

UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA, PSICOLOGÍA,
MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA E INMUNOLOGÍA
MICROBIOLOGÍA MÉDICA Y ENFERMERÍA Y ESTOMATOLOGÍA**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE VALORES DE ITC (INCLINACIÓN
DE LA TRAYECTORIA CONDILEA) Y ÁNGULO DE BENNETT
REGISTRADOS CON ARCUS DIGMA Y TOMA DE ARCO FACIAL
PARA ARTICULADOR SEMIAJUSTABLE**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

José Luis Sanz Chinesta

BAJO LA DIRECCIÓN DE LOS DOCTORES:

**PROF. DR. JOSÉ LUIS DEL BARRIO FERNÁNDEZ
PROF. DRA. M^a ELENA LUCERON DÍAZ-ROPERO**

Madrid, 2017



UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA, PSICOLOGÍA, MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA E INMUNOLOGÍA MICROBIOLOGÍA MÉDICA Y ENFERMERÍA Y ESTOMATOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE VALORES DE ITC (INCLINACIÓN DE LA TRAYECTORIA CONDILEA) Y ÁNGULO DE BENNETT REGISTRADOS CON ARCUS DIGMA Y TOMA DE ARCO FACIAL PARA ARTICULADOR SEMIAJUSTABLE

TESIS DOCTORAL

José Luis Sanz Chinesta

DIRECTORES:

Prof. Dr. José Luis del Barrio Fernández

Prof. Dra. Elena Lucerón Díaz-Ropero

Madrid, 2017

Departamento de Medicina y Cirugía, Psicología, Medicina Preventiva y Salud Pública e Inmunología Microbiología Médica y Enfermería y Estomatología

DON JOSÉ LUIS DEL BARRIO FERNÁNDEZ, PROFESOR CONTRATADO DOCTOR DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA, PSICOLOGÍA, MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA E INMUNOLOGÍA MICROBIOLOGÍA MÉDICA Y ENFERMERÍA Y ESTOMATOLOGÍA DE LA U.R.J.C. Y DOÑA MARÍA ELENA LUCERÓN DÍAZ-ROPERO, PROFESOR CONTRATADO DOCTOR DEL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA DE LA U.E.M.

CERTIFICAN: Que Don José Luis Sanz Chinesta, ha realizado bajo nuestra dirección, el trabajo titulado "ESTUDIO COMPARATIVO DE VALORES DE ITC (INCLINACIÓN DE LA TRAYECTORIA CONDILEA) Y ÁNGULO DE BENNETT REGISTRADOS CON ARCUS DIGMA Y TOMA DE ARCO FACIAL PARA ARTICULADOR SEMIAJUSTABLE", el cual reúne las condiciones exigidas para ser presentado y defendido como Tesis Doctoral.

Y para que así conste, firmamos y expedimos el presente en

Madrid a 19 de Abril del 2017.

***“On ne voit bien qu’avec le coeur.
L’essentiel est invisible pour les yeux”***

Antoine de Saint-Exupéry

A mis padres

...por enseñarme el camino a seguir.

A Victoria

...por recorrerlo junto a mí. Sin tu amor no podría conseguirlo.

A mis hijos José Luis y Santiago

...vosotros sois la luz que me guía y los que dais sentido a todo lo que hago.

AGRADECIMIENTOS

Al presentar esta memoria para optar al Grado de Doctor quiero manifestar mi agradecimiento más sincero a las siguientes personas:

Al profesor José Luis del Barrio Fernández por tener la amabilidad de hacerse cargo de la dirección de esta tesis, sin su desinteresada ayuda esta tesis no hubiera sido posible.

A la profesora Elena Lucerón Díaz-Ropero por la dirección de esta Tesis, que me introdujo en este proyecto, brindándome los recursos necesarios y que me apoyó y motivó para emprenderlo, así como por su ayuda en la elaboración de este trabajo.

A las Dras. Verónica Carballo y Estibaliz Iguada, por su colaboración en esta tesis al proporcionarme el Arcus Digma, enseñarme su manejo, sus diferentes utilidades y facilitarme valiosa información para realizar este trabajo.

Al estadístico, Javier Rodríguez Rios, por su informe de gran ayuda en la valoración y obtención de los datos estadísticos.

A toda mi familia por estar siempre a mi lado.

A mis amigos por su apoyo y sus ánimos en esta difícil tarea.

A los participantes voluntarios, que al depositarme su confianza me han permitido llevar a cabo este estudio con el que poder aportar mi grano de arena, para conseguir mejorar la calidad asistencial de los pacientes.

A la Universidad Rey Juan Carlos por el soporte institucional brindado al permitirme realizar esta investigación y que mi sueño profesional se cumpliera.

RESUMEN

La Axiografía es el registro en el plano sagital de las trayectorias de los movimientos mandibulares a nivel condilar.

La Pantografía por su parte, difiere de la Axiografía en el hecho de que registra los movimientos mandibulares en los tres planos del espacio, frontal y horizontal a parte del sagital que propiamente define a esta última.

Las funciones de los sistemas axiográficos y pantográficos son fundamentalmente dos:

- Programación de los articuladores semiajustables mediante el cálculo de la ITC y el ángulo de Bennet en el caso de los axiógrafos, y de los articuladores totalmente ajustables en el caso de los pantógrafos.

- Ayuda en el diagnóstico y control de la evolución de pacientes con patología articular al realizar la interpretación de los registros de los movimientos mandibulares y la comparación de estos con el paso del tiempo y tras la instauración de un tratamiento.

Los desórdenes temporomandibulares han adquirido un índice de prevalencia elevado dentro del conjunto de patologías del aparato estomatognático. La gran problemática que rodea a esta entidad nosológica es su origen multifactorial, su complejo cuadro clínico que engloba multitud de signos y síntomas y la dificultad, por un lado, de realizar un diagnóstico precoz que ayude a intervenir antes de que los síntomas sean severos y limitantes y, por otro lado, de establecer un diagnóstico certero cuando la patología ya está establecida.

El correcto diagnóstico de los desórdenes temporomandibulares es clave a la hora de establecer un tratamiento efectivo. Los test de diagnósticos basados en la identificación de signos y síntomas tienen asociada una precisión del 43-90% y sólo el 25-50% de los dentistas generales se sienten seguros diagnosticando con este método. Existen una serie de pruebas complementarias destinadas a conseguir mayor precisión en los diagnósticos. De todas ellas, a día de hoy, la resonancia magnética es a la que se le atribuye más precisión. Esta prueba, sin embargo, tiene una serie de desventajas como es su alto coste, la elevada radiación para el

paciente, la imposibilidad de ver los dos cóndilos simultáneamente y la necesidad de enviar al paciente a un centro especializado. En contraposición, tenemos los axiógrafos-pantógrafos que no tienen esas desventajas pero cuya utilización como herramienta diagnóstica está en entredicho. Esta controversia se hace manifiesta entre las escuelas norteamericanas y alemanas. La primera de éstas considera injustificado el uso de los axiógrafos- pantógrafos para realizar el diagnóstico de DTMs por no existir evidencia científica de su validez como herramienta para este fin; mientras que la escuela alemana mantiene que para una correcta evaluación del paciente es imprescindible realizar un estudio cinemático que permita analizar su dinámica mandibular.

Por otro lado, la inclinación de la trayectoria condilar (ITC) forma parte de los factores rectores de la oclusión dentaria, que son los que gobiernan los movimientos de la mandíbula. La ITC se encuentra dentro de los factores articulares, que no son modificables si no es mediante tratamiento quirúrgico. Al realizar la mandíbula un movimiento de protrusión, el cóndilo mandibular se desplaza hacia abajo y hacia delante, describiendo una trayectoria en forma de "S" itálica. Cuando dicha trayectoria la relacionamos con una línea de referencia horizontal obtenemos la anteriormente mencionada "inclinación de la trayectoria condilar".

Para la obtención de la inclinación de la trayectoria condilea existen diversos métodos, el utilizado por nosotros fue el sistema ARCUS®digma, pantógrafo computerizado ultrasónico que presenta numerosas ventajas, rapidez, confortabilidad para el paciente, sencillez en el manejo y menor coste que otras pruebas.

El objetivo que tiene el registrar el ángulo de Bennett radica en que nos determina donde deben ir las cúspides y la dirección que tienen que tener los surcos de escape de las caras oclusales de los dientes posteriores. El ángulo de Bennett es un parámetro de vital importancia para los modelos de oclusión balanceada y función de grupo.

Conocida la importancia de la ITC y del ángulo de Bennett, de su ajuste en el articulador para un buen resultado clínico y teniendo en cuenta que se pueden determinar por diferentes procedimientos, nuestro objetivo ha sido en el presente trabajo, realizar una comparación de la fiabilidad en la determinación de la inclinación de la trayectoria condilar (ITC) y el ángulo de Bennett en la muestra seleccionada, del pantógrafo electrónico (Arcus Digma) y de un arco facial

mecánico (Dentatus) con registros posicionales de cera para montar los modelos en un articulador semiajustable (Dentatus). Por “fiabilidad” entendemos la repetitividad o reproducibilidad de un instrumento al dar sus resultados, sin determinar en principio que estos sean o no coincidentes con el valor real.

Intentaremos en nuestro trabajo dilucidar si el arcus digma, en nuestra experiencia clínica, se torna una herramienta sencilla y cómoda de utilizar.

Este proyecto se diseña como un estudio observacional descriptivo y transversal entre los pacientes que acuden a dos consultas dentales. En total fueron 30 los sujetos que formaron parte de nuestra muestra.

Tras el análisis de los resultados, y con las limitaciones de nuestro estudio, concluimos que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de la ITC y el ángulo de Bennett obtenidos por ambos procedimientos de medida. Así como tampoco se observan diferencias estadísticamente significativas por sexo y grupos de edad.

Se observa una correlación inversa entre la edad y el valor de la ITC Izquierda en el Arco Dentatus, de forma que a mayor edad el valor de esta variable desciende (la relación lineal de estas dos variables, aunque inversa, no es demasiado fuerte).

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	19
1.1	EL ANGULO DE BENNETT.....	21
1.1.1	Concepto	21
1.1.2	Antecedentes históricos	24
1.1.3	Procedimientos de registro del ángulo de Bennett	24
1.2	LA INCLINACIÓN DE LA TRAYECTORIA CONDILEA (ITC)	26
1.2.1	Concepto	26
1.2.2	Antecedentes históricos	32
1.2.3	Procedimientos de registro de la ITC.....	34
1.2.4	Relación entre la ITC y los desórdenes internos de la ATM	42
1.3	REGISTRO CON ARCO FACIAL	44
1.3.1	Concepto	44
1.3.2	ARCO FACIAL DENTATUS TIPO AEB	45
1.3.3	ARCO COMPUTERIZADO ULTRASÓNICO ARCUS®DIGMA	46
1.4	ARTICULADOR SEMIAJUSTABLE DENTATUS	60
1.4.1	Concepto	60
1.4.2	Antecedentes históricos	60
1.4.3	Descripción del articulador Dentatus ARL.....	63
2	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	67
2.1	OBJETIVO GENERAL	70
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	71
3	MATERIAL Y MÉTODO	73
3.1	MUESTRA	75
3.1.1	Tamaño muestral	75
3.1.2	Selección de la muestra	75
3.1.2.1	Criterios de selección	76

3.2	MÉTODO	77
3.2.1	Proceso de obtención de registros	77
3.2.1.1	Toma de impresiones.....	78
3.2.1.2	Obtención de modelos superior (Split-Cast) e Inferior.....	79
3.2.1.3	Desarrollo de la toma con arco facial dentatus	80
3.2.1.4	Montaje del modelo superior en el articulador.....	82
3.2.1.5	Técnica de registro de la relación céntrica	84
3.2.1.6	Montaje del modelo inferior en el articulador	86
3.2.1.7	Comprobación del montaje	86
3.2.1.8	Ajuste de la pendiente condilar	87
3.2.1.9	Ajuste del ángulo de Bennett	88
3.2.1.10	Desarrollo de la toma con ARCUS® digma	90
3.2.2	Recursos empleados	94
3.2.2.1	Recursos humanos	94
3.2.2.2	Recursos físicos.....	94
3.2.2.3	Recursos informáticos.....	95
3.2.2.4	Recursos bibliográficos.....	95
3.3	MÉTODO ESTADÍSTICO	97
3.3.1	Entrada y Gestión Informática de los Datos	97
3.3.2	Estrategia de análisis de datos	97
	a) Análisis descriptivo	97
	b) Estudio analítico	97
3.4	ASPECTOS LEGALES	98
4	RESULTADOS	99
4.1	DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS	102
4.1.1	Distribución de la muestra por Edad	102
4.1.2	Distribución de la muestra por sexo.....	103

4.2	ANÁLISIS DESCRIPTIVO GENERAL	104
4.2.1	Resultados obtenidos con ARCO Facial Dentatus	104
4.2.1.1	Registros gráficos en el movimiento de protrusión.....	104
	a) Registros gráficos de la ITC en el cóndilo derecho	104
	b) Registros gráficos de la ITC en el cóndilo izquierdo	105
4.2.1.2	Registros gráficos en el movimiento de lateralidad.....	106
	a) Registros gráficos del Angulo de Bennett en el cóndilo derecho	106
	b) Registros gráficos del Angulo de Bennett en el cóndilo izquierdo	106
4.2.2	Resultados obtenidos con ARCUS®digma	107
4.2.2.1	Registros gráficos en el movimiento de protrusión.....	107
	a) Registros gráficos de la ITC en el cóndilo derecho	107
	b) Registros gráficos de la ITC en el cóndilo izquierdo	108
4.2.2.2	Registros gráficos en el movimiento de lateralidad.....	109
	a) Registros gráficos del Angulo de Bennett en el cóndilo derecho	109
	b) Registros gráficos del Angulo de Bennett en el cóndilo izquierdo	109
4.2.3	Prueba de Normalidad (Kolmogorov-Smirnov).....	111
4.3	ESTUDIO DE CORRELACIONES.....	112
4.3.1	Diferencia de medias (Arco Dentatus - Arcus®digma).....	112
4.3.2	Diferencia por sexo y grupos de edad.....	115
4.3.3	Correlaciones entre variables	117

5	DISCUSIÓN	119
5.1	Estudios donde se emplea ARCUS® digma	122
5.2	Estudios donde se determina la ITC y el ángulo de Bennett	131
5.3.	Estudios donde se comparan registros entre arcos faciales convencionales y axiógrafos-pantógrafos electrónicos.....	134
6	CONCLUSIONES	143
7	BIBLIOGRAFÍA	147
8	ANEXO	163
8.1	HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	165
8.2	HOJA DE PROTECCION DE DATOS	167
8.3	HOJA DE REGISTROS DEL ARCO DENTATUS Y DEL ARCUS DIGMA®	169

INTRODUCCIÓN

1.INTRODUCCIÓN

Conocida la importancia del ángulo de Bennett y de la ITC y de su ajuste en el articulador para un buen resultado clínico, y teniendo en cuenta que se pueden determinar por diferentes procedimientos (1) , nuestro objetivo ha sido en el presente trabajo, realizar una comparación de la **fiabilidad** en la determinación de la inclinación de la trayectoria condilar (ITC) y el ángulo de Bennet en la muestra seleccionada, del **pantógrafo electrónico (Arcus Digma)** y de un arco facial mecánico (Dentatus) con registros posicionales de cera para montar los modelos en un articulador semiajustable (Dentatus). Pasamos a una descripción de todos ellos.

1.1 EL ANGULO DE BENNETT

1.1.1. CONCEPTO

“Es el ángulo formado entre el plano sagital y la trayectoria de avance que lleva a cabo el cóndilo durante el movimiento lateral mandibular observado en el plano horizontal”. (2,3) En un movimiento de laterotrusión, el ángulo con el que el cóndilo de balance (o de no trabajo) se desplaza hacia dentro, medido en el plano horizontal (ángulo de Bennett), puede tener un efecto importante en la disposición de los surcos de escape de los dientes posteriores. (4) (Fig 1 y 2)

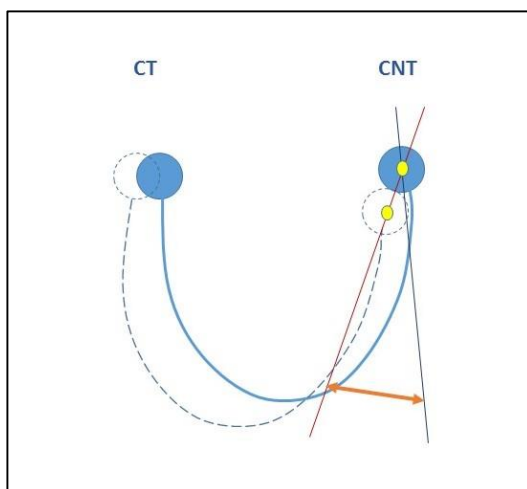


Fig 1. (Laterotrusión)

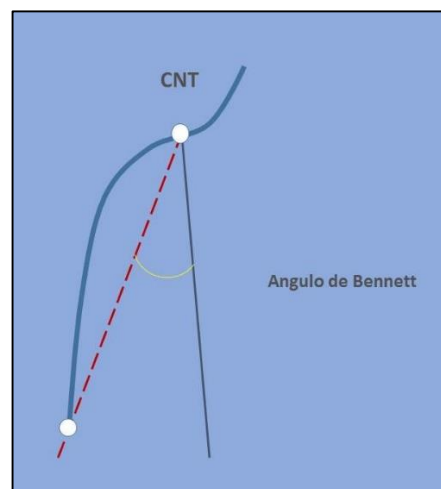


Fig 2. (Cóndilo No Trabajo)

Por otra parte, cuando la órbita del centro del cóndilo de balance se traza en el plano sagital, se denomina trayectoria condilar sagital lateral. Esta trayectoria es más larga y normalmente más empinada que la condilar sagital de protrusión. (5)

El movimiento de lateralidad

La mandíbula tiene la posibilidad de desarrollar movimientos laterales (derecho e izquierdo).

Durante el movimiento lateral, el lado hacia donde se dirige la mandíbula se denomina lado de trabajo, funcional, masticatorio, activo, o sea el lado que se aleja del plano medio sagital (laterotrusión).

