugía de modelos, la de la férula Cad-Cam es obtenida por fabricación 3D con mayor información proporcionada por el CBCT por lo que este proceso proporciona indudables ventajas en cuanto a la estabilidad, precisión y los consecuentes resultados postoperatorios, siendo equiparables a los obtenidos por Gateno y Xia¹⁰² Metzger⁹¹ y Hernandez Alfaro¹⁰⁴.

En todos estos estudios como en el nuestro con ayuda de personal auxiliar entrenado los pacientes adoptaban una posición natural de la cabeza y con el plano de frackfurt paralelo al suelo. Como informaba Xia^{135, 136} este método es mas sencillo en pacientes simétricos.

En la mayoría de los estudios las mediciones son realizadas sobre análisis craneofaciales, con medidas lineales o angulares, y con un margen de error de 1mm o 1 grado.

En este trabajo los movimientos a realizar se planifican sobre cinco puntos dentales y por lo tanto las mediciones postquirúrgicas son analizados sobre los mismos.

En nuestro estudio los resultados obtenidos por las férulas quirúrgicas fabricadas de manera virtual tienen un grado de similitud muy bueno con respecto a lo planificado al igual que en el estudio de Hernandez Alfaro¹⁰⁵, por el contrario las férulas obtenidas de forma convencional en nuestro trabajo presentan un grado de concordancia moderado, bajo y pobre, mientras que en el estudio de Alfaro presentaban gran similitud ambas férulas (convencionales y las confeccionadas con tecnología 3D).

NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La cirugía ortognática es considerada por muchos autores más como un arte que como una ciencia exacta. El principal caballo de batalla sigue siendo la desigual respuesta de los tejidos blandos ante los cambios esqueléticos realizados en la sala de operaciones^{137,138, 139, 140, 141}.

Sin embargo, conseguir una precisión cada día mayor en el posicionamiento de las partes duras del esqueleto facial se ha convertido en casi una obsesión para los equipos ortodóncicos quirúrgicos¹⁴².

En los tres últimos años se han abierto tres vías fundamentales de investigación encaminadas todas ellas a mejorar la precisión de ambos tratamientos. Por un lado varios equipos están desarrollando distintos tipos de guías de corte y material de osteosíntesis personalizados a cada paciente que aportaría información precisa a cada maxilar.

Estos sistemas no son dependientes de la oclusión del paciente y por tanto eliminan una parte del proceso a menudo causante de errores. Sin embargo, estos procedimientos se encuentran aun lejos de conseguir resultados satisfactorios.

Chan, lin y cols¹⁴³ han aportado márgenes de error por encima de 1mm tanto en el maxilar como en la mandíbula. Suojanen¹⁴⁴, y Ganden¹⁴⁵ presentaron recientemente una serie de 32 osteotomías con similares resultados.

Por otra parte como ya presentamos en la historia de la cirugía ortognática, con el nuevo siglo se desarrollan los primeros sistemas de navegación quirúrgica. Empleados inicialmente en el campo de la oncología y traumatología craneofacial, su empleo se está generalizando en la cirugía ortognática.

Recientemente Lutz¹⁴⁶ han presentado un nuevo sistema de navegación óptica con resultados de error próximos al milímetro.

Los mejores grados de precisión publicados hasta la fecha fueron de Berger y cols¹⁴⁷ que con el uso de los nuevos navegadores electromagnéticos han reducido el error por debajo de 0,5mm.

Sin embargo, el alto coste de los actuales sistemas de navegación y el aumento significativo del tiempo intraoperatorio, hacen que estas nuevas tecnologías se estén incorporando muy lentamente.

Aunque los resultados esqueléticos han sido satisfactorios, aun queda un largo camino por recorrer en cuanto a la valoración preoperatoria, y su posterior respuesta en los tejidos de la máscara facial.

Momaerts, Menlstee, veddenik entre otros siguen desarrollando programas informáticos que aportarán luz a nuestras previsiones preoperatorias.

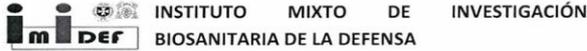
Sin embargo, como comentábamos anteriormente, el principal hándicap sigue siendo el carácter “estático” de la información. Posiblemente el futuro nos aportará nuevas técnicas donde se realice una valoración “dinámica” (4D) donde se tengan en cuenta los movimientos faciales personales como la expresión mímica, sonrisa, hábitos, etc.