El lado opuesto se denomina lado de balance, de no trabajo, no funcional, no activo, no masticatorio, o sea el lado que se aproxima a la línea media (mediotrusión).

El movimiento de Bennett o transtrusión es el desplazamiento lateral de todo el cuerpo de la mandíbula en su conjunto.

En el movimiento de lateralidad, en los cóndilos se observa una rotación en el lado de trabajo y una traslación en el lado de balance. El cóndilo de trabajo rota lateralmente siguiendo la dirección del movimiento y el cóndilo de balance se traslada hacia delante, abajo y adentro, por acción del pterigoideo externo, lo que explica que el cóndilo de balance se denomine orbitante y el de trabajo pivotante dado que, teóricamente la mandíbula estaría rotando sobre él, aunque lo cierto es que realiza un ligero desplazamiento hacia fuera y no una rotación pura.

El movimiento de lateralidad mandibular presenta un doble componente:

1- Un desplazamiento en bloque de la mandíbula hacia el lado de trabajo, es el movimiento de Bennett o transtrusión.

Este desplazamiento se ha justificado de diferentes maneras, aunque la lógica nos induce pensar en estas dos:

La primera nos dice que, para asegurar un desplazamiento más firme y seguro del cóndilo en los movimientos de lateralidad, lo ideal es que lo realice apoyándose en la pared interna de la cavidad glenoidea; este hecho obliga a la mandíbula a desplazarse al inicio de la lateralidad para buscar esa pared interna y, a partir de ahí, recorrerla mientras continua el movimiento.

La segunda nos habla de la necesidad de desplazar hacia afuera de la cavidad glenoidea el cóndilo del lado de trabajo para que pueda rotar sin impedimentos.

El movimiento de Bennett se mide por la distancia que recorre el cóndilo de trabajo. No siempre se detecta el movimiento de Bennett, pero cuando existe puede describir un desplazamiento que se circunscribe dentro de un cono de 60° y de 3 mm de altura (Fig 3), cuyo vértice se situaría a nivel de la posición de relación céntrica (RC) y cuyo eje estaría situado sobre el eje de rotación mandibular. Dentro de este cono puede realizar un desplazamiento puro, hacia afuera sin desplazarse en sentido vertical ni en sentido anteroposterior, o presentar componentes verticales y/o anteroposteriores. Obviamente, este movimiento se da en ambos cóndilos pero se valora siempre en el de trabajo o pivotante ya que es el único desplazamiento que este realizará.

La mayor parte de los articuladores semiajustables no permiten reproducir el movimiento de Bennett y, los pocos que lo hacen, solo permiten desplazamientos laterales puros.

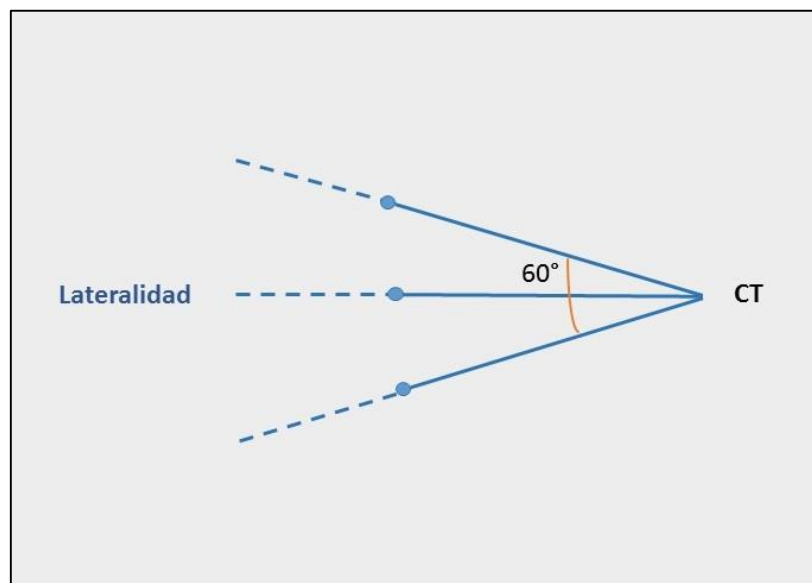


Fig 3.

2- El otro componente del movimiento de lateralidad tiene lugar cuando el cóndilo del lado de balance se desliza por la pared interna de la cavidad glenoidea a la vez que el cóndilo del lado de trabajo rota sobre si mismo. Esta trayectoria, respecto a un plano parasagital que pasa por la posición de relación céntrica determina un ángulo, el ángulo de Bennett, que no es mas que la inclinación de la pared interna vista sobre un plano horizontal.

Importancia del ángulo de Bennett

El objetivo que tiene el registrar el ángulo de Bennett radica en que nos determina donde deben ir las cúspides y la dirección que tienen que tener los surcos de escape de las caras oclusales de los dientes posteriores. (4)

El ángulo de Bennett es un parámetro de vital importancia para los modelos de oclusión balanceada y función de grupo, si bien pierde relevancia en las rehabilitaciones que vayan a dotarse de oclusión mutuamente protegida.

1.1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El 27 de abril de 1908 el Dr. Norman G. Bennett de Londres, Inglaterra, presentaba un documento sobre los movimientos mandibulares a la "Royal Society of Medicine Odontology Section"; el artículo, originariamente publicado en las actas de la sociedad de ese año, fue reimpresso en el Journal of Prosthetic Dentistry (Bennett 1908/1958) (6). En concreto, intentaba demostrar que no existe ningún centro de rotación condilar fijo, sino que el centro está constantemente moviéndose. Es decir, para cualquier movimiento de apertura normal de la mandíbula, se produce una sucesión de centros instantáneos de rotación en una trayectoria curva. (3)

Describió el traslado del cóndilo de trabajo hacia fuera en los movimientos de lateralidad, lo que dio pie junto a otras observaciones a establecer con posterioridad el procedimiento de registro del ángulo de Bennett como parámetro a transferir a los articuladores.

1.1.3. PROCEDIMIENTOS DE REGISTRO DEL ÁNGULO DE BENNETT

Se puede obtener a partir de registros de lateralidad con ceras, mediante fórmulas (4), tomografías y sistemas axiográficos (7, 8).

La primera forma de ajuste del ángulo de Bennett requiere el registro de las posiciones de lateralidad derecha e izquierda. Para el ángulo del lado derecho el paciente debe realizar una lateralidad izquierda y viceversa. Con el registro de lateralidad de un lado se lleva el modelo superior sobre las ceras y se moviliza el pilar condilar del lado correspondiente hasta que toque el hombro del eje del articulador con la esfera condilar. Igualmente se procede con el registro de la otra lateralidad. Todos los articuladores semiajustables permiten ajustar el ángulo de Bennett.

Isaacson en 1958, mediante Gnatógrafo y Gnatoscopio, obtuvo una media del ángulo de Bennet de 11.86°. (9) En 1965 Aull, obtuvo unos valores medios de 22.7° para el cóndilo izquierdo y 21.9° para el derecho. (10) En 1980 Royo-Villanova, halló una media total del ángulo de 25.02°. (11) Casado y cols., dos años más tarde, registraron un valor del ángulo de Bennett con una media de 21.92°. (12) En 1989 Villa Gil, mediante tomografía axial computerizada (TAC), obtiene una media de 19.5°. (13) Celar A.G. y cols. obtuvieron una media menor que el resto de autores predecesores, con un valor medio de 10.45°. (14) Hernández y cols. 2009, obtuvieron un valor medio del ángulo de 8.05°. (15) Este menor valor con respecto a los mencionados previamente es congruente con otros estudios (16,17).

Aunque lo ideal sería individualizar cada caso hallando el ángulo de Bennet, se tiende a trabajar con los valores estándares establecidos. En la actualidad, para prótesis completas se usa un standard de 15°-20°.

García y cols 2012, llegan a la conclusión que los valores actuales del ángulo de Bennet son menores que los sugeridos para los articuladores de guías fijas, y que los diseños de planos y caras oclusales de nuestras restauraciones deberían guiarse por registros individualizados, pero caso de emplear valores promedio, tendríamos que disminuir el del ángulo de Bennet a 10-15°. (18)

También es posible determinar el ángulo de Bennett partiendo del valor del ángulo de inclinación de la trayectoria condilar aplicando las fórmulas de Hanau y la de Forcén. La fórmula de Hanau consiste en dividir la pendiente condilar entre 8 y a ese número sumarle 12.

La fórmula de Forcén, por su parte resulta de dividir la pendiente condilar entre 6 y a ese número sumarle 18.

Por último, la aparición de axiógrafos digitales computerizados, cambiando las ceras por sensores ultrasónicos y conexiones USB, pasando de ruedas manuales en las que cuesta diferenciar los grados marcados por muescas de 10 en 10 a poder definirlos de uno en uno y con decimales de grado, han permitido un gran avance en exactitud y comodidad para el paciente. Estos instrumentos registran los movimientos mediante similares sistemas de ultrasonidos calculando por un programa informático específico la inclinación de la trayectoria condílea y el ángulo de Bennett de cada cóndilo por separado expresándolo tanto de forma numérica como mediante gráficas, los más conocidos son el Arcus Digma®,

Arcus Digma II® de Kavo®, el Axio Quick Recorder®, digital de SAM® y Axioquik Axiomatic, Axiograf Recording Sistem ambos mecánicos. También hay otros métodos quizás menos conocidos como el Electronic Condylar-Position-Measurement de CADIAX® compact 2 con el CONDYLOGRAPH comfort® desarrollado por la Viena School of Interdisciplinary Dentistry. (8)

1.2 LA INCLINACION DE LA TRAYECTORIA CONDILEA (ITC)

1.2.1. CONCEPTO

Cuando la mandíbula efectúa un movimiento de protrusión, ambos cóndilos descienden anteriormente a lo largo de las vertientes posteriores de la eminencia articular. (19)

La inclinación de la trayectoria condilar (ITC) ó pendiente condilar se define como el ángulo formado entre un plano de referencia horizontal y la recta de unión entre los puntos inicial y final del movimiento de protrusión mandibular (Fig.4) en el que el eje de giro condilar se desplaza hacia abajo y hacia delante, describiendo una trayectoria análoga a la forma de una "S" itálica alargada, además de producir una disoclusión posterior dentaria (fenómeno de Christensen). Cuanto más acentuada sea esta "S", mayor grado de disoclusión habrá. (20,21,22)

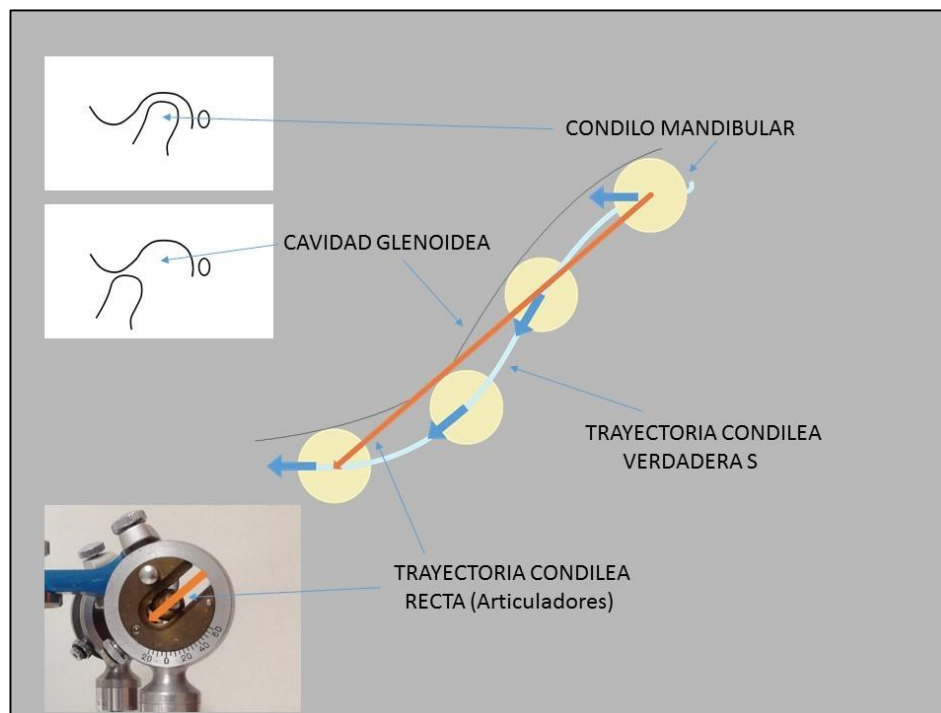


Fig.4

Este desplazamiento está directamente relacionado con la inclinación de la pared posterior de la eminencia de la cavidad glenoidea. Cuanto mayor es la inclinación más ha de descender la mandíbula para completar la protrusión y mayor es el ángulo. (22) (Fig.5)



Fig. 5: Variaciones de la inclinación de la trayectoria condilar. (22)

La ITC depende de la forma y la función de la articulación témporo-mandibular. (23)

Aumenta con la erupción dental y el desarrollo físico general, y disminuye con la pérdida dental. (24, 18)

La inclinación de la eminencia articular muestra un patrón de crecimiento simétrico, y crece a un ritmo muy rápido, alcanzando casi la mitad de su valor adulto a la edad de dos años. (25)

Mathew et al 2011, concluyen que las anomalías radiográficas en la morfología condilar aumentaron con la edad. Se observaron con mayor frecuencia en pacientes con signos clínicos y síntomas de DTM y en pacientes con pérdida de dientes, aunque no alcanzaron significación estadística. (26)

No existen diferencias de ITC en cuanto a género (simplemente variabilidad genética) y no existen diferencias entre ITC izquierda y derecha (pero pueden presentarse en pequeña magnitud debido a la remodelación articular). (18)

Importancia de la Inclinación de la Trayectoria Condílea

Aunque se considera que los movimientos mandibulares dependen fundamentalmente del sistema neuromuscular y de que tienen una cierta capacidad de adaptación a las trayectorias protrusivas, influenciado por multitud de factores como grosor de cartílago, fuerzas de la oclusión desarrolladas, variaciones en la posición de partida, soporte periodontal, etc, la ITC forma parte de los factores articulares (inalterables, si no es mediante tratamiento quirúrgico) que también rigen la oclusión y los movimientos mandibulares por lo que determinar esta inclinación de la trayectoria condílea nunca estará de más, para evitar al menos que éste factor sea patogénico, desequilibrando la armonía del sistema. (27,18,22)

La importancia de la determinación de la ITC, viene dada por un lado, por ser el factor que determina la altura de las cúspides y la profundidad de las fosas dentales, además de marcar la disoclusión protrusiva (guía anterior) algo esencial para proteger los sectores posteriores ante estos movimientos y también es un factor a considerar al restaurar la inclinación del plano oclusal.

Para restaurar una oclusión, es necesario conocer los movimientos mandibulares para evitar las interferencias oclusales.

Por tanto la determinación del ángulo de la ITC a la hora de realizar un tratamiento prostodóncico es clave para la buena adaptación y funcionamiento del mismo por lo que parece indispensable individualizar el articulador con el valor de dicho ángulo; pero bien es cierto que gran cantidad de profesionales omiten este paso, ya sea por agilizar el tratamiento o directamente por desconocimiento, y trabajan sus rehabilitaciones en el articulador con cifras estándar de ITC y ángulo de Bennet.

Según Garcia et al 2012, en un estudio de revisión bibliográfica de los valores de la ITC a lo largo de los años, observan una tendencia ascendente en los valores medios de ITC entre los primeros datos obtenidos alrededor de los años 60 con los más actuales de 2011. Concluyen que el valor de la ITC debería guiarse por registros individualizados, pero caso de emplear valores promedio se tendría que aumentar a 45-55°.

Este crecimiento en la inclinación condilar no se sabe con certeza su origen, lo más probable quizás sea debido a una variación en la alimentación de la población mundial, pasando de una dieta que necesitaba ser rumiada a otra en la que prevalecen los movimientos verticales de masticación provocando un cambio en la morfología articular que conlleva un aumento en esta inclinación, este cambio en la consistencia alimentaria sería más palpable en las culturas más desarrolladas, observándose así ángulos mayores en la población occidental caucásica que en la raza negra. (17,28,18)

A la hora de utilizar articuladores hay que diferenciar entre los totalmente ajustables, los cuales reproducen la verdadera trayectoria, y los semiajustables, en los que puede ajustarse el ángulo de la ITC pero con una trayectoria rectilínea. (18)

Para poder medir el ángulo de la pendiente condilar se necesita un plano de referencia horizontal. Hábitualmente se consideran tres planos:

- Plano de Camper, delimitado por los puntos porion y la espina nasal anterior.
- Plano eje-orbital, delimitado por la proyección en la piel del eje de giro y el punto infraorbitario.
- Plano de Frankfurt, delimitado por los puntos porion y el punto infraorbitario.

Además del plano de referencia horizontal, para poder medir el ángulo de la inclinación condilar, la mandíbula debe realizar un movimiento de protrusión.

Las ATM poseen dos compartimientos, el inframeniscal y el suprameniscal. En el primero el cóndilo se apoya sobre el disco y puede realizar movimientos de rotación conocidos como arcos de cierre. Cuando el movimiento se produce sin contacto dentario e inducido por el operador y el cóndilo está limitado por las paredes superior y posterior de la cavidad articular estamos en presencia de un arco de cierre esquelético (relación céntrica, RC).

El movimiento de protrusión se produce en el área de desplazamiento que corresponde al compartimiento superior o suprameniscal, donde el cóndilo y el disco se desplazan hacia delante y abajo a través de la eminencia articular. Serán la curvatura y el ángulo de dicha eminencia los que determinen la cantidad y la calidad del desplazamiento condíleo y por consiguiente del cuerpo mandibular. La trayectoria del cóndilo en un movimiento protrusivo reconoce un radio de circunferencia cuyo centro de rotación se encuentra por arriba y por delante del ETB (Eje Bisagra Terminal, sería la posición más posterior y superior de los cóndilos en las ATM a partir de la cual el cuerpo mandibular puede describir un movimiento de rotación puro) localizado en el hueso temporal.