CONCLUSIONES

La férula virtual es superior a la manual en tres vertientes, mas estable, mas precisa y mejores correlaciones:

1. En el acto quirúrgico, la férula virtual fue la que se seleccionó con mayor frecuencia en función de una mayor estabilidad; 18 veces frente a 12 de la férula manual.
2. La férula que por las mediciones intraoperatorias (canino - canto interno del ojo) se acercó más a la planificación preoperatoria fue la virtual; según dichas mediciones la férula virtual debería haber sido escogida en 17 intervenciones versus 13 de la férula manual.
3. En todos los planos del espacio, las correlaciones de las férulas virtuales, entre lo planificado y los resultados postquirúrgicos son muy buenas o buenas; mientras que en las férulas manuales en los planos vertical, anteroposterior y lateral, tanto superior como inferior, las correlaciones son moderadas, pobres o débiles.
4. El 94% de las férulas virtuales que fueron seleccionadas por su estabilidad, también tenían las mejores mediciones intraquirófano.
5. Las diferencias encontradas, entre la elección de la férula, según las mediciones del canino, y las que realmente fueron seleccionadas, según la percepción de estabilidad del cirujano dentro del quirófano, fueron estadísticamente significativas.

ANEXO 1 Y 2: RESOLUCIÓN DE CONCESIÓN DE AYUDAS PARA INVESTIGACIÓN. IMIDEF. UNIVERSIDAD DE ALCALÁ



RESOLUCIÓN DE CONCESIÓN DE AYUDAS PARA INVESTIGACIÓN. CONVOCATORIA 2014

Madrid, 10 de febrero de 2015

El proyecto de investigación titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE FÉRULAS TRIDIMENSIONALES Y LAS OBTENIDAS POR ARTICULADOR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA** ha sido evaluado como **FAVORABLE** dentro de la Convocatoria para la adjudicación de Ayudas a Proyectos de Investigación INSTITUTO MIXTO DE INVESTIGACIÓN BIOSANITARIA DE LA DEFENSA (IMIDEF) - 2014.

El importe económico asignado es de 8900 € según se detalla en el anexo I, atendiendo a la memoria económica entregada, pudiendo haber sido modificada por la comisión gestora del IMIDEF.

Los investigadores que participan en dicho estudio son:

Nombre y Apellidos: Ana Isabel López Figueras

DNI: 39872869T

Nombre y Apellidos: Carlota de Juan Marco

DNI: 50849504T

Nombre y Apellidos: Carlos Gutiérrez Ortega

DNI: 51703111P

Nombre y Apellidos: Julio Acero Sanz

DNI: 673589B





INSTITUTO MIXTO DE INVESTIGACIÓN
BIOSANITARIA DE LA DEFENSA

IMIDEF

INSTITUTO MIXTO DE INVESTIGACIÓN BIOSANITARIA DE LA DEFENSA

Nombre y Apellidos: Natalio García Honduvilla

DNI: 05263673P

Nombre y Apellidos: José Miguel Eslava Gurrea

DNI: 18201132-J

Nombre y Apellidos: Rafael Ecija Navarro

DNI: 52995860I

Nombre y Apellidos: Ricardo Ortega Aranegui

DNI: 02699306A

Nombre y Apellidos: Santiago Jimenez Caraballo

DNI: 2605336B

Nombre y Apellidos: Guillermo García Garma

DNI: 43789914F

Director del IMIDEF

Luis Callol Sánchez





INSTITUTO MIXTO DE INVESTIGACIÓN
BIOSANITARIA DE LA DEFENSA

ANEXO I

MEMORIA ECONÓMICA SOLICITADA:

MATERIAL FUNGIBLE

Férulas quirúrgicas tridimensionales(213 euros por paciente)	6390
Escáner médico Postquirúrgico(120 euros por paciente)	3600
Total	9.990€

MEMORIA ECONÓMICA CONCEDIDA:

IP	IMPORTE SOLICITADO	IMPORTE CONCEDIDO	OBSERVACIONES
ANA ISABEL LÓPEZ FIGUERAS	9.990,00 €	8.900,00 €	Se recorta el importe solicitado por razones presupuestarias.

OBSERVACIONES DE LOS EVALUADORES:

Proyecto muy bien planteado.

Equipo multidisciplinar en un estudio multicéntrico.

Bien diseñado y ajustado en gastos.

El presupuesto definitivo me parece adecuado una vez realizados los recortes sugeridos.

IMIDEF

INSTITUTO MIXTO DE INVESTIGACIÓN BIOSANITARIA DE LA DEFENSA





INSTITUTO MIXTO DE INVESTIGACIÓN
BIOSANITARIA DE LA DEFENSA

ANEXO II

El investigador principal se compromete a:

Informar al CCI y al IMIDEF periódicamente acerca de la marcha de las tareas de ejecución de la correcta aplicación de la subvención concedida, cuando así se le requiera.

Los IP de cada Proyecto, deberán remitir anualmente al IMIDEF una memoria de acuerdo con el formato que figurará en IMIDEF, que resuma los avances que se van produciendo en el desarrollo del trabajo de investigación, publicaciones y comunicaciones a congresos. Estas memorias deberán señalar las tareas realizadas, haciendo referencia expresa a los objetivos que figuran en el Proyecto, de modo que se pongan de manifiesto los avances en el cumplimiento de los mismos. Las memorias contendrán, asimismo, un informe de los gastos realizados, su justificación y la indicación de las partidas concretas del presupuesto aprobado en las que estaban incluidos.

Difusión pública de los resultados de su investigación.

Los derechos de propiedad intelectual o industrial que puedan derivarse de la ejecución de cada Proyecto mediante patente u otras formas de propiedad industrial o intelectual se repartirán en un 80% para los investigadores y, el 20% restante, para el IMIDEF.

En las publicaciones derivadas del Proyecto de investigación, los autores deberán figurar como miembros del IMIDEF, con referencia expresa a la UAH y a la IGESAN. Igualmente se mencionará la procedencia de la financiación. Estas publicaciones serán tenidas en cuenta para la concesión de apoyo financiero en futuros proyectos.

La concesión de estas ayudas a la investigación lleva consigo la aceptación y cumplimiento sin reserva y excepción alguna, de todas las Bases y condiciones del Concurso. El incumplimiento de lo acordado, le obligará a devolver el importe asignado.

Yo, Ana Isabel López Figueras y Carlota de Juan Marco responsables principales del proyecto titulado: "**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE FÉRULAS TRIDIMENSIONALES Y LAS OBTENIDAS POR ARTICULADOR EN CIRUGÍA ORTOGNÁTICA**", nos comprometemos a realizar con éxito dicho estudio en las condiciones fijadas anteriormente.

Y para que conste, firmo este documento a fecha 10 de febrero del 2015

Ana Isabel López Figueras y Carlota de Juan Marco
Investigadoras principales

Luis Callo Sánchez
Director del IMIDEF



- ¹ Ramos Fuentes FJ, Ramos Cáceres M, Ribate Molina MP. Semiología de las malformaciones y deformaciones craneofaciales; *Pediatr Integral* 2010; XIV(8): 615-622
- ² Stricker M, Van der Meulen JC, Raphael B et al. *Craniofacial Malformations* Edinburgh; New York 1990: Churchill Livingstone,
- ³ Angle EH. Classification of the malocclusion. *Dental Cosmos* 1899; 41: 248-264, 350-357.
- ⁴ World Health Organization 1987. *Oral Health Survey: Basic method*, 3rd edn. Geneva: Oral Health Unit.
- ⁵ Gomez de Ferraris, M. E.; Campos Muñoz, A.. *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental*. Caps. 7, 13 y 14. 3ra. Edición. 2009: Médica Panamericana.
- ⁶ Valdés Valdés A, Pérez Núñez HM, García Rodríguez RE, López Gutiérrez A. *Embriología humana*. La Habana 2010: Ciencias Médicas ECIMED.
- ⁷ Smithkline-Beecham *Cirugía Oral y Maxilofacial*. Madrid. 1997. Manual del residente.
- ⁸ Enlow DH, Hans MG.. *Crecimiento facial*. México DF 1998: Mc-Graw Hill Interamericana.
- ⁹ Moss ML. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*.1969;55:20-31
- ¹⁰ Enlow DH, Bang S. Growth and remodeling of the human maxilla. *Am J Orthod* 1965;51: 446-64
- ¹¹ Palmer B. The influence of breastfeeding on the development of the oral cavity: a commentary. *J Hum Lact* 1998;14:93-8.
- ¹² Björk A. Kuroda T. Congenital bilateral hypoplasia of the mandibular condyles associated with congenital bilateral palpebral ptosis. *Am J. Orthod* 1968; 54(8): 584-600