Los puntos que constituyen el cuerpo del cóndilo describen trayectorias que se conocen como trayectorias condíleas. Sin embargo, debido a la infinita cantidad de puntos existentes se tomará uno en especial, el ETB. La razón es muy simple: durante el movimiento de rototraslación el ETB es el único punto que al rotar coincide con la trayectoria de traslación; los puntos restantes estarán sometidos a una rotación a

través de su eje, más el movimiento de traslación. La importancia clínica de la situación es que el movimiento puede ser estudiado en forma constante y repetible.

La trayectoria del cóndilo o trayectoria condílea ofrece variables verticales (movimientos hacia arriba o abajo) y horizontales (movimientos hacia delante y atrás) que guardan relación directa con la altura de las cúspides y dirección de los surcos, respectivamente.

Durante el movimiento protrusivo contactante se producirá el desplazamiento anterior de ambos cóndilos en un movimiento de traslación, por la actividad de los pterigoideos externos derecho e izquierdo en forma simultánea.

Los cóndilos harán un movimiento hacia abajo y adelante con su disco correctamente ubicado y equilibrado por los factores que actúan en un movimiento de traslación.

En este caso el contacto permanente con la eminencia también es una condición que estará asegurada por una guía anterior correcta que permita la desoclusión de los dientes posteriores junto con la actividad de los músculos elevadores. (22)

Movimiento protrusivo ante la presencia de interferencias:

En caso de oclusión mutuamente protegida este movimiento produce una traslación de ambos cóndilos con sus discos manteniendo el contacto con la eminencia y con predominio de palancas de clase III. Lo hace a través de los mecanismos desoclusivos de la guía anterior y por la contracción simultánea de los pterigoideos

Ante una situación de interferencia a nivel de los dientes posteriores, el sistema tratará de evitarla mediante contracciones alternadas de uno u otro pterigoideo externo y según la ubicación y el volumen de la interferencia podrá eludirla o bien se verá forzado a tomar contacto con ella, en cuyo caso el sistema de palancas que se cree (palancas II y I) pondrá a la ATM en una situación crítica al someterla a tracciones que con el tiempo provocarán una patología de variada gravedad.

Las interferencias que se han creado podrán ser salvadas mediante los mecanismos protectores que el sistema neuromuscular pone al servicio del organismo y que se basan en la modificación de los recorridos que corresponden a cada movimiento. Estas modificaciones se conocen como deflecciones o movimientos deflectivos y son la base de los mecanismos de adaptación del sistema.

De todos modos, es importante aclarar que esta adaptación es inestable y no tiene asegurada su permanencia ya que los factores externos ajenos al sistema podrán romper su equilibrio y determinar el pasaje a un cuadro relacionado con la patología. (22)

1.2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Balkwill en 1866, realizó una presentación ante la Sociedad Odontológica de Gran Bretaña sobre los movimientos maxilo-mandibulares y sus relaciones entre ellos. Sus descripciones fueron sorprendentes para la época pero consideró imposible realizar la medición de la inclinación de la trayectoria condilar (ITC) en el sujeto vivo. Aun así presentó un instrumento para medir “el ángulo formado entre el plano que delimitan dos líneas trazadas desde los cóndilos al punto incisal y el plano oclusal”. Estimó este ángulo en un valor medio de unos 26° y fue denominado “ángulo de Balkwill”. (29)

Bonwill en 1864 realizó una descripción del movimiento hacia adelante y abajo de los cóndilos, pero no reconoció la influencia de este fenómeno en la articulación dentaria, y no hizo intentos de determinar estos parámetros. (30)

Luce en 1989, fue probablemente el primero en utilizar un arco facialmandibular, para reproducir los movimientos mandibulares, y específicamente el trayecto condilar. Aplicó un método fotográfico, precursor de los sistemas optoelectrónicos actuales, sugiriendo que el trayecto condilar era curvo, y que presentaba una gran variabilidad individual. (31)

En 1896, Walker diseñó el primer articulador que permitía realizar ajustes individuales de la ITC (“Articulador fisiológico de Walker”). Para realizar este ajuste diseñó un aparato llamado “Clinómetro facial”, nunca patentado, pionero de los sistemas de registro extraoral. Posteriormente realizó una modificación del procedimiento de Luce, pudiendo considerarlo como el predecesor de los axiógrafos actuales. (32)

Christensen, entre 1901 y 1905, transmitió sus observaciones acerca del espacio de separación posterior que ocurre entre las arcadas maxilar y mandibular cuando se realiza un movimiento protrusivo (Fig 6) e introdujo un articulador similar al de Walker pero más sencillo. Sugirió utilizar ceras en protrusiva para regular la inclinación de la trayectoria condilar, pues observó, que el espacio de separación mencionado se correspondía proporcionalmente a dichas inclinaciones, describiendo así el denominado “Fenómeno de Christensen”, término acuñado por Ulf Posselt, aunque realmente lo correcto sería otorgarle la denominación a Balkwill, pues fue éste quien primero lo describió en 1866.

McCollum en 1924, desarrolló el primer método para localizar el eje de Bisagra mediante una modificación del arco facial de Snow. Unos diez años más tarde junto con Charles E. Stuart, presentó un instrumento capaz de registrar los movimientos mandibulares en los tres planos del espacio, el "Gnathograph", mejorado en una segunda versión que apareció en 1935 y presentado de forma definitiva en 1937. Nació así el primer pantógrafo mecánico tal y como lo entendemos hoy en día. Stuart, también en solitario patentó su propio pantógrafo y articulador en el año 1955. (32,33,22)

1.2.3. PROCEDIMIENTOS DE REGISTRO DE LA ITC.

Para determinar el ángulo de la ITC se pueden emplear varios procedimientos, desde los registros en cera de protrusiva intraorales (34), técnicas radiográficas básicas como es la ortopantomografía, hasta los métodos más nuevos de mediciones del ángulo sobre una tomografía axial computerizada (TAC) de la articulación, la resonancia magnética, pasando por los más fiables pantógrafos. (18,22)

Registros intraorales:

El procedimiento que más frecuentemente se utiliza para ajustar el ángulo de inclinación de la trayectoria condilar es el de registro intrabucal de una posición de protrusiva, que al trasladarla a los modelos montados en un articulador semiajustable, nos permite el ajuste del mismo. Como la trayectoria que describe la proyección del eje intercondilar al realizar una protrusión suele ser curva, el valor del ángulo variará según varíe la protrusión. Normalmente se acepta como válida toda protrusión comprendida entre 3 y 6 mm, sin que exista una variación entre ambos lados superior a 1, 5 mm. (35)

Christensen describió en 1901 que al realizar movimientos protrusivos en pacientes que iban a recibir una prótesis completa, se producía una separación, un espacio triangular, en la parte posterior de las placas que formaban la misma que hacía que la prótesis se moviera. Esto era debido a que la trayectoria condilar no era horizontal, por lo que ideó un método a partir del cual se compensaría este desajuste posterior, lo que contribuiría a mejorar la estabilidad de las prótesis tras los movimientos mandibulares. (4)

Este triángulo presenta variaciones, a saber, cuanto mayor es el ángulo de la trayectoria condílea mayor es la base mientras que cuanto menor es la angulación de dicha trayectoria la base es menor. Si capturamos este triángulo mediante un registro plástico y ubicamos los modelos según esa posición tendremos un registro del movimiento propulsivo del paciente para un articulador semiajustable. (36).

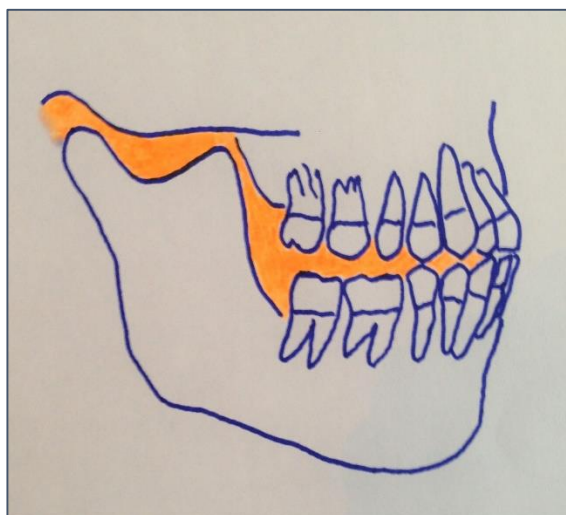


Fig.6 Fenómeno de Christensen

El método que se emplea de ajuste del ángulo de la ITC tanto para pacientes dentados como edéntulos es sencillo. Consiste en recoger con cera de registro una posición de protrusión mandibular, que deberá estar comprendida como hemos comentado, entre unos valores de 3 y 6 mm de protrusión, no pudiendo existir entre un lado y otro una diferencia superior a 1,5 mm, ya que sería una posición de lateroprotrusión, que no es apta para el ajuste del ángulo, pues en el lado de no trabajo el cóndilo desciende más por la pared interna de la cavidad glenoidea, que normalmente es más pronunciada que su componente de descenso anterior. Este registro se traslada a los modelos montados en el articulador semiajustable y se procede al ajuste del ángulo de la ITC. Según el tipo de articulador, distinguiremos:

Los articuladores tipo no arcon, en los que el complejo condilar se encuentra en la rama inferior, como son los Dentatus, modelos ARL ó ARH, Hanau University, etc, se mueve el complejo condilar hasta conseguir el ajuste perfecto de las huellas de cera con los modelos. En el caso de que forcemos el complejo condilar, desde el perfecto encaje de las cúspides en las huellas de la cera hacia un valor menor el modelo superior, se levantará de la parte más posterior. Si lo desplazamos a un valor mayor, entonces se levantará de la parte más anterior.

En el caso de articuladores arcon, como el Perfect (de la casa Quick Dentaire), el Whip-Mix, etc., el complejo condilar, que se encuentra en la rama superior, se deja caer hasta que la pendiente articular toca con la bola condilar, manteniendo mientras tanto, perfectamente unidos los modelos de cera de registro interpuesta entre ellas.

En ambos casos, la cifra del ángulo nos la da el articulador en la escala que llevan grabada, con respecto a un plano horizontal.

Las ceras de registro que se utilizan son aquellas con un umbral de plasticidad bajo, de forma que si no se adaptan perfectamente sobre la superficie de los dientes, por una mala manipulación previa, la cera se rompe al realizar alguna presión sobre ella, con lo que desechamos el registro. Por este motivo, no somos partidarios de emplear como material de registro siliconas elaboradas para tal fin, pues éstas se amoldan perfectamente a las superficies de los dientes, pasando totalmente inadvertidos los posibles errores que hayamos podido cometer. Por último, hemos de indicar que la validez de una prueba o de un instrumento viene dada, de forma indirecta, por la similitud de los resultados según los distintos observadores y la fiabilidad se define por la repetitividad o reproductibilidad de los resultados. (22)

Posselt y cols. (1960) aseguran que los registros intraorales de la ITC son muy inexactos, además deben ser realizados por expertos en este campo si no queremos distorsionar aún más los datos. También recomiendan registros de protrusiva de 6 a 8 mm. ya que en la práctica son los que menos problemas dan por razones mecánicas. (37)

Sin embargo Forcén A. y cols. en 2003 dedujeron en su estudio que cuando en un tratamiento protésico necesitamos establecer una oclusión mutuamente protegida, nos interesa recoger las protrusivas menores (de 4 o 5mm), con objeto de forzar la posición de contacto en los molares durante la protrusiva, para que no exista en el paciente una vez realizado el tratamiento; mientras que si el tipo de oclusión que buscamos es el de balanceada, como en el caso de una prótesis completa, los registros serán los de 6 mm. de protrusión, ya que interesa lo contrario. (35,18)

Del Río highsmith y cols. (1989) demostraron gracias a sus investigaciones que, aunque más complejo, el sistema de registro extraoral "Axio Quick" es notablemente más fiable que los registros intraorales en cera (6% y 18% de variación entre valores respectivamente). (27)

El-Gheriani y cols. en 1989 obtuvieron resultados muy variables con el método gráfico (dibujando una tangente a la curva condilar) por lo que propuso dos nuevos métodos más fiables desarrollados por la ingeniería biomédica: la técnica B-spline, el cual es el método más exacto pero no tiene un uso clínico fácil, y el método matemático, que es más práctico y obtiene mejores resultados que los métodos clásicos. (38).

Sobre el método gráfico también hablo Posselt, reconociendo que se obtiene el doble de error que con los registros extraorales. (37) Aún así Zamacona y cols. (1992) recomiendan el método gráfico para obtener resultados precisos en pacientes edéntulos. (39,18)

Loster et al 2017, no recomiendan el uso clínico de imágenes radiográficas panorámicas en el cálculo del ángulo de la guía condilar, debido a la falta de repetibilidad de sus resultados. (40)

Axiografía:

Desde Champion en 1902, quien logra probablemente el primer registro gráfico de los movimientos de la mandíbula de un paciente, hasta nuestros días, se han sucedido numerosas técnicas y registros. (41)

La axiografía es el registro en el *plano sagital* de las trayectorias de los movimientos mandibulares a nivel condilar. Los movimientos de apertura, cierre y protrusión han sido investigados usando axiografía. (42)

La axiografía fue introducida por Robert Lee (43) en el World Life Research Institute de Colton, California, en el año 1969, aunque a Europa no llegaría hasta el año 1981 con la aparición del Quick Analyser por Mani y cols (44). No obstante, el verdadero auge de su utilización ocurre con la aparición de los axiógrafos SAM 1 y SAM 2 computerizado de la mano de Slavicek (23), así como el Axio-Quick de la casa francesa FAG Dentaire.

El axiógrafo registra la trayectoria de un punto condilar o la trayectoria de un punto en la vecindad del cóndilo. El uso clínico de la axiografía incluye la localización del eje horizontal transversal y la recopilación detallada de los datos necesarios para ajustar un articulador totalmente ajustable. (45) Esto puede ser necesario para la reconstrucción completa de la boca, especialmente en el tratamiento donde la salud de la articulación temporomandibular (ATM) está comprometida. Para estas situaciones, el axiograma también se utiliza para facilitar el diagnóstico del problema de la ATM o para monitorear el progreso del tratamiento y los resultados. (46,47)

La axiografía no es una técnica que se emplee de manera rutinaria en el estudio del paciente. Últimamente se está utilizando más para el diagnóstico de otras patologías del tipo de la osteoartritis, osteoartrosis, patología articular de la A.T.M (48,49,50,51,52) ya que permite estudiar la trayectoria de movimiento de los cóndilos en los movimientos de apertura y en las lateralidades.

Registra simultáneamente los movimientos del eje real de bisagra en las dimensiones horizontal (X), vertical (Z) y transversal (Y). Consiste en un sistema de doble arco sujeto al paciente. El arco mandibular es usado para transmitir el movimiento del eje de bisagra de la mandíbula al arco superior o arco cinemático, que es fijo (53). El movimiento de la mandíbula queda reflejado en unas hojas llamadas axiogramas.

Los trazados axiográficos bilaterales se realizan con una plumilla, sobre unos papeles gráficos (axiogramas) colocados sobre las placas de registro, unidos al arco cinemático del axiógrafo. Antes de empezar con el registro de la posición, es necesario instruir al paciente sobre cómo hacer los movimientos mandibulares necesarios (42,54).

La posición de referencia se obtiene guiando la mandíbula del paciente, para que haga un movimiento de rotación sin que exista contacto dentario, ya que estos contactos pueden alterar el resultado de la localización del eje real de bisagra. Se le manda al paciente abrir la boca rotando, al menos 10 mm, sin que exista movimiento de traslación. La obtención del eje real de bisagra debe ser reproducible en el paciente.

Si se espera que la axiografía aporte también información sobre la influencia de la oclusión en la función del movimiento articular, entonces el arco de registro mandibular debe sujetarse con la ayuda de un adaptador especial, paraoclusalmente, sobre las superficies

vestibulares y labiales de los dientes inferiores (53). De esta manera la cubeta de fijación no va a estar interpuesta sobre las caras oclusales de los dientes, evitando su influencia sobre la oclusión.

Para la localización del eje real de bisagra y de los movimientos mandibulares, además del axiógrafo mecánico, se han desarrollado otros sistemas electrónicos.

El principio de la axiografía electrónica se debe a Meyer y Dal Ri (1985), que con el cambio del reloj analógico mecánico por un aparato de palpación electrónico de alta resolución y la sustitución de las etiquetas de registro por una hoja de resistencia, determinaron por primera vez tridimensional y electrónicamente los movimientos del punto del eje de bisagra. El Axiotron (marca SAM) y el Cadiax (marca Gamma) son dos sistemas de axiografía electrónica muy similares. (42,54,55,56,53,57)

El axiograma mecánico se ha utilizado para localizar el eje horizontal transversal. (45) Otros prefieren el axiógrafo computarizado para documentar la biomecánica de la articulación temporomandibular (ATM) (50), analizar las trayectorias condilares en los trastornos temporomandibulares (DTM) (58) o controlar la función y la disfunción antes y después del tratamiento en DTM. (59) Sin embargo, la utilidad clínica de los dispositivos de registro de la mandíbula aún no se ha establecido adecuadamente, y el análisis del movimiento de la mandíbula sigue siendo principalmente una herramienta de investigación. (60)

En un estudio realizado por Kucukkeles et al 2005, comparan la axiografía mecánica con la axiografía computerizada para analizar si existen diferencias entre las mismas. Las conclusiones de este estudio nos muestran que no hay diferencias significativas entre localizar el eje de bisagra con una técnica o con otra y las pequeñas diferencias que puedan existir son debidas a errores cometidos por el operador, sobre todo en el uso de la axiografía mecánica. (61)

La axiografía representa una de las maneras más fidedigna de trabajar con la dinámica mandibular; ya sea para conocer su funcionamiento, evaluar los desórdenes temporomandibulares (62,63), o evaluar los posibles planes de tratamiento en función a la misma (64) o a otras pruebas más complejas como la sonografía articular (65). Así

mismo, se ha tratado de comparar el trabajo axiográfico, analógico o digital, con distintas pruebas diagnósticas como el examen clínico (66), la resonancia magnética computerizada (67), o la sonografía articular. (68,69)

Piancino et al 2009, comparan la Resonancia Magnética y la Axiografía Computarizada, observando que registran diferentes características de las articulaciones, siendo la RM un examen estático y la Axiografía un examen dinámico. Concluyen que deben considerarse complementarias y ambas necesarias para un diagnóstico completo de la patología articular temporomandibular. (70)

La ventaja de la axiografía computerizada sobre el dispositivo mecánico es tener ampliado el diagrama de trazados en la pantalla del ordenador. Esto significa que pequeños cambios como los desplazamientos iniciales del disco pueden ser diagnosticados más fácilmente que con el dispositivo mecánico. (71)

El gran inconveniente de la axiografía es su inoperancia en la clínica, debido a su dificultad de manejo, tiempo de entrenamiento (no sólo del profesional sino del paciente para el examen) ...etc.

Pantografía:

Otro método de obtención son los trazos pantográficos. Puede decirse que ellos brindarán calidad y cantidad de movimiento y serán de utilidad para la programación de articuladores totalmente ajustables. Se sabe que la comprensión de los registros pantográficos contribuye al diagnóstico de las disfunciones temporomandibulares. En los trazos pueden reflejarse alteraciones de tipo muscular o articular, dicha interpretación contribuye a la aplicación de distintos medios terapéuticos para su solución y su pronóstico.(36).

En la pantografía electrónica, nos da en la impresora del sistema el valor del ángulo de la ITC. Un pantógrafo está formado por dos componentes: 1) mandibular que se une a los dientes mandibulares y que por lo general dispone de 6 tablas de registro y 2) maxilar, que se une a los dientes maxilares y dispone de 6 indicadores. Cuando los

componentes maxilar y mandibular están colocados, los indicadores se sitúan directamente sobre las tablas de registro. Los dos componentes se fijan temporalmente a los dientes. Cuando están colocados, los arcos maxilar y mandibular contactan sólo en un punto central. En consecuencia, el movimiento que se produce especialmente en la zona posterior del pantógrafo, viene dado por el movimiento de los cóndilos del paciente contra los discos y las fosas. Las partes posteriores del componente mandibular se colocan sobre el eje de bisagra exacto de cada cóndilo. (72)

McCollum en 1924, desarrolló el primer método para localización del eje de Bisagra mediante una modificación del arco facial de Snow. Unos diez años más tarde junto con Charles E. Stuart, presentó un instrumento capaz de registrar los movimientos mandibulares en los tres planos del espacio, el "Ghathograph", mejorado en una segunda versión que apareció en 1935 y presentado de forma definitiva en 1937. (73) Nació así el primer pantógrafo mecánico tal y como lo entendemos hoy en día. Stuart, también en solitario patentó su propio pantógrafo y articulador en el año 1955. (33) Mongini en 1980 enfatiza la importancia del estudio de los trazados pantográficos como medida de diagnóstico de patología articular. (74)

La pantografía difiere de la axiografía en el hecho de que registra los movimientos mandibulares en los tres planos del espacio, *frontal* y *horizontal* a parte del *sagital* que propiamente define a esta última.

Las funciones de los sistemas pantográficos (y también axiográficos) son fundamentalmente dos:

- Programación de los articuladores semiajustables mediante el cálculo de la ITC y el ángulo de Bennett en el caso de los axiógrafos, y de los articuladores totalmente ajustables en el caso de los pantógrafos.
- Ayuda en el diagnóstico y control de la evolución de pacientes con patología articular al realizar la interpretación de los registros de los movimientos mandibulares y la comparación de estos con el paso del tiempo y tras la instauración de un tratamiento (75).

Los ultrasonidos son rápidos, cómodos para el paciente y de menor costo que otras pruebas lo que les permite estar más disponibles en numerosos centros odontológicos (76,77). Además la inmediatez del procedimiento nos permite ahorrar algo cada día más escaso en nuestra sociedad, el tiempo.

La ayuda que pueda proporcionar este arco computerizado ultrasónico como método auxiliar a la hora de determinar la inclinación de la trayectoria condílea y por tanto de la eminencia articular, constituye motivo de indudable interés para los estudiosos de los DTMs. (22)

1.2.4. RELACIÓN ENTRE LA ITC Y LOS DESÓRDENES INTERNOS DE LA ATM.

El hecho de tener una eminencia articular aumentada ha sido propuesto como factor etiológico de los trastornos internos de la ATM. En sujetos asintomáticos, una eminencia aumentada está asociada con un aumento en la rotación posterior del disco, siendo un potencial factor de riesgo anatómico. Sin embargo, algunos estudios han mostrado que en ATMs con desplazamiento discal sin reducción y ATMs con cambios óseos, la eminencia estaba menos aumentada que en ATMs con desplazamientos discales con reducción o ATMs sin cambios óseos, indicando remodelaciones adaptativas. (78) Además, los sonidos que se producen en la ATM de manera unilateral se han asociado con el lado con menor trayectoria de movimiento condilar.

Entre la gran variedad de signos y síntomas que presenta la patología de la articulación temporomandibular, uno de los más importantes son los signos dentarios, tales como facetas de desgaste, recesiones, hipermovilidad dental e improntas linguales.

Los dientes posteriores podrán tener unas cúspides más altas y anguladas o, en cambio, más bajas y aplanadas, según sea la inclinación de la trayectoria condílea (ITC) de cada paciente. Christensen observó que en pacientes edéntulos, cuando realizaban una protrusión, aparecía una separación a nivel posterior entre el maxilar superior y el maxilar inferior (fenómeno de Christensen) a pesar de no llevar las prótesis en boca y, por tanto, no tener ningún mecanismo dentario de disclusión. Lo que ocurre es que, al descender los cóndilos a lo largo de la trayectoria condílea, también desciende toda la mandíbula y

generan una separación a nivel posterior, separación que disminuye a medida que nos desplazamos anteriormente. Cuanto más inclinada sea la trayectoria condilea mayor separación habrá y cuánto menor sea, menor separación habrá. (1)

En 2009 Baqaien analizó los cambios de la ITC con el desarrollo dental, más concretamente con las superficies oclusales dentales. Reseñaba que aunque sean los músculos los que controlen los movimientos mandibulares, las superficies oclusales dentales también podrían dirigir dicho desplazamiento mandibular mientras los dientes estén en contacto. (79) En una dentición permanente, las superficies oclusales han de estar en armonía funcional con las guías condilares bilaterales y con los músculos de manera que si uno de estos factores se encuentra alterado pueda estar compensado por la acción de los otros. Se observó que los niños con oclusiones asimétricas terminaban desarrollando también guías condilares asimétricas, por lo que hay autores como Slavicek que hacen hincapié en la necesidad de realizar los tratamientos oportunos en la oclusión dental desde edades muy tempranas antes de que se establezca una asimetría en las guías condilares. (80)

A mayor divergencia entre el plano oclusal y la pendiente de la eminencia articular, mayor altura de cúspides y profundidad de fosas.

Por tanto, si según el fenómeno de Christensen a mayor ITC las cúspides dentales son más altas y los surcos más profundos y además según algunos autores las superficies oclusales dentales están en relación con las guías condilares, cabe pensar que exista una relación entre la ITC y los signos dentarios de patología de la ATM tales como las recesiones o las improntas linguales. (22)

1.3 REGISTRO CON ARCO FACIAL

1.3.1. CONCEPTO

El arco facial es un complemento indispensable de los articuladores semiajustables o totalmente ajustables, ya que permite el montaje correcto del modelo superior a la rama superior del articulador, de forma que quede transferida la posición del maxilar respecto al cráneo en el articulador, cuya rama superior representa el plano del eje orbitario del paciente (81,82,83).

La transferencia de la relación cráneo-maxilar consiste en tomar una serie de puntos y planos de la cara del paciente mediante el arco facial, de modo que pueda transferirse craneométricamente al articulador el modelo superior con relación a esos puntos y planos. De este modo se logrará reproducir fielmente la posición del plano oclusal de los modelos del paciente en el articulador, relacionando estos modelos con los puntos y planos de referencia comunes que existen en la cara del paciente y el articulador.

Clasificación de los arcos faciales: (81,84)

Los arco faciales se clasifican en 2 tipos:

a) anatómicos

b) cinemáticos

Anatómicos (Dentatus, Whip Mix , AD2, Panadent, etc), que transfieren la posición de la arcada maxilar del paciente a un articulador semiajustable, estableciendo la relación espacial de dicha arcada con el plano de Francfort considerado en sus valores promedio, es decir, definido por dos puntos posteriores situados 13 mm por delante del trago o coincidentes con el meato auditivo externo (dependiendo del modelo de articulador) (85) y por un punto anterior, a nivel de la escotadura infraorbitaria o del nasion.

Cinemáticos, que forman parte de aparatos sofisticados como axiógrafos y/o pantógrafos, que permiten la determinación de valores individuales de diversos parámetros del paciente, tales como eje de bisagra exacto, guía condílea, ángulo de Bennett, etc., proporcionando la información necesaria para la programación de un articulador totalmente ajustable. (86,87,81)

No existe una diferencia estadísticamente significativa cuando los montajes son realizados con distintos tipos de arco facial. (88,89,90,91,92,93)

1.3.2. ARCO FACIAL DENTATUS TIPO AEB

El arco facial Dentatus nos permite trasladar la relación craneomaxilar del paciente al articulador (Fig.8). La toma correcta de este registro será el primer paso para montar correctamente los modelos en el articulador. Si no se realiza adecuadamente podemos provocar anomalías en el plano incisal e incluso en el plano oclusal por una mala orientación del modelo superior en el articulador.

El registro con arco facial relaciona el maxilar superior (la arcada superior) con un plano determinado del cráneo de tal manera que, reproduciendo el articulador ese plano craneal, podemos situar en la misma posición espacial el modelo superior. Ese plano se define por tres puntos, dos de ellos son posteriores y se sitúan a nivel del eje de rotación de los cóndilos, derecho e izquierdo, y el tercer punto se sitúa a nivel anterior.

Así pues, al estar los dos puntos posteriores situados sobre el eje de rotación, estaremos colocando el modelo superior en el articulador en la misma posición respecto a ese eje que la que se da en el propio paciente. Determinaremos el eje de rotación de forma arbitraria tomando como referencia la línea trago-canto externo del ojo y lo situaremos a 10-13mm por delante del borde posterior del trago. En cuanto a este tercer punto, podemos utilizar el punto infrarbitario. (práctica compartida por otros autores 88,94,95,96)



Fig 7.



Fig 8.

Componentes del arco facial dentatus: (Fig.7)

- Regleta calibrada Condilar.
- Tornillo fijación de Regleta.
- Puntero indicador plano Orbital.
- Clamp de fijación del puntero Orbital.
- Horquilla de las mordidas.
- Clamp fijación para la horquilla. (97)

1.3.3. ARCO COMPUTERIZADO ULTRASÓNICO ARCUS®DIGMA

Se han desarrollado numerosos sistemas axiográficos-pantográficos para el ajuste de articuladores totalmente ajustables, y para ser empleados como una herramienta de diagnóstico de los distintos grados de patología articular.

El ARCUS®digma (KaVo elektrotechnisches, Werk, GMBH, Leutkirch, Germany) es el último de los sistemas que ha hecho aparición en el mercado, siendo su precursor el Jaw Motion Analyzer de la empresa Zebris. (33)

El ARCUS®digma es un sistema de medición y reproducción de los movimientos mandibulares basado en la transmisión de ultrasonidos. Los ultrasonidos son una alternativa como método diagnóstico de los TMD debido especialmente a su alta resolución ultrasónica, mostrando resultados muy satisfactorios (76). Los ultrasonidos son rápidos, confortables para el paciente y de menor coste que otras pruebas complementarias lo que les permite estar más disponibles en numerosos centros odontológicos. (77,98)

El ARCUS®digma tiene tres utilidades básicas:

Análisis funcional: el sistema nos permite trabajar en tiempo real con cualquier movimiento del paciente pudiendo grabarlo, reproducirlo en los tres ejes del espacio en los puntos articular derecho, izquierdo e incisal, parar en cualquier momento la reproducción e imprimir los gráficos de dicho movimiento.

Ajuste del articulador: como sistema para calcular, a partir de los movimientos del maxilar inferior del paciente, todos los valores de ajuste necesarios para el articulador PROTAR de KaVo. Permite calcular esos mismos valores pero ya reales, ya sea para el ajuste de cualquier otro articulador o para el estudio de dichos valores utilizando un software especial para ello.

Análisis electrónico de posición (EPA Test, Electronic Position Analysis): gracias a este sistema podemos comparar dos posiciones articulares (Vg.-un registro de relación céntrica tomado con cera y la posición de máxima intercuspidad del paciente) y valorar la discrepancia entre ambas posiciones tanto cualitativamente (dirección) como cuantitativamente (medida en milímetros de la discrepancia).

Es un pantógrafo electrónico que nos permite registrar y analizar los movimientos tridimensionales del maxilar inferior respecto al hueso temporal, y trabajar a tiempo real con reproducciones digitales de los movimientos que hace el paciente. El mecanismo de funcionamiento es bastante sencillo. Es un sistema basado en la emisión y recepción de ultrasonidos.

El receptor de ultrasonidos se sitúa en la parte superior y tiene cuatro micrófonos. El emisor de ultrasonidos se coloca en la parte inferior y tiene tres zonas emisoras.

Cada zona emisora envía información a cada una de las cuatro zonas receptoras. De esta forma se creará un polígono espacial formado por los doce segmentos de medición y cuya morfología recoge el sistema y la transforma en la medición que le estamos pidiendo.

De acuerdo con la mecánica de cuerpo rígido, un movimiento mandibular es definido por la trayectoria de tres puntos cualquiera situados en el cuerpo de la mandíbula, sin que sea necesario que estos puntos sean los puntos condilares de rotación. Este hecho físico hace que el número de registros se simplifique sin perder precisión (99).

El aparato consta de:

- ⌚ Un aparato de control conectado a la red eléctrica mediante una fuente de alimentación. (Fig.9)
- ⌚ Un arco facial. (Fig.10)
- ⌚ Una horquilla metálica de mordida para arcada superior. (Fig.11)
- ⌚ Una horquilla metálica para arcada inferior. (Fig.12)
- ⌚ Un receptor de ultrasonidos. (Fig.13)
- ⌚ Un emisor de ultrasonidos. (Fig.14)
- ⌚ Un conmutador de pie. (Fig.15)
- ⌚ Un lector de tarjetas. (Fig.16)
- ⌚ Un pendrive para pasar información del aparato de control al PC (Fig.17)



Fig.9



Fig.10

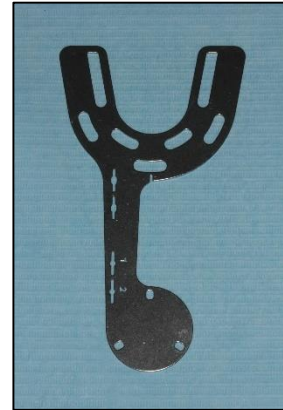


Fig.11



Fig.12



Fig.13

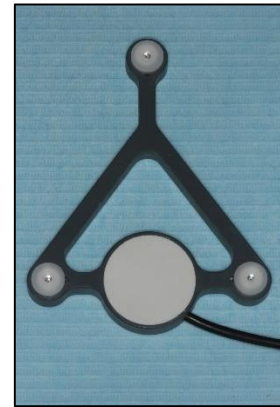


Fig.14

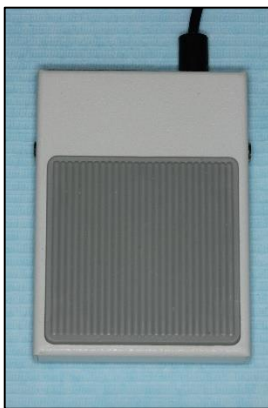


Fig.15



Fig.16



Fig.17



Fig.18



Fig.19



Fig.20

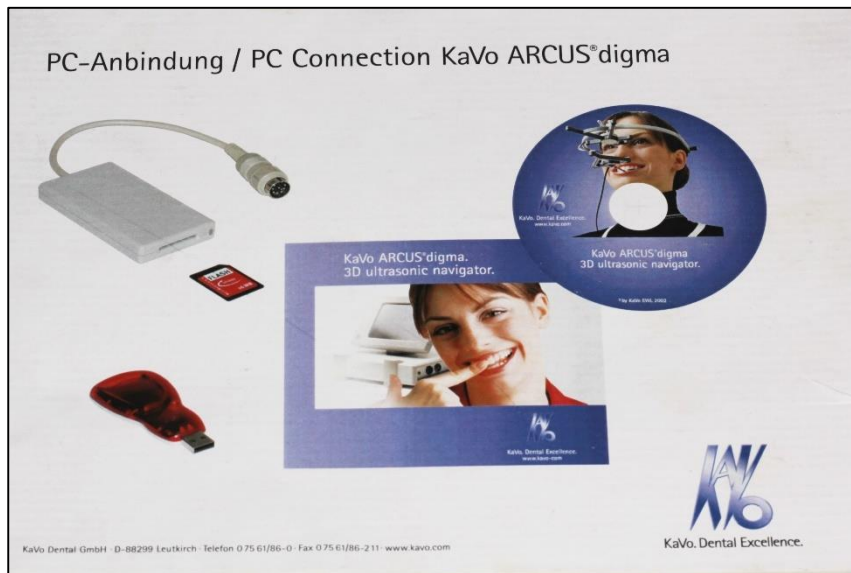


Fig.21



Fig.22



Fig.23



Fig.24



Fig.25

Lo primero es preparar el aparato de control conectándolo a la red (Fig.18,19,20) y acoplado cada conector en su lugar (sensores, conmutador de pie y una unidad USB con la tarjeta donde se graban los registros) (Fig 24,25). Una vez encendido el aparato se introduce el código de paciente.

Mediante la horquilla superior se registran las huellas de la arcada superior teniendo en cuenta que los números 1 y 2 que vienen en el mango de la horquilla deben mirar hacia arriba. El fabricante recomienda usar como materiales de registro de mordida siliconas duras o ceras duras.