- ¹³ Harvold EP, Chierici G, Vargervik K. Experiments on the development of dental malocclusions. *Am J Orthod.* 1972; 61(1):38-44
- ¹⁴ McNamara JA Jr. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am J Orthod.* 1973; 64(6):578-606
- ¹⁵ Robert O. Northway Jr., R.G. Alexander, Michael L. Riolo, A cephalometric evaluation of the old Milwaukee brace and the modified Milwaukee brace in relation to the normal growing child *Am J Orthod.* 1974; 65(1):341-363
- ¹⁶ R. B. Ross and M.C. Johnson. Cleft lip and palate. Baltimore, 1972, Williams & Wilkins. co (114-119)
- ¹⁷ Moss ML, Rankow RM. The role of the functional matrix in mandibular growth. *Angle Orthod.* 1968; 38(2):95-103.
- ¹⁸ Shepard JWJ, Gefter WB, Guilleminault C, Hoffman EA, Hoffstein DW, Hudgel DW, et al. Evaluation of the upper airway in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep* 1991; 14:361-71.
- ¹⁹ Ricketts RM. Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod.* 1968;54(7):495-507.
- ²⁰ Kushida CA, Efron B, Guilleminault C. A predictive morphometric model for the obstructive sleep apnea syndrome. *Ann Int Med* 1997; 127:581-87.
- ²¹ Ramesh N, Guruanthan D, Karthikeyan SA. Association of nonnutritive sucking habits and malocclusion: A cross-sectional study. *Int J Pedod Rehabil* 2016;1:15-8
- ²² Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976;69(3):274-84.
- ²³ Proffit WR, Mason RM. Myofunctional therapy for tongue-thrusting: background and recommendations. *J Am Dent Assoc.* 1975;90(2):403-11
- ²⁴ Warren JJ, Bishara SE. Duration of nutritive and non- nutritive sucking behaviors and their effects on dental arches in the primary dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:347-56.

- ²⁵ Bishara SE, Warren JJ, Broffit B Levy SM. Changes in the prevalence of non nutritive sucking patterns in the first 8 years of life. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 31-6
- ²⁶ Warren JJ, Slayton RL, Bishara SE, Levy SM, Yonezu T, Kanellis MJ. Effects of non-nutritive sucking habits on occlusal characteristics in the mixed dentition. *Pediatr Dent* 2005;27:445-50.
- ²⁷ Guillermo Raspall." Cirugía Maxilofacial. Patología quirúrgica de la cara, boca, cabeza y cuello." 1997: Ed. Médica Panamericana.
- ²⁸ Del Rio, L.; Roig, D.. Actividad Física y Calidad Ósea. *Archivos de Medicina del Deporte* 2001: 18 (83); 211-21.
- ²⁹ Behrents, Rolf G. An Atlas of Growth in the Aging Craniofacial Skeleton. Ann Arbor, Mich: Center for Human Growth and Development, University of Michigan. 1985
- ³⁰ Graber TM.. Ortodoncia teoría y práctica: Ed. Interamericana, tercera edición. Etiología de la maloclusión. 1981; Capítulo 6 y 7: 239-374.
- ³¹ E. Bermejo Sanchez. Frecuencias de defectos congénitos al nacimiento en España y su comportamiento temporal y por comunidades autónomas. Causas de las variaciones de las frecuencias. *Semergen: revista española de medicina de familia*, ISSN 1138-3593, Nº. 8, 2010, págs. 449-455
- ³² Martínez-Frías ML. Defectos congénitos en España. Diez años de evidencia epidemiológica. Madrid: Dirección General de Planificación sanitaria. Ministerio de Sanidad y Consumo; 1989.
- ³³ Martínez-FríasML,CuevasL,GrupoPeriféricodelECEMC,Bermejo- Sánchez E. Análisis clínico-epidemiológico de los recién nacidos con defectos congénitos registrados en el ECEMC: Distribución por etiología y por grupos étnicos. *Bol ECEMC Rev Dismor Epidemiol* 2011; VI(1):33-64.
- ³⁴ Severt TR, Proffit WR. The prevalence of facial asymmetry in dentofacial deformities

population at the University of North Carolina. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1997 ;12(3):171-6.

³⁵ Maeda M, Katsumata A, Arijii Y, et al. 3D-CT evaluation of facial asymmetry in patients with maxillofacial deformities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radial Endod.* 2006;102(3):382-90.

³⁶ Ming Tak Chew. Spectrum and Management of Dentofacial Deformities in a Multiethnic Asian Population. *The Angle Orthodontist*: 2006; 76 (5). 806-809.

³⁷ Narayanan RK, Jeseem MT, Kumar TA. Prevalence of Malocclusion among 10-12-year-old Schoolchildren in Kozhikode District, Kerala: An Epidemiological Study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2016 ;9(1):50-5.

³⁸ Woon KC, Thong YL, Abdul Kadir R. Permanent dentition occlusion in Chinese, Indian and Malay groups in Malaysia. *Aust Orthod J.* 1989 Mar;11(1):45-8.

³⁹ Lew KK1, Foong WC, Loh E. Malocclusion prevalence in an ethnic Chinese population. *Aust Dent J.* 1993 ;38(6):442-9

⁴⁰ Willems G, De Bruyne I, Verdonck A, Fieuws S, Carels C. Prevalence of dentofacial characteristics in a belgian orthodontic population. *Clin Oral Investig.* 2001;5(4):220-6.

⁴¹ Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1998;13(2):97-106.

⁴² Richmond S , Shaw WC , Stephens CD , et all Orthodontics in the general dental service of England and Wales: a critical assessment of standards. *British Dental Journal.*1993, 174(9):315-329

⁴³ P.Arrieta, M.Varela. Análisis de la maloclusión de una muestra de 4047 pacientes ortodóncicos de la Comunidad de Madrid. *Rev Esp Ortod* 2009; 39: 67-74

⁴⁴ Young T, Platt M, Dempsey J, Skatrud J, Weber S, Badr S. The occurrence of sleep disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med* 1993; 328: 1230-1235.

- ⁴⁵ Senthil K, Tamizharasi S. Significance of curve of Spee: An orthodontic review. *Dental Science*. 2012; 4(2): 323-327.
- ⁴⁶ Ackerman JL, Proffit WR. The characteristics of malocclusion: A modern approach to classification and diagnosis. *Am J Orthod* 1969; 56: 443-454.
- ⁴⁷ Steiner Cecil. The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment. *AJO* 1960. *The Angle Orthodontist* 1972; 42(3): 179-199.
- ⁴⁸ Ricketts RM; Cephalometric analysis and synthesis, *angle ortho* 1961, 31(3) 141-156
- ⁴⁹ Proffit RW. Contemporary orthodontics. Ed. The Mosby Company. Diagnosis and treatment planning 1986; III (6): 123-167.
- ⁵⁰ Proffit RW. The need for surgical-orthodontic treatment. The search for truth: Diagnosis. Ed. The Mosby Company. 1991; 4: 96-141
- ⁵¹ Proffit RW. Contemporary Orthodontics. Ed. The Mosby Company. Orthodontic Treatment Planning 1986; III(7): 173.
- ⁵² Peck S, Peck L, Kataja M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod*, 1990; 61: 43-48.
- ⁵³ Bishara S, Burkey P, Kharouf J. Dental and facial asymmetries: a review. *Angle Orthod*, 1994; 64: 89-98.
- ⁵⁴ Lundstrom A. Some asymmetries of the dental arches, jaw, and skull, and their etiological significance. *Am J Orthod*, 1961; 47: 81-106.
- ⁵⁵ Betts N, Varnasdall R, Barber H, Fonseca R. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 1995; 10: 75-96.
- ⁵⁶ Erickson G, Waite D. Mandibular asymmetry. *J Am Dent Assoc*, 1974; 89: 1369-1373.
- ⁵⁷ Obwegeser H, Makek M. Hemimandibular hyperplasia - Hemimandibular elongacion. *J Craniomaxillofac Surg*, 1986; 14: 183-208.

- ⁵⁸ Vaden J, Pearson L. Diagnosis of the vertical dimension. *Semin Orthod*, 2002; 8 (3): 120-129.
- ⁵⁹ Proffit RW. The need for surgical-orthodontic treatment. The search for truth: Diagnosis. Ed. The Mosby Company. 1991; 4: 96-141.
- ⁶⁰ Soto CL. La fuerza labial superior y sus variaciones con mioterapia. *Revista Cubana Estomat* 2003: 4(3).
- ⁶¹ Hartsfield J. Development of the vertical dimension: nature and nurture. *Semin Orthod*, 2002; 8 (3): 113-119.
- ⁶² Bell W, Jacobs J, Legan H. Treatment of class II deep bite by orthodontic and surgical means. *Am J Orthod*, 1984; 85 (1): 1-20.
- ⁶³ Opdebeeck H, Bell WH. The short face syndrome. *Am J Orthod*, 1978; 73 (5): 499-511.
- ⁶⁴ Schendel SA, Eisenfeld J, Bell WH, Epker B, Mischelevich D. The Long Face Syndrome: Vertical maxillary excess. *Am J Orthod*, 1976; 70 (4): 398-408.
- ⁶⁵ Luther F, Morris DO, Hart C: Orthodontic preparation for orthognathic surgery: How long does it take and why? A retrospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 41:401, 2003
- ⁶⁶ Sleep-related breathing disorders in adults: recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research. The Report of an American Academy of Sleep Medicine Task Force. *Sleep*. 1999;22:667-89.
- ⁶⁷ J. Durán-Cantolla, F.J. Puertas-Cuesta, G. Pin-Arboledas, J. Santa María-Cano, el Grupo Español de Sueño (GES) Documento de consenso nacional sobre el síndrome de apneas-hipopneas del sueño. *Arch Bronconeumol.*, 41 (2005): 1-110
- ⁶⁸ Norton PG, Dunn EV. Snoring as a risk factor for disease: An epidemiological survey. *Br Med J* 1985; 291: 630-621.