El arco facial se coloca apoyando las almohadillas por detrás del pabellón auditivo, el dispositivo estabilizador anterior en Nasión, y para terminar de fijarlo se ajusta una tira elástica en el occipucio. La diferencia con otros arcos faciales es que no hay que orientar el arco respecto a plano de Frankfurt o Camper. El sensor emisor de ultrasonidos se adapta a la horquilla y el receptor al arco facial.

En la pantalla del aparato veremos la posibilidad de elegir tres opciones: (Fig. 26)

- ⌚ Function Analysis
- ⌚ Articulator Adjustment
- ⌚ EPA test

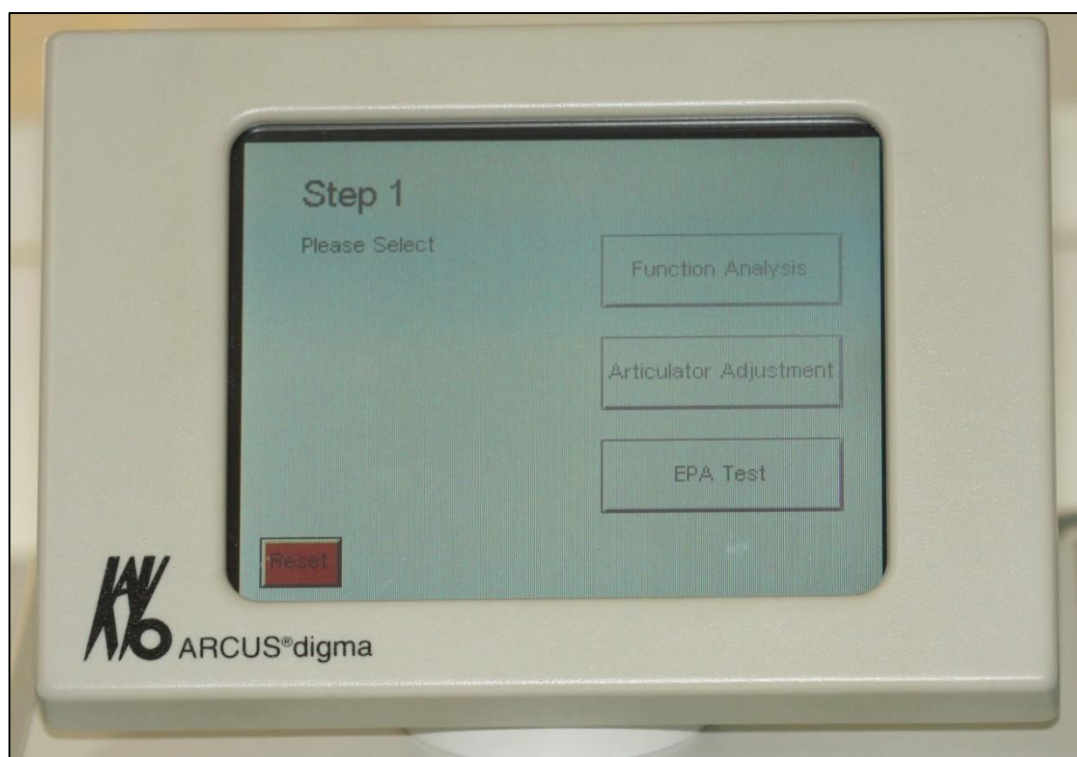


Fig.26

La opción "Function Analysis" nos permite trabajar a tiempo real con cualquier movimiento del paciente pudiéndolo grabar, reproducir en los tres ejes del espacio en los puntos articulares de cada lado y en el punto incisal, parar en cualquier momento la reproducción e imprimir los gráficos de dicho movimiento.

La opción "Articulator Adjustment" nos sirve para calcular los valores de ajuste del articulador Protar evo 7 (KaVo) a partir de los movimientos del maxilar inferior. Estos valores también son de utilidad para ajustar otros articuladores.

La opción "EPA test" nos permite comparar dos posiciones articulares del paciente tanto cuantitativa (milímetros) como cualitativamente (dirección).

El aparato tiene pantalla de TFT táctil para seleccionar las distintas opciones que tenemos a lo largo del programa. Las selecciones también se pueden realizar a través del conmutador de pie (Fig.15). El primer paso para realizar la función de análisis es establecer la posición de los modelos. (Fig 27)

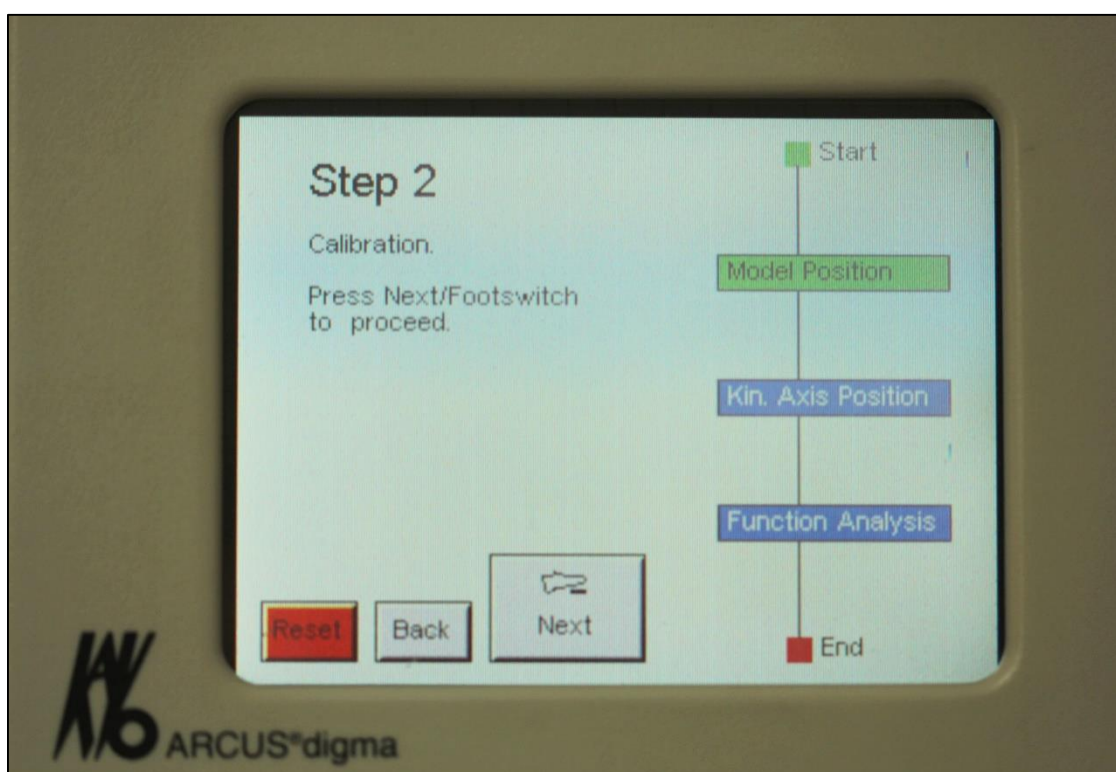


Fig.27

Una vez seleccionado este campo (Model Position) el aparato nos indica que procedamos a grabar la posición del modelo superior. (Fig 28) Tras tener registrada la

posición del modelo superior, el aparato solicita que se posicione el modelo inferior. Para esto, se necesita adherir la horquilla inferior a las caras vestibulares de los dientes que forman parte del grupo anterior mandibular.

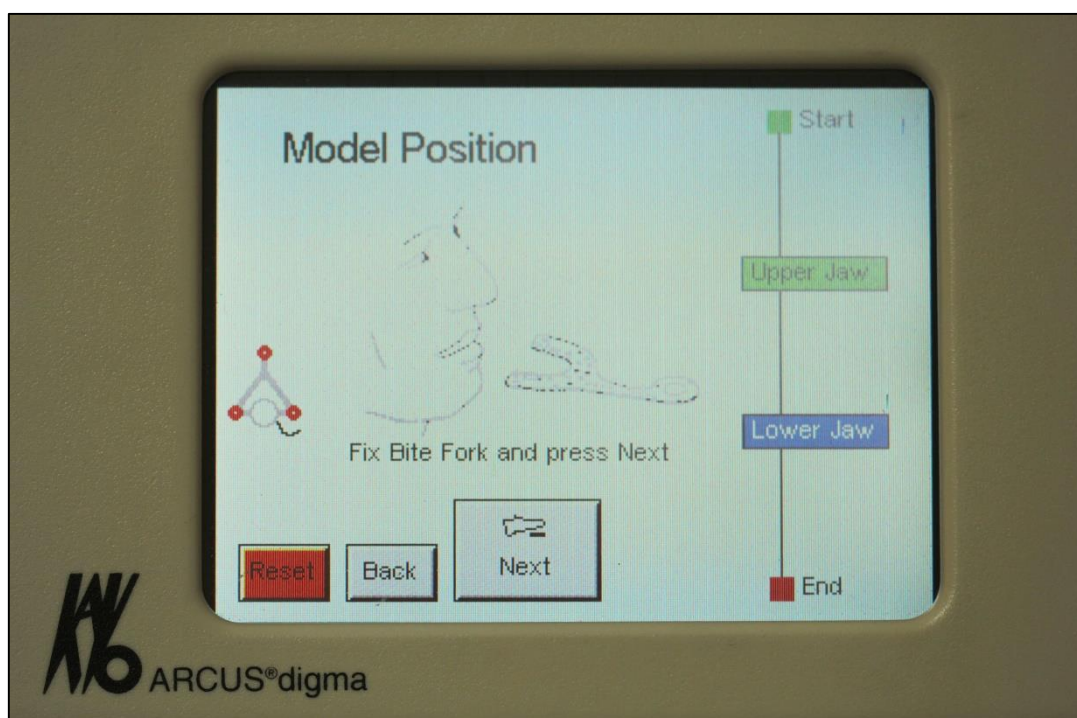


Fig.28

Existen dos métodos para adherir esta horquilla: la técnica indirecta y la técnica directa:

En la técnica indirecta se fabrica una férula con material acrílico, normalmente fotopolimerizable, sobre un modelo de escayola obtenido previamente tras el vaciado en escayola de una impresión intraoral. La horquilla quedará embutida en el interior de la resina que quedará perfectamente adaptada a las caras vestibulares de los dientes. Esta férula se adherirá a los dientes inferiores con cemento provisional.

En la técnica directa se adhiere la horquilla directamente a los dientes del paciente con acrílico para confección de provisionales. Una vez ha fraguado el material se realizan todos los retoques oportunos para eliminar posibles interferencias entre el material y la horquilla con la arcada antagonista en movimientos céntricos y excéntricos.

Es imprescindible que no existan estas interferencias entre la horquilla inferior y el material de adhesión con las piezas dentarias de la arcada superior.

La posición del modelo inferior se determina con el paciente en máxima intercuspidad.

El siguiente paso que indica el aparato es la localización del eje de rotación del paciente ("Kin Axis Position"). Este eje Cinemático está definido por el punto condilar de ambos cóndilos que siempre describe una trayectoria en paralelo a la eminencia articular en todos los movimientos articulares (100). Para determinar esta posición el aparato necesita dos movimientos, un movimiento de apertura y un movimiento de protusión, ya que el centro cinemático será aquel punto que se vea mínimamente influenciado por el componente rotatorio mandibular. Para que se grabe el movimiento en el aparato hay que mantener el conmutador de pie accionado.

El aparato muestra varias opciones, que podemos visualizar en una pantalla dividida en segmentos de 5 mm, donde situar el eje de rotación. El aparato automáticamente elige la que considera más exacta, que es aquella donde se muestra más coincidente la apertura y la protusión. El operador puede elegir cualquiera de las otras opciones si lo estima oportuno. Una vez tenemos validado el eje de rotación se puede proceder a la función de análisis. El operador puede grabar los movimientos mandibulares del paciente que estime oportunos. El aparato indica algunos de ellos (apertura y cierre, lateralidades, plano de Posselt, arco gótico...).

En la parte superior de la pantalla se nos ofrecen tres vistas de los movimientos que por defecto son articular sagital izquierda y derecha con unas rejillas divididas en celdas de 5 mm. y una vista frontal del punto incisal con una rejilla de 10 mm. Estas vistas se pueden cambiar al plano que deseemos.

Debajo y a la izquierda de las tres pantallas aparece el icono del sistema de emisores que se ve en rojo cuando no se está grabando y en verde cuando estamos midiendo algún movimiento. Justo debajo de este símbolo aparecen las siglas F.A. que nos indican que estamos dentro del análisis funcional.

En la parte central aparece una pantalla donde podemos apreciar la sincronía de movimientos entre las dos articulaciones en una vista horizontal.

En la parte central y derecha de la pantalla aparece una barra que sirve de indicador del estado de saturación de la memoria, que cuenta con unos 10-12 seg de tiempo de memorización.

La parte inferior de la pantalla está ocupada por una serie de iconos que son teclas cuya función es completamente intuitiva:

- Tecla BACK : sirve para volver al menú anterior
- Tecla ► : sirve para repetir todos los movimientos memorizados tantas veces como se desee. Si pedimos que un movimiento se repita varias veces automáticamente irá cambiando el plano en el que se representa el trazado.
- Tecla || : sirve para parar la reproducción
- Tecla • : nos permite realizar la grabación de los movimientos. Es la misma función que nos permite realizar el conmutador de pie.
- Tecla EXIT: sirve para finalizar la sesión de análisis funcional.
- Tecla PRINT: nos permite imprimir los gráficos en cualquier momento de la sesión o los Informes de registro. Para poder realizar esta función se debe contar con una impresora térmica espacialmente configurada para trabajar con el aparato de control central.

Mediante un software específico (Fig.21,22,23) se pueden observar tantas veces como sea preciso los movimientos grabados de cada paciente. Estos movimientos se pueden ver a nivel del punto interincisivo y de los centros cinemáticos de ambos cóndilos en los planos sagital, frontal y coronal. Además podemos ver el movimiento del eje cinemático tridimensionalmente y específicamente en el plano horizontal. Para ello, debemos de seleccionar la opción con la que queremos trabajar, "Function Analysis" o "Articulator Adjustment" y una vez elegida, introducirnos en la opción "view" que podemos visualizar en una pestaña situada en la parte superior derecha de la pantalla.

También podremos acceder a una serie de datos si en vez de elegir "view" optamos por la pestaña que está a su lado izquierdo llamada "report". En función de si estamos en la opción "Function Analysis" o "Articulator Adjustment" la serie de datos obtenida es distinta.

En la opción “Function Analysis” obtendremos los siguientes datos:

- Rango de movimiento de cóndilo derecho y cóndilo izquierdo en el movimiento de apertura.
- Rango de movimiento de punto interincisivo en el movimiento de apertura.

Y podremos observar los siguientes gráficos:

- Gráfico descrito por el centro cinemático de ambos cóndilos en el movimiento de apertura y cierre.
- Gráfico descrito por el punto interincisivo en el movimiento de apertura y cierre.
- Tres gráficos descritos por el eje cinemático en el movimiento de apertura en el plano horizontal.
- Tres gráficos descritos por el eje cinemático en el movimiento de cierre en el plano horizontal.
- Gráfico descrito en el punto interincisivo al realizar un arco de Gysi.
- Gráfico descrito en el punto interincisivo al realizar un arco de Posselt.
- Gráfico descrito por el punto interincisivo en el movimiento de lateralidades.
- Gráfico descrito por el punto interincisivo en el movimiento de protusión

En la opción “Articulador Adjustment” obtendremos los siguientes datos que nos permitirán el ajuste de cualquier articulador semiajustable o totalmente ajustable:

- Valor de la inclinación de la trayectoria condílea en el lado derecho y lado izquierdo.
- Valor del ángulo de Bennett en el lado derecho y lado izquierdo.
- Valor del movimiento de Bennett inmediato en el lado derecho y lado izquierdo.
- Valores de ajuste de la tabla incisal.

También podremos observar los siguientes gráficos:

- Gráfico descrito por el centro cinemático del cóndilo derecho e izquierdo en el movimiento de protusión.
- Gráfico descrito por el centro cinemático del cóndilo derecho en el movimiento de laterotrusión derecha.

- Gráfico descrito por el centro cinemático del cóndilo derecho en el movimiento de laterotrusión izquierda.
- Gráfico descrito por el centro cinemático del cóndilo izquierdo en el movimiento de laterotrusión izquierda.
- Gráfico descrito por el centro cinemático del cóndilo derecho en el movimiento de laterotrusión izquierda.
- Gráfico descrito por el punto interincisivo en el movimiento de protusión, laterotrusión derecha y laterotrusión izquierda.

El programa informático nos permite trazar líneas rectas entre cualquier punto que aparece en los gráficos, tanto en la opción de “report” como en la opción de “view”. Esta posibilidad nos permite medir distancias entre los puntos que deseemos. Para ello, deberemos situarnos con el cursor sobre el gráfico que sea de nuestro interés y presionar la tecla “Ctrl” a la vez que presionamos la tecla “Enter” o el botón izquierdo del ratón. Una vez queda seleccionado el gráfico nos pondremos con el cursor sobre uno de los dos puntos cuya distancia necesitamos conocer y apretando de forma continua el botón izquierdo del ratón lo arrastraremos hasta el otro punto. Cuando dejemos de apretar el botón veremos que queda dibujada una línea con un número al lado de la misma equivalente al valor en milímetros de la longitud del segmento. También podremos dibujar una segunda línea relacionada con la anterior sabiendo los grados de inclinación que existen entre ambas.

El programa permite grabar todos los cambios que realicemos en los gráficos. (101,102,22)

Ventajas del ARCUS®digma:

- Programación rápida, menos de cinco minutos, de los datos del paciente en el articulador Protar evo 7 (KaVo).
- Nos permite trabajar con medidas y cálculos a partir del eje cinemático.
- Nos permite trabajar con la cabeza del paciente erguida.
- Es un método no invasivo y sin radiación.
- Manejo intuitivo y fácil a través de la pantalla sensible al tacto o el pedal.
- No necesita ninguna precalibración sobre el paciente.
- Nos permite reproducir tridimensionalmente los movimientos del paciente sin que éste este presente.
- Nos da la posibilidad de trabajar a través del ordenador personal (interfaz de puerto paralelo) pero no la impone, se trabaja igual con la propia CPU del aparato y se le puede conectar una impresora térmica específicamente configurada para el ARCUS®digma para imprimir los resultados.
- El software que podemos adquirir por separado para trabajar en el ordenador puede renovarse constantemente a través de internet.
- Aunque la CPU pese 2,6 Kg, los sensores que se le colocan sobre la horquilla que sostiene el paciente tan solo pesan 22 g.
- El principio de medición a partir de ultrasonidos obvia cualquier radiación electromagnética, por lo que no interfiere en sus medidas ninguno de los aparatos que normalmente están encendidos en nuestras clínicas (sillón, equipo de música, luces, teléfonos móviles...)
- El dispositivo que se une a la arcada inferior es intraoral, lo que permite que la medición de los rangos de movimiento mandibulares sea más precisa. (102)
- Nos permite registrar los movimientos con seis grados de libertad.
- Precisión.

La precisión en las medidas del test EPA es de 0,1 mm, y para el cálculo de ángulos para el montaje del articulador PROTAR es de 2 grados. Son errores de medición conocidos, a diferencia del trabajo usual con registros en cera que no sabemos qué precisión tienen, por lo que con ARCUS®digma trabajamos con medidas de intervalo muy estrecho (69).

Si lo comparamos con la RMI, considerada la prueba complementaria más precisa, el ARCUS®digma presenta la ventaja de ofrecernos la información continua del movimiento además de poder observarse los dos cóndilos a la vez. Las RM se realizan con el paciente en posición supina, lo que puede alterar los movimientos mandibulares, mientras que la toma de registros con ARCUS®digma se efectúa con el paciente sentado.

En cuanto a los inconvenientes, comunes al resto de pantógrafos, Gibbs y Lundeen señalan que las trayectorias registradas no representan el movimiento real del cóndilo. Además, los desplazamientos condilares no se pueden representar en relación a la fosa temporal ni se pueden determinar los cambios en los espacios intraarticulares durante el movimiento. (103)

1.4 ARTICULADOR DENTATUS

1.4.1. CONCEPTO

El articulador se define como un “aparato mecánico que representa las articulaciones temporomandibulares y componentes de los maxilares al que pueden incorporarse modelos del maxilar y de la mandíbula para simular el movimiento de estos últimos” (Academy of Denture Prosthetics 1977). (87)

Es un dispositivo mecánico con el que podemos relacionar los modelos de la arcada dentaria de los pacientes para poder realizar procedimientos de diagnóstico y terapéutica fuera de la boca, y que utiliza los arcos faciales para transferir el modelo maxilar en idéntica relación que guarda con el cráneo (con respecto al eje de giro de la mandíbula y a un plano de referencia).

Estos instrumentos surgieron ante la necesidad de poder imitar los movimientos mandibulares fuera de la boca del sujeto. Los movimientos de la mandíbula dependen de los factores rectores de la oclusión dentaria, de los que podemos distinguir cuatro: factores articulares, dentarios, de arcada y musculares.

Los factores articulares no se pueden modificar si no es quirúrgicamente, y son los que hay que ajustar en los articuladores para que al actuar sobre los factores dentarios y los de arcada, podamos restaurar la oclusión del paciente. (104)

La manera más útil de poder estudiar la relación entre las arcadas es el montaje de los modelos en el articulador (105), a pesar de alguna discrepancia en la literatura con estudios que nos sugieren que hay limitaciones en el uso de los articuladores, sobre todo a la hora de reproducir los contactos dentarios en los movimientos excéntricos. (106,107)

1.4.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS:

El primer articulador de bisagra fue ideado por Gariot en 1805 al enfrentar los modelos superior e inferior entre sí fijándolos con una llave de escayola que permitía su separación. Evens en 1840 y posteriormente Bonwill en 1858 crearon los primeros articuladores multiposicionales capaces de efectuar movimientos de lateralidad. En este sentido la principal aportación de Bonwill fue describir un triángulo equilátero entre los cóndilos mandibulares y el punto interincisivo inferior. (87)

Rudolph Hanau (1921-1922), basándose en los resultados conseguidos por Gysi, registró inclinaciones condilares sagitales y laterales, con registros intrabucales de cera y desarrolló un articulador todavía usado ampliamente hoy en día: modelo H de Hanau. Se puede ajustar en él la inclinación de la pendiente condilar, siendo ésta rectilínea. También desarrolló el Kinoscopio, con un doble mecanismo condilar. Propuso una fórmula para calcular el ángulo de Bennett:

Trayectoria condilar

Ángulo de Bennett = ----- + 12

8

En 1958 aparece el articulador Dentatus A.R.L. diseñado por Arne G. Lauritzen, que es muy parecido al Hanau H2, con un vástago incisal ligeramente curvo. Posee un tornillo micrométrico para medir la amplitud de los movimientos. (104)

Se han ido comercializando distintos prototipos en función del continuo avance en los conocimientos anatomofisiológicos del complejo estomatognático, hasta llegar al modelo más sofisticado y actual que incluye programas informatizados. (87,108)

Clasificación

Existen múltiples clasificaciones, ya que cada autor ha realizado la suya según su punto de vista de la oclusión (Ramfjord, Gysi, Posselt, Saizar, Weinberg, Vela Ramon) (104).

Las **llaves de escayola**, no poseen eje de apertura y cierre, por lo que el elemento superior es independiente del inferior. Tiene la misma función que los dos siguientes, pero son más incómodos de utilizar.

Las **charnelas** sí tienen un eje de giro, pero no es coincidente con el eje de apertura y cierre del paciente. Por tanto, el eje sólo sirve para mayor comodidad durante la realización del trabajo protésico, al no separarse los elementos del articulador.

Los **articuladores de valor promedio**, presentan las guías condilar e incisal ajustadas a unos valores estándar, incluso algunos llevan ajustado también el ángulo de Bennett. Como son valores estándar, los movimientos que reproducen no coinciden con los del paciente. Se puede hacer una salvedad y es que algunos pueden admitir un arco facial y, por tanto, realizar una transferencia cráneomaxilar en la misma relación que guarda con el paciente, con respecto al eje de giro. De esta forma, el movimiento de apertura y cierre en el arco de THR (Terminal hinge relation, relación céntrica), sí sería coincidente

con el del paciente, pero sólo cuando hayamos localizado el eje real de giro. Si determinamos un eje estándar, el movimiento será aproximado. El resto de movimientos no son coincidentes con los del paciente, así como ni ninguna posición al tratarse de valores estándar. La coincidencia será anecdótica. Realizar la maniobra de localización del eje de bisagra para luego trabajar con articuladores de guías fijas no parece razonable.

Los **articuladores semiajustables**, sólo reproducen con exactitud el movimiento de apertura y cierre que hemos dicho antes y algunas posiciones que utilizaremos para el ajuste del instrumento. Así, cuando registramos una posición de protrusiva de, por ejemplo, 5 mm para el ajuste del ángulo de la pendiente condilar, siempre que coloquemos el articulador a 5 mm, la posición de los modelos coincidirá con la del paciente. En otras posiciones no, pero serán muy aproximadas. De la misma forma se puede proceder con registros de lateralidad para ajustar el ángulo de Bennett. Por este motivo, el movimiento que realice el articulador desde relación céntrica hasta la posición de 5 mm, podrá no coincidir con el del paciente, que será lo más seguro, aunque el articulador posea guías condilares curvas. (109)

Los **articuladores ajustables** reproducen movimientos similares a los del paciente, incluido el movimiento de apertura y cierre en eje de bisagra terminal. Los ajustes los hacemos ayudados de un pantógrafo. Esta característica nos permitirá ser más precisos en la confección de una prótesis. Por ejemplo, no será necesario sobreextenderse cuando se realice una guía incisal o canina para conseguir disclusión. (110)

Elección del tipo de articulador

La elección del modelo de articulador en cada caso depende de una serie de factores, como la habilidad del clínico, el conocimiento de las limitaciones del sistema del articulador, la magnitud de las intervenciones de restauración planificadas y la identificación de los principales determinantes de la oclusión del paciente (relación céntrica, máxima intercuspidad, guía anterior, dimensión vertical, plano oclusal...).

Por lo general los articuladores más empleados son los semiajustables con arco facial anatómico. (87)

El uso de articuladores semiajustables es un método práctico de proporcionar la máxima información diagnóstica con la mínima necesidad de ajuste clínico durante el tratamiento con lo que aumenta la calidad de la restauración. (111)

Gutierrez et al 2003, pudieron comprobar en los casos rehabilitados, que solo al 25 % de estos se les realizaron pequeños ajustes oclusales, lo cual corrobora la efectividad de la técnica empleada, que utilizó el articulador semiajustable y el transporte del modelo superior mediante el arco facial. De esta forma, se logró rehabilitar a los pacientes manteniendo su pauta masticatoria, lo que nos acerca lo más posible a su patrón oclusal. (112)

Además, es el tipo de articulador recomendado para impartir la docencia en la Universidad (113).

1.4.3. DESCRIPCION DEL ARTICULADOR DENTATUS

Articulador Dentatus

El primer articulador Dentatus fue diseñado y fabricado a principios de los años 40. En el comienzo de la Segunda Guerra Mundial (finales de 1939) cesaron las importaciones de USA de materiales dentales entre otras cosas. Se hizo obligatoria la necesidad de fabricar articuladores.

La compañía A.B. DENTATUS tomó la iniciativa de la fabricación de un articulador ajustable. Se le añadieron y mejoraron partes móviles para mejorar sus prestaciones: se le dió más dureza y robustez, introdujeron los ajustes del ángulo de Bennett, ejes móviles, platinas de montaje de modelos, que han hecho del Articulador DENTATUS el instrumento ideal para un gran número de tratamientos de oclusión. Es un instrumento necesario en el análisis de la Oclusión Funcional, diagnóstico y tratamiento y Prótesis removible y fija. (97)

Los resultados de un estudio realizado por Peraire et al 2002, sugieren que el articulador Dentatus® es más preciso que el articulador Quick®. Esta diferencia podría ser debida a que el cóndilo del articulador Dentatus® está firmemente fijado, con lo que existe menos margen de error. (113)



Fig. 29 Articulador Dentatus tipo ARL

Componentes del Articulador Dentatus: (Fig.29,30)

- 1 Tornillo de fijación para la inclinación de la pendiente condílea (HCI).
- 2 Espacio de desplazamiento condíleo, que corresponde a la trayectoria o pendiente condílea.
- 3 Tornillo de fijación del eje condilar. (Cerrando este tornillo el articulador tan sólo puede realizar un movimiento de bisagra).
- 4 Esfera condilar.
- 5 Soporte donde se apoya el arco facial cuando se toma la medida en el oído.

- 6 Eje condilar.
- 7 Punto de apoyo de la aguja condilar.
- 8 Disco condilar.
- 9 Calibración numérica del ajuste de la inclinación, del a trayectoria condílea en relación al plano horizontal.
- 10 Tornillo de fijación grande para el desplazamiento anterior de la esfera condilar.
- 11 Tornillo de fijación pequeño para el desplazamiento posterior de la esfera condilar.
- 12 Parte superior del poste condilar.
- 13 Columna o poste condíleo.
- 15 Tornillo de fijación para los postes condíleos.
- 16 Rama Inferior.
- 17 Pivote posterior para platina de montaje.
- 18 Tornillo de sujección de la platina de montaje de modelo interior
- 19 Pivote anterior para platina de montaje.
- 20 Ranura en la tabla incisal.
- 21 Tornillo de fijación de la tabla incisal.
- 22 Calibración tabla incisal.
- 23 Tabla incisal plana.
- 24 Surco sobre la varilla incisal.
- 25 Varilla incisal curvada.
- 26 Tornillo de fijación para la varilla incisal.
- 27 Calibración varilla incisal.
- 28 Varilla de soporte.
- 29 Tornillo de fijación para la sujección del plano orbitario.
- 30 Plano indicador del punto o plano orbitario.
31. Poste de centrado.
- 32 Tornillo de sujección de la platina de montaje de modelo superior.

- 33 Calibración numérica del poste vertical que señala el ajuste lateral (Angulo Bennett).
- 34 Conjunto de la rama superior.
- 35 Tornillo de cierre universal.
- 36 Llave Allen para la junta universal del tornillo de cierre. (97)



Fig. 30 Articulador Dentatus tipo ARL

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Aunque se considera que son los mecanismos neuromusculares los que determinan y guían los movimientos mandibulares, y que además existe una cierta capacidad de adaptación a las trayectorias protrusivas, influenciado por multitud de factores como grosor de cartílago, fuerzas de la oclusión desarrolladas, variaciones en la posición de partida, soporte periodontal, etc. **la ITC** es un dato fundamental a obtener para evitar al menos que éste factor sea patogénico, desequilibrando la armonía del sistema. (97)

Son múltiples las pruebas para determinar la pendiente de la eminencia articular, desde técnicas radiográficas básicas como es la ortopantomografía hasta otras más complejas que pueden aplicarse cuando se necesita una información adicional como la tomografía, la tomografía computarizada, la resonancia magnética...

También son numerosos los procedimientos para determinar el valor de la inclinación de la trayectoria condilar (33). Los más clásicos son los registros intraorales con cera fundamentados en el fenómeno de Christensen. En segundo lugar se encuentran los sistemas axiográficos-pantográficos, y entre ellos el **arco computerizado ultrasónico ARCUS digma**, siendo este último el utilizado en nuestro estudio. (76)

El objetivo que tiene el registrar **el ángulo de Bennett** radica en que nos determina donde deben ir las cúspides y la dirección que tienen que tener los surcos de escape de las caras oclusales de los dientes posteriores. El ángulo de Bennett es un parámetro de vital importancia para los modelos de oclusión balanceada y función de grupo.

Los ultrasonidos son rápidos, cómodos para el paciente y de menor coste que otras pruebas lo que les permite estar más disponibles en numerosos centros odontológicos (76,77). Además la inmediatez del procedimiento nos permite ahorrar algo cada día más escaso en nuestra sociedad, el tiempo.

La ayuda que pueda proporcionar este arco computerizado ultrasónico como método diagnóstico auxiliar para la confirmación de datos obtenidos mediante el examen clínico, constituye motivo de indudable interés para los estudiosos de los DTMs. Se requiere un profundo estudio de la ATM en su doble aspecto estático y funcional; se necesita un aporte de nueva e incesante documentación sobre las transformaciones que sufre esta articulación en los DTMs, pero no entendiendo la articulación de forma aislada sino como parte integrante del aparato estomatognático. De esta manera comprenderemos mejor la patogenia de los DTMs y conseguiremos diagnósticos más precisos. Estos son los motivos que llevan a plantearnos la siguiente

Hipótesis: el axiógrafo ultrasónico es un método de diagnóstico complementario eficaz para la detección precoz de la disfunción Temporomandibular; para ello, buscamos como objetivo primero si realmente las mediciones con arco facial convencional varían de las mediciones de los determinantes mandibulares referentes a las articulaciones temporomandibulares (inclinación de la trayectoria condílea y ángulo de Bennett) tomadas con arco facial computerizado tipo Arcus Digma, para determinar si aporta mayor utilidad y comodidad para su uso posterior en mediciones en pacientes con trastornos o desórdenes temporomandibulares.

Para demostrar la Hipótesis nos planteamos los siguientes objetivos:

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo de nuestro estudio ha sido comparar la fiabilidad o exactitud en la determinación de la inclinación de la trayectoria condilar y del ángulo de Bennett entre un arco facial mecánico (Dentatus) y un axiógrafo ultrasónico computerizado (Arcus Digma) sobre una muestra de 30 pacientes. Por “fiabilidad” o exactitud entendemos la repetitividad o reproductibilidad de un instrumento al dar sus resultados, sin determinar en principio que estos sean o no coincidentes con el valor real. (75)

Tras el análisis de los resultados, y con las limitaciones de nuestro estudio, concluir si existen o no diferencias estadísticamente significativas entre ambos procedimientos de medida.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar si los registros obtenidos de **inclinación de la trayectoria condílea** con el arco facial convencional con montaje en articulador semiajustable en relación céntrica y con el Arcus Dygma dan valores similares.
2. Determinar si los registros obtenidos del **ángulo de Bennett** con el arco facial convencional con montaje en articulador semiajustable en relación céntrica y con el Arcus Dygma dan valores similares.
3. Determinar si los registros obtenidos de **inclinación de la trayectoria condílea** con el arco facial convencional con montaje en articulador semiajustable en relación céntrica y con el Arcus Dygma dan valores similares en cuanto a la **edad** y el **sexo**.
4. Determinar si los registros obtenidos del **ángulo de Bennett** con el arco facial convencional con montaje en articulador semiajustable en relación céntrica y con el Arcus Dygma dan valores similares en cuanto a la **edad** y el **sexo**.

**MATERIAL Y
MÉTODO**

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 MUESTRA

Tamaño muestral:

Para obtener el tamaño de una muestra que podemos precisar en un experimento, lo podemos realizar de dos maneras: 1) revisando la literatura de trabajos afines y comprobando los tamaños que otros investigadores utilizan para un diseño como el que propondríamos, y 2) efectuar un estudio piloto con tamaños pequeños por grupo.

Nuestro estudio se ha hecho por estudio piloto con tamaños pequeños por grupo, y se ha cogido una muestra de 30 para que sea estadísticamente significativo.

El estudio se realizó en 30 pacientes, de los cuales 13 (43,3%) eran hombres y 17 (56,7%) mujeres, de edades comprendidas entre los 18 y 63 años.

Selección de la muestra:

Las técnicas de muestreo son las distintas técnicas que utilizaremos para escoger a los sujetos. Existen dos grandes clases de muestreo: probabilístico y no probabilístico. En el muestreo probabilístico todos los individuos de la población tienen una determinada probabilidad de ser incluidos en la muestra; para ello se utilizan procesos aleatorios, esto es, basados en el azar. Para llevarlo a cabo se requiere la numeración previa de cada uno de los individuos de la población a estudio y después elegir los números al azar, generalmente mediante una tabla de números aleatorios. La elección al azar de los individuos representará la representatividad de la muestra.

Para obtener los sujetos que formaron parte de la muestra se realizó un muestreo aleatorio y voluntario entre los pacientes de dos consultas dentales de Valencia, que cumplían los criterios de selección, mediante la aplicación de una tabla de números aleatorios.