- ⁶⁹ Hullihen SP. Case of Elongation of the underjaw and distorsion of the face and neck caused by a burn.. Baltimore John W Woods. 1849
- ⁷⁰ Wassmund J. :Lehrbuch der practischen chirurgie des mundes und der kiefer. Vol I Leinzig: Meuser 1935 p282
- ⁷¹ Wassmund M.: Frakturen und luxationen des gestchsschandels. Berlin 1927
- ⁷² Notes on orthodontia with a new system of regulation and retention IX congreso medico internacional Washington 1887
- ⁷³ Downs WB. The role of cephalometrics in orthodontic case analysis and diagnosis. American Journal of orthodontics march 1952. Vol 38 (3) 162-182
- ⁷⁴ Steiner, C. Cephalometrics in clinical practice. Angle Orthod. 1959;29:8-29.
- ⁷⁵ Tweed Ch. The francfort mandibular incisor angle in orthodontic diagnosis treatment planing and prognosis. the angle orthodontist 1954
- ⁷⁶ Obwegesser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. Operative oral surgery 1957
- ⁷⁷ Bell, Proffit, White. Surgical Correction of dentofacial deformities: W. B. Saunders Company 1980: 34-324
- ⁷⁸ Bell. Modern Practice in orthognathic, and reconstructive surgery. W. B. Saunders Company 1992: 36-92
- ⁷⁹ Champy M, Loddle JP, Jaeger JH, Wilk A, Gerber JC. Mandibular osteosynthesis according to the Michelet technic. Justification of new material.Results. Rev Stomatol Chir Maxillofac 1976;77:252-5
- ⁸⁰ E. Ellis III. Condylar positioning devices: are they necessary?. J.O. M surgery vol 52 issue G june 1994 pgs 536-552
- ⁸¹ New techniques for reproduction of the condyle relation and reduction of complications after BSSO Raven Jones 1990

- ⁸² Wolford L.M. Occlusal plane alteration in orthognathic surgery--Part I: Effects on function and esthetics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994 Sep;106(3):304-16
- ⁸³ Wolford L.M. Occlusal plane alteration in orthognathics. *joms* 1993; 51 (7) 730-740
- ⁸⁴ Arnett W G. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* vol 103 n4 april 1993
- ⁸⁵ E. Ellis III. Bimaxillary surgery using an intermediate splint to position the maxilla. *Joms* 57. 53-56. 1999
- ⁸⁶ Powell NB, Guilleminault C. Surgical treatment for obstructive sleep apnea *W B Saunders Cpo* 1994. 706-721
- ⁸⁷ A new clinical protocol to evaluate cranio-maxillofacial deformity and to plan surgical correction . *J J Xia Joms* 2009 67(10) 2093-2016
- ⁸⁸ Eckhardt CE, Cunningham SJ. How predictable is orthognathic surgery? *Eur J Orthod* 2004;26:303-9
- ⁸⁹ Mommaerts MY, Jans G, Sloten JV, Staels P, Van der Perre G, Gobin R. On the Assets of CAD Planning for Craniosynostosis Surgery. *J Craniofac Surg.* 2001;12:547-54
- ⁹⁰ Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF et al. Clinical feasibility of computer-aided surgical simulation (CASS) in the treatment of complex cranio-maxillofacial deformities. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(4):728-34.
- ⁹¹ Metzger MC, Hohlweg-Majert B, Schwarz U, et al. Manufacturing splints for orthognathic surgery using a three-dimensional printer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(2):e1-7.
- ⁹² Yu Ray Chen. Surgery first accelerated orthognathic surgery. *Joms* 69: 771-780 211
- ⁹³ The regional acceleratory phenomenon (Rap) *Frost H.M Henry Ford Hosp Med J* 1983 31 (1) 3- 9
- ⁹⁴ Use of stereolithographic cutting guides in corrective le fort I osteotomy. *Seeberger British Journal oms* 49 2011 20-21.