Criterios de selección:

1. Ausencia de sintomatología objetiva o subjetiva de patología temporomandibular.
2. Ausencia de enfermedades sistémicas que puedan ocasionar patología articular secundaria a la enfermedad (fibrosis quística, enfermedad de Still, artritis reumatoide, fibromialgia, lupus eritematoso sistémico y otras enfermedades de tejido conectivo)
3. No estar en tratamiento médico que pueda alterar los registros a analizar en nuestro estudio (analgésicos, antiinflamatorios, corticoides y/o relajantes musculares).
4. Dentición definitiva presente con ausencia de no más de cuatro dientes, ni más de uno por hemiarcada, exceptuando los terceros molares.
5. No presentar ausencia o deterioro importante de la guía anterior incisiva.
6. Presencia del primer molar superior derecho.
7. Ausencia de anomalías cráneo-faciales evidentes.
8. Máxima intercuspidación estable.
9. No estar en tratamiento ortodóncico o en fase de rehabilitación protésica.
10. No ser portador de prótesis.
11. No presentar limitación de la apertura oral menor de 20 mm, ya que supondría un impedimento físico para la toma de registros e impresiones orales.
12. No ser alérgicos a cualquiera de los materiales necesarios para llevar a cabo el estudio.

La selección de la muestra se realizó siguiendo un protocolo de exploración en los que se determinó la ausencia de signos y síntomas clínicos de DTM.

Los datos de dicha exploración quedaron recogidos en la correspondiente historia clínica. (96,114,22)

Descartamos también a los pacientes que hubieran tenido problemas articulares no solo por la posible alteración en la posición condilar que puedan manifestar sino también, porque pudieran distorsionar o dificultar la toma de los registros, ya que hay estudios que indican que aquellos que tienen alteraciones de la articulación temporomandibular presentan mayor dificultad a la hora de tomar los registros de relación céntrica y más variabilidad de los mismos (115,116,117,118,50,119,120,121,122,123). Además, en la mayoría de los artículos donde se estudian diversas técnicas de registro para compararlas o utilizan métodos como la axiografía o el M.P.I., los pacientes que forman parte de las muestras son pacientes sanos sin ningún tipo de patología articular. (124,125,123,126)

3.2 METODO

3.2.1 PROCESO DE OBTENCION DE REGISTROS

Se realizó un estudio observacional descriptivo y transversal. De cada paciente se obtuvieron modelos que se montaron en Relación Céntrica en un articulador semiajustable marca Dentatus, según la técnica habitual. El articulador se ajustó mediante la toma a cada paciente de un arco facial mecánico Dentatus a fin de obtener el valor de la Inclinación Condílea y del ángulo de Bennett de cada individuo y también se obtuvieron dichas medidas mediante la toma de un pantógrafo ultrasónico ArcusDigma.

Secuencia:

- Selección de la muestra
- Firma consentimiento y protección de datos
- Historia médica y dental
- Toma de impresiones
- Obtención de modelos superior (Split-Cast) e Inferior
- Toma del arco facial Dentatus tipo AEB
- Montaje en articulador Dentatus ARL del modelo superior
- Verificación de la relación céntrica
- Montaje en articulador Dentatus ARL del modelo inferior
- Medición de ITC
- Medición del ángulo de Bennett
- Preparación de las fijaciones del emisor de ultrasonidos del kavo ARCUSdigma
- Toma de arcus Digma

Todos aquellos casos en los que sospechamos que pudiera haberse cometido algún error de tipo técnico, fueron sistemáticamente repetidos.

3.2.1.1. Toma de impresiones

Una vez seleccionada la muestra, se procedió a la toma de impresiones. Mediante cubetas metálicas prefabricadas estandarizadas para sujetos dentados (ASA Dental S.p.a. Via Valenzana, 4, I-55050. Bozzano, LU, Italy) (Fig.31), se realizaron en cada sujeto dos impresiones con alginato (Cavex Cream Alginate de la casa Cavex Holland B.V. of Haarlem, The Netherlands) (Fig.32), una de la arcada superior y otra de la arcada inferior, y se positivaron con yeso piedra (Elite Model Fast Light Cream de la casa Zhermack®) (Fig.33) para obtener un modelo completo del sujeto.



Fig. 31



Fig. 32

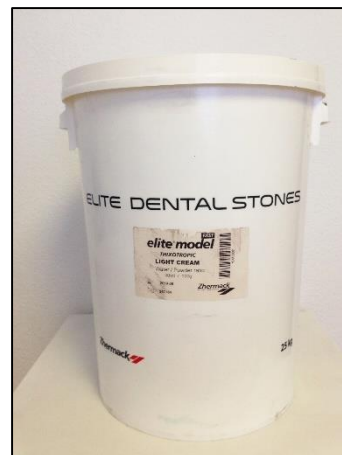


Fig. 33

3.2.1.2. Obtención de modelos superior (Split-Cast) e Inferior

El procedimiento de zocalado del modelo superior es el mismo que para el modelo inferior, pero hay que tener en cuenta que la altura del zócalo sea lo más baja posible (el superior es el de 7 caras) (Fig.34).



Fig. 34

Una vez hecho el modelo zocalado superior se procede a la realización del Split-cast. Consiste en la confección de una placa de escayola que encaja sobre las muescas que hemos obtenido en el modelo zocalado. Para ello sobre el modelo zocalado incorporamos, en su borde, cinta aislante de tal manera que sobresalga aproximadamente 1-2 cm. Pincelamos toda la superficie de escayola del zócalo con separador de escayola o con vaselina líquida y preparamos escayola piedra siguiendo el procedimiento habitual. Incorporamos la escayola sobre el modelo y rellenamos dando un grosor de unos 5-8 mm. Dejamos fraguar el material y una vez fraguado quitamos la cinta aislante y obtendremos el modelo superior con el Split-cast. Podemos recortarlo y asearlo. Si no podemos separar las dos partes del Split-cast, se puede hacer incorporando el modelo en agua muy caliente. La separación entre las partes del Split-cast debe ser mínima, apenas apreciable, sin solución de continuidad. Si existiera un espacio o basculación entre ambas partes, habría que repetir la sistemática de elaboración.

Transferencia de los modelos al articulador:

Los modelos obtenidos se transfirieron a un articulador semiajustable no arcón Dentatus (Dentatus Type ARL, Stockholm, Sweden) mediante el arco facial correspondiente (arco facial Dentatus tipo AEB) y en referencia al plano de Frankfurt.

Para fijar ambos modelos al articulador se utilizó yeso para articular blanco (de la casa Ernst Hinrichs® Goslar Germany) (Fig.35).



Fig.35

3.2.1.3. Desarrollo de la toma con arco facial dentatus

Para poder transferir la posición del modelo maxilar superior con respecto al resto de estructuras cráneo-faciales se hace necesaria la utilización del arco facial.

En el caso del arco facial Dentatus, primero se obtuvo una huella de las cúspides oclusales sobre la horquilla de montaje. Se adaptaron dos capas de cera Moyco® en la parte superior de la horquilla y una capa en la inferior. En la parte anteroinferior se pueden aplicar varias capas de cera para hacer que el paciente muerda sobre ellas, sólo con los incisivos y facilitar la sujeción de la horquilla, pero sin servir nunca de mordida.

Calentamos la cera en el calentador de agua a 56°C y llevamos la horquilla a la boca del paciente, de forma que su mango esté en el lado derecho y orientado ligeramente divergente del plano medio sagital para que no choque con la platina ni con el puntero incisal cuando se levante en el articulador, ejerciendo una presión ligera contra los dientes de la arcada superior, siendo suficiente la obtención de las huellas de las puntas de las cúspides. Se procuró que la barra anterior de la horquilla estuviera perfectamente alineada a la línea media, llevando cuidado de no bascular la horquilla para evitar huellas más profundas en uno que en otro lado.

Se retiró la horquilla de mordida, comprobando que las huellas de las cúspides sobre la cera superior no la perforaran nunca, que por la presión los dientes no contactaran con la parte metálica de la horquilla, es decir no debiendo verse el metal de la horquilla y que

las huellas fueran muy claras y sin deslizamientos, de lo contrario los registros resultarían alterados y se producirían errores en el montaje del articulador.

Se enfrió la cera de la horquilla en agua con hielo y se colocó el modelo superior de escayola sobre las huellas, verificando que encajara perfectamente sin que basculara, permaneciendo siempre estable.

Una vez tomada y enfriada la huella superior, se calentó la cara inferior de la horquilla (el suplemento de cera), recolocándolo el operador en boca, no el paciente, y haciéndole cerrar ligeramente al paciente para que marcara las huellas de los incisivos inferiores. Da igual la posición de la mandíbula, pues no es un registro, sólo es un apoyo. Se enfrió y comprobó.

Para fijar las referencias posteriores del arco facial Dentatus se utilizó una referencia posterior (la proyección estándar del eje) que marcamos en ambos lados de la cara del paciente participante. Este punto está situado 13 milímetros por delante del trago en la línea que une su borde posterior con la comisura del ojo.

Por otra parte, marcamos una referencia anterior para obtener así el plano de referencia del arco facial. La referencia anterior está situada sobre el punto suborbitario del lado izquierdo del paciente, que es el coincidente entre el reborde suborbitario y una línea perpendicular que pasa por la pupila.

El siguiente paso fué el centrado del arco facial. El paciente, para ello, debe estar situado con su tronco en posición perpendicular al suelo, y la cabeza con el plano de Frankfurt paralela al suelo. Se fijó la regleta condilar de un lado del arco facial a 7 mm, y se apoyó justamente sobre uno de los puntos de referencia posteriores marcados en la piel, sin hacer presión. En el otro lado, se deslizó la regleta condilar hasta que contactó con el punto dibujado en aquel lado, y se efectuó la medición de la regleta condilar. Sumamos las dos cifras, y el resultado se dividió entre dos. La cifra resultante es el valor que hay que fijar a cada lado en las regletas condilares. Retiramos el arco.

Introducimos la horquilla de nuevo en la boca y se estabilizó con los dientes anteroinferiores del paciente, sujetando mediante las huellas marcadas en la cara inferior de la horquilla con una ligera presión de cierre.

Insertamos de nuevo el arco facial ajustando las regletas condilares, y nos ayudamos de un segundo operador para sujetar el arco sin movimiento ni distorsión para no alterar las mediciones por posible desplazamiento condilar y apretamos el tornillo que sujeta el arco a la horquilla. Se fijó el puntero infraorbitario del arco facial con el punto suborbitario marcado en el paciente. Comprobamos la correcta posición y estabilidad del arco facial fijando todos los tornillos. Aflojamos las regletas condilares, el paciente abre la boca, y procedemos a retirar el arco para emplearlo a continuación en el montaje del modelo superior en el articulador.

3.2.1.1. Montaje del modelo superior en el articulador

Antes de empezar el montaje del modelo superior lo primero que hicimos fué preparar el articulador Dentatus ARL. Ajustamos el articulador a la posición arbitraria de partida estándar, que fué la que sigue: Ángulo de inclinación de la trayectoria condilar (pendiente condilar) a 40° (Fig.36), ángulo de Bennett a 20° (Fig.37), las bolas condilares deben estar fijadas comprobando que el tornillo tope de céntrica estuviera a 0 y puntero incisal a 0 (Fig.38).



Fig. 36 (ITC 40°)



Fig. 37 (Angulo Bennett 20°)



Fig. 38 (Puntero incisal a 0)

Se dispuso la platina de montaje sobre la rama del articulador. Una vez preparado el articulador, colocamos el arco facial.

Trasladamos el arco facial con la horquilla en donde se realizaron las huellas del maxilar superior al articulador, se aseguró el arco facial a la rama superior del articulador introduciendo cada una de las regletas condilares a los salientes metálicos prolongación del eje del articulador dispuestos para ello, manteniendo el centrado del arco facial. La rama superior de éste se situó a una altura tal que la platina suborbitaria estuviera en ligero contacto con el puntero infraorbitario y fijamos la posición. Inmediatamente colocamos bajo la horquilla de mordida un soporte que impidiera que la estructura se venciara con el peso del modelo superior o por el propio acto de manipulación del articulador. El soporte se fijó a la horquilla con escayola de fraguado rápido.

Colocamos el modelo sobre la horquilla de mordida sobre sus huellas en cera. Humedecemos la base del modelo tras hacerle unas muescas y lo fijamos al articulador utilizando yeso para articular blanco (de la casa Ernst Hinrichs® Goslar Germany) de fraguado rápido (Fig.35) y cerrando la rama superior comprobando que no existieran desajustes. No debe de haber deformación (pandeo) de la horquilla. Es importante mantener esta posición hasta el completo fraguado de la escayola. Antes de que la

escayola iniciara el fraguado, eliminamos los restos sobrantes y alisamos los bordes con una espátula.

Cuando la fase de fraguado hubo concluido, se retiró el arco facial y el aditamento de soporte.

3.2.1.5. Técnica de registro de la relación céntrica

En este momento podemos montar en el articulador el modelo inferior. El montaje se realizará en relación céntrica.

Para conseguir que la toma de la relación intermaxilar en posición de relación céntrica sea lo más exacta posible existen varios métodos para relajar la musculatura masticatoria. Se puede emplear el jig de Lucia o la maniobra de Ramfjord.

Construcción del jig de Lucia:

El jig incisal o jig de Lucia (Dr. V.O. Lucia, 1964) es el desprogramador anterior. Se dispondrá una capa suficiente de vaselina sobre los cuatro incisivos superiores para evitar que el material utilizado se pegue. A continuación se mezcla resina autopolimerizable (Duralay) en cantidad similar a una bolita de unos 2 centímetros de diámetro. Una vez tenga una textura no pegajosa (untar los dedos con separador) se aplica sobre el borde incisal y cara palatina de los dos incisivos centrales superiores y se aplana ligeramente con una espátula (la de batir escayola, por ejemplo) aproximadamente a 45°. Seguidamente, se lleva al paciente a cerrar sus arcadas en posición de relación céntrica (maniobra de Ramfjord). El objetivo es marcar las huellas (sin perforar la resina) de los incisivos inferiores sobre la superficie de resina aún blanda sin llegar a ocluir del todo, sino dejando entre 1 y 3 milímetros de espacio. Lo mínimamente suficiente para conseguir la disoclusión de los dientes posteriores. Mientras la resina va endureciendo se practican maniobras de retirada y recolocación de la pieza para evitar su atrapamiento por contracción y quemaduras por la reacción exotérmica de fraguado.

Una vez completamente fraguado, se elimina la resina que pueda interferir en los movimientos hacia protrusiva-retrusiva, facilitando que el paciente vaya a una relación céntrica fisiológica, no forzada. Se adelgazará lo necesario hasta que el grosor sea el mínimo que permita la no existencia de contactos posteriores.

Para la toma de registros de R.C. prepararemos la cera Moyco® en pequeños bloques de mordida, de dos o tres espesores y que cubran las superficies oclusales de los dientes posteriores, con una extensión desde los premolares hasta el inicio del segundo molar (no hace falta que sean más grandes) y ligeramente más anchas que la cara vestibular de los dientes posteriores. Se colocará en posición el jig y se aplicará la cera en estado plástico. El paciente morderá suavemente en la posición que le guía el jig.

Maniobra de Ramfjord:

Como optativa a la utilización del jig de Lucia, podemos utilizar la maniobra de Ramfjord, es decir la de manipulación del mentón. Es la que hemos empleado en nuestro estudio.

Para ello utilizaremos una plancha de cera del mismo tipo que la usada para la horquilla de mordida del arco facial. Esta plancha se calienta en agua y se dobla dos veces sobre sí misma, resultando así un grosor de tres capas y una anchura de aproximadamente 5 mm. No debe ser más gruesa para evitar que el paciente desplace la mandíbula de manera refleja. Se corta la tira para separarla del resto de la plancha, y la dividimos en dos partes, obteniendo de esta manera dos porciones de cera que servirán para tomar el registro de la relación céntrica en ambos lados. Se repetirá este proceso dos veces más, hasta obtener un total de 6 porciones de cera.

Antes de tomar el registro, el paciente, que estará sentado, debe ser adiestrado varias veces para conseguir la relación de registro adecuada. Se le informará de lo que se quiere obtener y se ensayará dicha posición. Conseguido esto, se introducen las porciones de cera en agua caliente, concretamente a 56°C durante 30 segundos, para que las ceras adquieran la plasticidad necesaria. Las porciones de cera se colocan en las caras oclusales de los premolares y molares inferiores, una a cada lado, y se deformarán haciendo presión con los dedos en sentido vestíbulo-lingual para que se eleve en el centro.

La mandíbula del paciente debe ser guiada hacia atrás con los dedos índice y pulgar del operador, y tras realizar algunos desplazamientos de ensayo, con dos o tres movimientos rápidos se pondrán en contacto los dientes superiores con la cera, quedando marcadas una huellas poco profundas, aunque suficientemente claras para poder relacionar el modelo superior con el inferior. El registro no será válido si, además de esta condición, la cera queda perforada o bien en las huellas queda marcado algún desplazamiento de la mandíbula al cerrarla.

El hecho de querer conseguir unas huellas poco profundas responde a que las zonas que se reproducen con mayor exactitud en los modelos son las cúspides, y por ello es más fácil colocar los modelos sobre la cera con menos posibilidades de error. Tras la toma del registro, éste se mantendrá en agua muy fría para que no se deforme y será numerado para evitar que se confunda con los siguientes registros de cera. Asimismo se repetirán los registros de relación céntrica dos veces más, lo que nos permitirá comprobar posteriormente si el primer registro se ha realizado correctamente.

Se debe tener especial cuidado al calentar las ceras de mordida, pues un agua demasiado caliente provoca la fusión de la cera. Si el calentador de agua tiene cera fundida en superficie se obtendrán ceras de mordida de aspecto escamoso y de mínima calidad.

3.2.1.6. Montaje del modelo inferior en el articulador

El modelo inferior se monta en Relación Céntrica con uno de los tres registros tomados; con los otros dos se comprueba la fiabilidad de la RC por la aceptación del split-cast superior.