- ⁹⁵ Orthognatic positioning system: intraoperative system to transfer virtual surgical plan to operating field. J W Polley A. Figueroa. Craneomaxilofacial deformities/ cosmetic surgery.
- ⁹⁶ Computer planning and intraoperative navigation in orthognatic surgery R.B Bell Joms 69-592.-605 2011
- ⁹⁷ Hohlweg-Majert B, Schön R, Schmelzeisen R, Gellrich NC, Schraamm A. Navigational maxillofacial surgery using virtual models. World J Surg 2005;29:1530-1538
- ⁹⁸ Navigated repositioning of the maxilla: technical note A. Gaggle British Joms 51 (2013) 568-569
- ⁹⁹ Perez, D., Ellis, E. Sequencing bimaxillary surgery: mandible first. J Oral Maxillofac Surg. 2011;69:2217-2224
- ¹⁰⁰ Gateno J, Xia J, teichgraeber JF, et al. A new technique for creation of a computerized composite skull model. J Oral Maxillofac Surg. 2003; 61: 222-227
- ¹⁰¹ Swennen GR, Mollemans W, Schutyser F. Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging. J Oral Maxillofac Surg. 2009; 67: 2080-92
- ¹⁰² Gateno J, Xia J, Teichgraeber JF, et al. The precision of computer-generated surgical splints. . J Oral Maxillofac Surg. 2003; 61: 814-817
- ¹⁰³ Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF. Three-dimensional computer-aided surgical simulation for maxillofacial surgery. Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2005 ;13(1):25-39
- ¹⁰⁴ Hernandez-Alfaro F, Mair D, Martí C, Biosca MJ. Planificación virtual y diseño de ferulas CAD/CAM en cirugía ortognática: ¿una nueva era?. Rev Esp Ortod 2006; 36: 363-70
- ¹⁰⁵ Aboul- Hosn Centenero, S; Hernandez-Alfaro, F, "3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - Our experiece in 16 cases.", Journal of cranio-maxillofacial sugery, 2011; 40: 162-168

- ¹⁰⁶ Watt D, Mc Gregor A. Designing complete dentures. Philadelphia: Saunders; 1976, 141-184.
- ¹⁰⁷ Ellis E. Modified splint design for two-jaw surgery J Clin Orthod. 1982 ;16(9):619-22.
- ¹⁰⁸ Jene Meulstee, Joreen Liebrechts, tong Xi, et al. A new 3D approach to evaluate facial profile changes following BSSO. Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery 43 (2015) 1994-1999
- ¹⁰⁹ Bamber, M A; Harris, M; Nacher, C. A validation of two orthognathic model surgery Techniques. Journal of Orthognatic; 2001; 28 (2) 135-142
- ¹¹⁰ De Lira Ade L, de Moura WL, Artese F, et al.Surgical prediction of skeletal and soft tissue change in treatment of class II. J. Craniomaxillofac Surg 41:198-203, 2013
- ¹¹¹ Lin S-S, Kerr WJ: Soft and hard tissue changes in class III patirnts treated by bimaxillary surgery. Eur J Orthod 20: 25-33, 1998
- ¹¹² Chew MT: soft and hard tissue changes after bimaxillary surgery in Chinese Class II patients. Angle Orthod 75: 959-963, 2005
- ¹¹³ Altug-Atac A, Bolatoglu H, Memikoglu UT: Facial soft tissue profile following bimaxillary orthognathic surgery. Angle Orthod 78:50-57, 2008
- ¹¹⁴ Marsan G, Cura N, Emekli U: Soft and hard tissue changes after bimaxillary surgery in Turkish female class III patients. J Craniomaxillofac Surg 37: 8-17, 2009
- ¹¹⁵ Conley RS, Boyd SB: Facial soft tissue changes following maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea pane. J Oral Maxillofac Surg 65: 1332-1340, 2007
- ¹¹⁶ De Lira Ade L, de Moura WL, Artese F, et al.Surgical prediction of skeletal and soft tissue change in class III. J. Craniomaxillofac Surg 70:e290-e297, 2012
- ¹¹⁷ Aydil B, Özae N, Marsan G; Bimaxillary surgery in class III malocclusion: soft and hard tissue changes. JCraniomaxillofac Surg 2013; 41: 254-257

- ¹¹⁸ Jacobsone G, Stenvik A, Espeland L: Soft tissue response after class III bimaxillary surgery. *Angle Orthod* 2013; 83: 533-539
- ¹¹⁹ Ellis E. Accuracy of model surgery: evaluation of an old technique and introduction of a new one. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990 Nov;48(11):1161-7
- ¹²⁰ Xia JJ, Gateno J, Teichgraeber JF, et al. Accuracy of the computer-aided surgical simulation (CASS) system in the treatment of patients with complex craniomaxillofacial deformity: A pilot study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Feb;65(2):248-54.
- ¹²¹ Downs WB. Analysis of the dentofacial profile. *Angle Orthod.* 1956;26(12):191-212.
- ¹²² Ricketts RM. Planning treatment on the basis of facial pattern and estimate of its growth. *Angle Orthod.* 1957; 27(1): 14-37.
- ¹²³ Bhatia S.N , Sowray JH. A computer-aided design for orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 22(4): 237, 1984
- ¹²⁴ Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *Angle Orthod.* 2008; 78:50-57.
- ¹²⁵ Ellis E III. Tharanon W, Gambrell K. Accuracy of Face-Bow Transfer: Effect on surgical prediction and postsurgical result.. *J Oral Maxillofac Surg* 1992; 50: 562-7
- ¹²⁶ Zizelmann, MD; Beat Hammer, MD; Nils-Claudius Gellrich, MD. An Evaluation of Face-Bow Transfer for the Planning of Orthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 70:1944-1950, 2012
- ¹²⁷ Verdenik M, , N. Ihan Hren. Differences in three-dimensional soft tissue changes after upper, lower, or both jaw orthognathic surgery in skeletal class III patients. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014;43(11):1345-51
- ¹²⁸ Reyneke JP. *Essential of Orthognathic Surgery* Quintessence, Carol Stream, USA 2003: 46,92

- ¹²⁹ Lin CY Hsung TC, Khambay B. Reduction cbct scan height as a method of radiation reduction for photorealisc 3d orth sur planning. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015 Jul;43(6):907-12.
- ¹³⁰ O'Grady KF, Antonyshyn OM. Facial asymmetry: three-dimensional analysis using laser surface scanning. *Plast Reconstr Surg.* 1999 Sep;104(4):928-37.
- ¹³¹ Xia JJ, Phillips CV, Gateno J, Teichgraeber JF. Cost-effectiveness analysis for computer-aided surgical simulation in complex cranio-maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Dec;64(12):1780-4.
- ¹³² Sarver DM, Johnston MW, Matukas VJ. Video Imaging for planning and counseling in Irthognathic Surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1988; 46: 939-945
- ¹³³ Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, et all. A three-dimensional computerized mesh diagram analysis and its application in soft tissue facial morphometry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(4):404-13.
- ¹³⁴ Erickson KL, Bell WH, Goldsmith DH. Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery. Volume 1. Bell WH, editor. Philadelphia: W. B. Saunders Company; 1992. Analytical model surgery; pp. 155–216.
- ¹³⁵ Xia J. J, Gateno J, Teichgraeber J. F, et al. Algorithm for planning a double- jaw orthognathic surgery using a computer-aided surgical simulation (CASS) protocol. Part 1: planning sequence. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2015; 44: 1431–1440
- ¹³⁶ Xia J. J, Gateno J, Teichgraeber J. F, et al. Algorithm for planning a double- jaw orthognathic surgery using a computer-aided surgical simulation (CASS) protocol. Part 2: three-dimensional cephalometry
- ¹³⁷ Liebrechts J, Xi T, Timmermans M, de Koning M et al. Accuracy of three-dimensional soft tissue simulation in bimaxillary osteotomies. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015; 43(3): 329-35.
- ¹³⁸ Meulstee J, Liebrechts J, Xi T, Vos F, et al. A new 3D approach to evaluate facial profile changes following BSSO. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015; 43(10):1994-9

¹³⁹ Olate S, Zaror C, Blythe JN, Mommaerts MY. A systematic review of soft-to-hard tissue ratios in orthognathic surgery. Part III: Double jaw surgery procedures. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016;44(10):1599-1606.

¹⁴⁰ Vercruysse H Jr, Van Nassauw L, San Miguel-Moragas J. The effect of a Le Fort I incision on nose and upper lip dynamics: Unraveling the mystery of the "Le Fort I lip". *J Craniomaxillofac Surg.* 2016 ;44(12):1917-1921

¹⁴¹ Van Hemelen G, Van Genechten M, Renier L. et al. Three-dimensional virtual planning in orthognathic surgery enhances the accuracy of soft tissue prediction. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015; 43(6):918-25.

¹⁴² Zinser MJ, Sailer HF, Ritter L, et al. A paradigm shift in orthognathic surgery? A comparison of navigation, computer-aided designed/computer-aided manufactured splints, and "classic" intermaxillary splints to surgical transfer of virtual orthognathic planning. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(12):2151. e1-21.

¹⁴³ Chang HW, Lin HH, Chortrakarnkij P, Kim SG, Lo LJ. Intraoperative navigation for single-splint two-jaw orthognathic surgery: From model to actual surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(7):1119-26.

¹⁴⁴ Suojanen J, Leikola J, Stoor P. The use of patient-specific implants in orthognathic surgery: A series of 32 maxillary osteotomy patients. *J Craniomaxillofac Surg* 2016; 44 (12), 1913-1916.

¹⁴⁵ Gander T, Bredell M, Eliades T, et al. Splintless orthognathic surgery: a novel technique using patient-specific implants (PSI). *J Craniomaxillofac Surg.* 2015; 43(3):319-22.

¹⁴⁶ Lutz JC, Nicolau S, Agnus V, Bodin F, et al. A novel navigation system for maxillary positioning in orthognathic surgery: Preclinical evaluation. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015 ;43(9):1723-30.

¹⁴⁷ Berger M, Kallus S, Nova I, Ristow O, et al. Approach to intraoperative electromagnetic navigation in orthognathic surgery: A phantom skull based trial. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015 ;43(9):1731-6.