Así, para compensar el grosor de la cera, el puntero incisal lo situamos a una medida de +5 mm. Colocamos la platina de montaje del modelo inferior y comprobamos que las bolas condilares están en contacto con el tope de céntrica y que los tornillos fijadores de céntrica están apretados. Abrimos la rama superior del articulador hasta que el vástago de trabajo atornillado en su porción anterior toca la mesa de trabajo. Este vástago nos va a dar comodidad y estabilidad para montar el modelo inferior.

Seguidamente colocamos un registro de cera de la relación céntrica en el modelo inferior, se sitúa sobre el modelo superior comprobando su estabilidad y se sujeta firmemente con ambas manos. Antes de fijar el modelo a la platina de montaje es necesario verificar que al cerrar el articulador éstos no contacten y quede suficiente espacio para la escayola.

Retiramos en ese momento los registros de cera y pasamos a verificar que el montaje del modelo inferior en relación céntrica se ha realizado correctamente.

3.2.1.7. Comprobación del montaje

Retiramos el puntero incisal. Se aflojan los tornillos fijadores de céntrica para que las bolas condilares se puedan mover libremente a través de las rieleras cilíndricas. Sobre el modelo

inferior se coloca otro de los tres registros tomados anteriormente y se sitúa el modelo superior sobre las huellas de las porciones de cera comprobando su estabilidad. La toma de la relación céntrica es correcta cuando después de haber realizado esta operación, las bolas condilares se mantienen en contacto con el tope de céntrica, lo que indica que no hay desplazamiento de la mandíbula.

Ahora bien, puede ocurrir que al colocar el registro de comprobación e intentar hacer coincidir las cúspides superiores con las inferiores cerrando la rama superior del articulador, sea imposible esta operación debido a que este registro se haya realizado con la mandíbula situada más posteriormente respecto al modelo superior que en el registro de montaje, con lo cual el tope de céntrica impide el desplazamiento anterior de la rama superior del articulador y no pueden coincidir las huellas de la cera. En este caso, se debe montar de nuevo el modelo inferior utilizando este último registro. Después se tendrá que comprobar de la misma manera con otro registro.

En el caso de que al colocar el registro de comprobación y cerrar la rama superior del articulador las bolas condilares se separen del tope de céntrica, ese registro no será válido y posteriormente procederemos a realizar la misma operación con el tercer y último registro de céntrica.

Sólo estará bien tomada la relación céntrica si las bolas condilares tocan con el tope de céntrica en al menos uno de los dos registros de comprobación, a la vez que los modelos superior e inferior ocluyen claramente con ese registro. En caso contrario, la toma de céntrica será considerada incorrecta y habrá que repetir el montaje del montaje inferior, con nuevos registros de céntrica.

3.2.1.8. Ajuste de la pendiente condilar:

Hacemos en el articulador una protusiva de 5 mm. Marcamos en el paciente las referencias del modelo y procedemos a tomar un registro de cera en una posición protrusiva de la mandíbula. Así, se calienta la cera a 56°C, teniendo en cuenta que debe doblarse sobre sí misma dos veces para obtener un grosor de tres capas (y así permitir que se marquen las huellas de los molares pese a la disoclusión posterior debida al fenómeno de Christensen). Se introduce y adapta en los premolares y molares inferiores y guiamos al paciente a cerrar la mandíbula en protrusiva, para posteriormente enfriar los registros en agua muy fría. Llevaremos los mismos al articulador, se ponen los registros de protusiva entre los

modelos, colocando los tornillos micrométricos de protusiva a 0. Medimos con esos tornillos la longitud de la protusiva, considerándola válida, entre 3 y 7 mm de protusiva (entre ambos lados no debe haber una diferencia mayor de 1,5 mm). Se cierra la rama superior y se movilizan los aros internos de los complejos condilares hasta conseguir una oclusión precisa entre el modelo superior y la cera situada sobre el modelo inferior. Sujetando los modelos, desplazamos el tornillo de la inclinación de la trayectoria hasta obtener el valor mínimo en la escala antes de que comiencen a desplazarse los modelos. Así se procede con ambos lados.

3.2.1.9. Ajuste del ángulo de Bennett

El ajuste del ángulo de Bennett requiere el registro de las posiciones de lateralidad derecha e izquierda. Para el ángulo del lado derecho el paciente debe realizar una lateralidad izquierda y viceversa.

Hacemos en el articulador una lateralidad pura derecha e izquierda de 3 a 7 mm (sin desplazamiento de céntrica del cóndilo de trabajo). Marcamos en el paciente la forma de lateralidad que hace.

Tomamos los registros de lateralidad con cera (primero el derecho y luego el izquierdo) intentando reproducir la posición obtenida en el articulador.

Se colocan los registros de lateralidad derecha entre los modelos.

Se mide el desplazamiento del cóndilo de N.T (considerándose válido entre 3 y 7mm)

Se aflojan los tornillos del A. de Bennett de N.T

Con el registro de lateralidad de un lado se lleva el modelo superior sobre las ceras y se moviliza el pilar condilar del lado correspondiente hasta que toque el hombro del eje del articulador con la esfera condilar.

Igualmente se procede con el registro de la otra lateralidad.

Así obtenemos el registro del ángulo de Bennett del paciente de cada lado.

También es posible determinar el ángulo de Bennett partiendo del valor del ángulo de inclinación de la trayectoria condilar aplicando las fórmulas de Hanau y la de Forcén.

La fórmula de Hanau consiste en dividir la pendiente condilar entre 8 y a ese número sumarle 12°.

La fórmula de Forcén, por su parte resulta de dividir la pendiente condilar entre 6 y a ese número sumarle 18°.

Aunque nosotros lo determinamos mediante las ceras según la técnica anteriormente descrita.

Se anotaron los valores obtenidos de ITC y ángulo de Bennett y se guardaron para su posterior comparación con los obtenidos mediante pantografía. (Anexo 8.3)

3.2.1.10. Desarrollo de la toma con el pantógrafo ARCUS® digma

El otro arco con el que realizamos nuestro estudio comparativo es el ARCUS® digma (KaVo elektrotechnisches, Werk, GMBH, Leutkirch, Germany). El método empleado ha seguido las instrucciones de uso del fabricante. Primero se colocó apoyando posteriormente las almohadillas en la zona superoposterior del pabellón auditivo externo del paciente y ajustando anteriormente el apoyo nasal en la zona del nasión. Para terminar de estabilizarlo se ajusta la cinta elástica en la zona del occipucio. El receptor y el emisor se adaptan mediante un sistema magnético tanto a las horquillas como al arco facial.

Con la horquilla superior se tomaron las huellas de la arcada maxilar. Para nuestro estudio utilizamos silicona de adición de consistencia pesada, Normosil® putty (Normon SA), siguiendo la metodología de otros estudios. (22,102)

Existen dos opciones a la hora de adherir la horquilla mandibular a la arcada inferior:

- El método indirecto, que consiste en realizar férulas deacrílico con resina fotopolimerizable o autopolimerizable en el modelo inferior adaptándolas a las caras vestibulares y comprobando que no produzcan interferencias oclusales ni en posición estática ni dinámica. Cada férula lleva en su interior una horquilla metálica inferior y se adhiere a la arcada del paciente con cemento provisional.
- La segunda opción, que fué la utilizada en todos los casos, es el método directo. Éste consiste en adherir la horquilla directamente a las caras vestibulares de los dientes mandibulares. Los fabricantes aconsejan utilizar Structur 2 SC® (VOCO America, Inc.) por su facilidad de uso, su buena adhesión y su fácil retirada de la boca del paciente (Fig.39,40).



Fig. 39



Fig. 40

Los registros cinemáticos efectuados con el arco facial ultrasónico se realizaron en todos los pacientes de la misma manera.

En primer lugar se preparó el aparato de control conectándolo a la red y acoplando cada conector en su lugar (sensores, conmutador de pie)

El participante se sentó en el sillón dental con el respaldo recto. Se registraron las huellas de la arcada superior mediante silicona de adición (Normosil putty® de Normon), mezclando las dos pastas en proporción 1:1 durante 30 seg tal y como indica el fabricante, y aplicándola en la horquilla metálica teniendo en cuenta que los números 1 y 2 que vienen en el mango de la horquilla mirasen hacia arriba. La colocación de la horquilla en la boca se realizó de manera cuidadosa centrando la línea media facial con el mango de la horquilla, realizando un sólo movimiento vertical de inserción para evitar arrastres y con una presión controlada para evitar perforar las huellas dentales. Después del fraguado se comprobó que la toma del registro era válida, descartando medidas arrastradas y huellas perforadas. Se colocó el arco facial apoyando las almohadillas por detrás del pabellón auditivo, el dispositivo estabilizador anterior en Nasión, y para terminar de fijarlo se ajustó la tira elástica en el occipucio. Nuevamente se introdujo la horquilla superior en boca y esta vez se adaptó a la horquilla el sensor emisor y al arco facial el receptor. De las tres opciones que nos muestra la pantalla del aparato (Function Analysis, Articulator Adjustment y EPA test), en este estudio trabajamos con la primera de ellas (Function Analysis) que es la que nos permite obtener el valor de la inclinación de la trayectoria condilar y del ángulo de Bennett.

El aparato tiene pantalla de TFT táctil para seleccionar las distintas opciones que tenemos a lo largo del programa. Sin embargo, nos resultó más práctico utilizar el conmutador de pie que evitó la necesidad de contar con un colaborador que manejara el aparato. De esta manera el mismo operador que tomaba los registros en el paciente seleccionaba las opciones que aparecían en la pantalla.

Tras seleccionar la opción “Function Analysis” seguimos los pasos que automáticamente nos indica el aparato. El primer paso (“Model Position”) es necesario para establecer la posición de los modelos. Una vez seleccionado este campo el aparato nos indica que procedamos a grabar la posición del modelo superior. Antes de presionar el conmutador

de pie comprobamos que el arco facial no se ha movido de su sitio y que las huellas de la silicona están posicionadas correctamente teniendo bien acoplado emisor y receptor. Una vez registrada la posición del modelo superior, el aparato solicita que se posicione el modelo inferior. Para esto, quitamos la horquilla superior y procedimos a preparar la horquilla inferior.

Antes de adherir la horquilla a la arcada inferior se preadaptó a la morfología de la arcada. Manteniendo el campo seco se aplicó Structur 2 SC (VOCO America, Inc.) sobre las caras vestibulares y sobre el interior de la horquilla. Se posicionó la horquilla y se le indicó al participante que cerrase con el fin de comprobar que no se producía ninguna interferencia con la parte metálica de la horquilla. Comprobado esto, se le indicó que volviera a abrir para evitar que el material se adheriese también a la arcada superior. Se mantuvo presionada la horquilla contra las caras vestibulares hasta que pasó el tiempo de trabajo y el de fraguado del material estimados por el fabricante en 30 seg y 40-70 seg respectivamente. Antes de continuar con el programa, con ayuda de espejo y sonda de exploración, se retiraron restos de resina adheridos a los dientes de la arcada superior y se retocó el material con fresa de bellota de aro rojo con irrigación en aquellas zonas donde se detectaron interferencias.

Finalizados los ajustes adaptamos el emisor de ultrasonidos a la horquilla e indicando al paciente que cerrase en máxima intercuspidadación se accionó el conmutador.

El análisis funcional realizado con los pacientes consistió en el registro de los siguientes movimientos mandibulares:

- movimiento de protrusiva: se grabaron tres movimientos separados en el tiempo e independiente unos de otros desde máxima intercuspidadación a máxima protrusión. Con ello obtuvimos los valores de la ITC derecha e izquierda. Todos los movimientos partieron y finalizaron de máxima intercuspidadación.

- movimiento bordeante contactante de laterotrusión: se grabaron tres lateralidades separadas en el tiempo, primero hacia el lado derecho y luego hacia el izquierdo para obtener el ángulo de Bennett de ambos lados. Estos movimientos partieron desde máxima intercuspidadación.

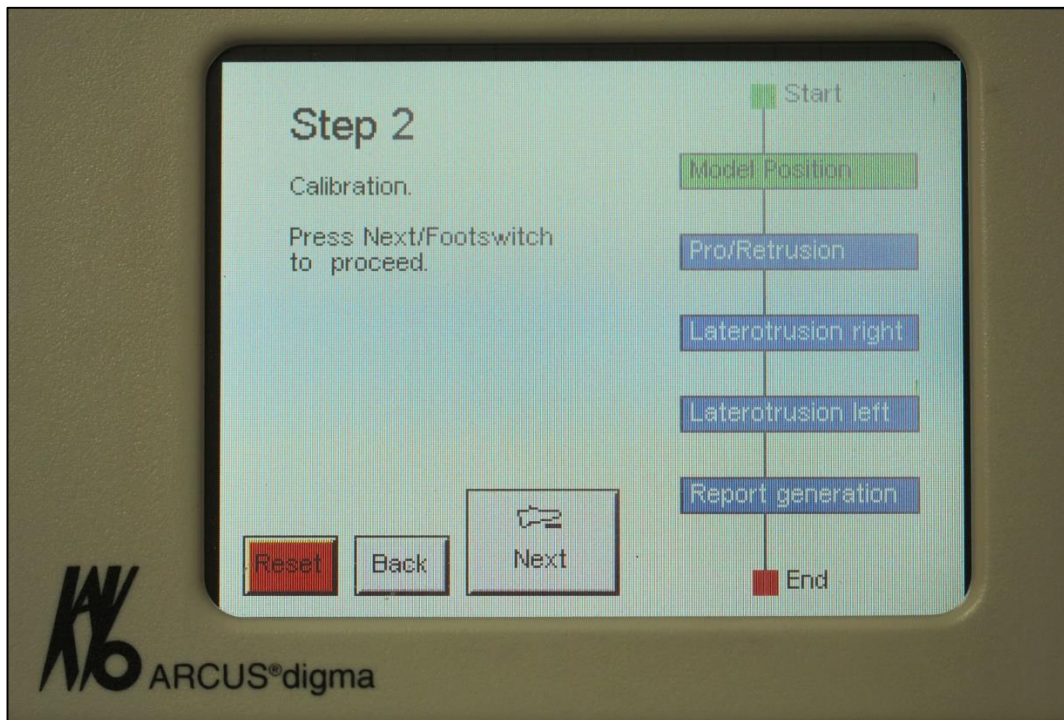


Fig. 41

Todos los participantes fueron instruidos y practicaron previamente los movimientos requeridos de forma que los realizaran a una velocidad constante aproximada de un movimiento completo cada dos segundos y de manera continua y simétrica cuando así lo requería el movimiento (protrusiva y lateralidades derecha e izquierda). Antes de grabar el movimiento se le explicó al paciente como debía realizarlo y se ensayó hasta que conseguía ejecutarlo correctamente. Una vez fueron registrados todos los datos se quitó la horquilla inferior y se eliminaron manualmente los posibles restos de material con la ayuda de una sonda de exploración. El material se limpió, se desinfectó y se embolsó para su correcta esterilización. (69,127,22)

Los datos de cada paciente se anotaron en una hoja de registro (Anexo 8.3).

3.2.2 RECURSOS EMPLEADOS

3.2.2.1. Recursos humanos

El presente estudio ha sido llevado a cabo por un investigador para realizar la exploración clínica de los pacientes, y las historias médicas. El mismo investigador realizó las impresiones, vaciados y obtención de modelos, montaje en articulador, toma con el ARCUSdigma, y registro de las mediciones. Un segundo investigador, siempre el mismo, colaboró en la estabilización del arco dentatus durante las tomas con dicho arco facial convencional. Y un profesional estadístico nos ayudó en la valoración y obtención de los datos estadísticos.

3.2.2.2. Recursos físicos

A continuación se enumera el material empleado para desarrollar este estudio organizado en función de las distintas fases del mismo:

Material empleado en la aceptación del paciente en participar en el estudio

- Hoja de consentimiento informado en papel tamaño DINA-4 (Anexo 8.1)
- Hoja de protección de datos en papel tamaño DINA- 4 (Anexo 8.2)
- Bolígrafos

Material empleado en la exploración clínica dental

- Sillón dental
- Guantes y mascarillas
- Espejo y sonda de exploración
- Calibrador digital pie de rey de la casa Mestra®

Material empleado en la toma de impresiones, obtención de los modelos, toma de arco facial Dentatus, transferencia de los modelos al articulador y toma de registros con el ARCUS digma :

- Sillón dental
- Guantes y mascarillas
- Espejo y sonda de exploración
- Cubetas metálicas prefabricadas estandarizadas para sujetos dentados (ASA Dental, Italy)
- Alginato (Cavex Cream Alginate de la casa Cavex Holland B.V. of Haarlem,

The Netherlands)

- Tazón y espátula para alginato
- Yeso piedra (Elite Model Fast Light Cream de la casa Zhermack)
- Tazón y espátula para yeso
- Modelos de estudio obtenidos
- Arco facial Dentatus
- Calentador de agua
- Cera Moyco
- Rotuladores indelebles
- Lápiz de grafito de punta fina
- Articulador semiajustable Dentatus
- Yeso articular de montaje o fraguado rápido blanco (de la casa Ernst Hinrichs® Goslar Germany).
- ARCUSdigma
- Silicona de adición consistencia pesada, Normosil® putty (Normon SA)
- Resina Structur 2 SC de la casa Voco

3.2.2.3. Recursos informáticos

Ordenador portátil HP Pavilion con sistema operativo Windows 10.

Se utilizaron los programas informáticos de Microsoft Word y Excel.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS (v. 23) para Windows.

3.2.2.4 Recursos bibliográficos

Para la recopilación de datos e información sobre el tema cuyo estudio ocupa el presente trabajo, se ha realizado una revisión bibliográfica de libros de texto, revistas y ediciones electrónicas, seleccionando los artículos más recientes publicados al respecto.

🔗 Bibliotecas consultadas:

Biblioteca Universitat Internacional de Catalunya (acceso on line por colegiado ICOEV)

Biblioteca del Campus de Ciencias de la Salud de la Universidad Rey Juan Carlos.

🔗 Bases de datos online:

- x Pubmed
- x Medline
- x dialnet unirioja (Universidad de la Rioja)

Son un sistema informático de análisis y recuperación de literatura biomédica que permite buscar artículos mediante palabras clave o por datos de suficiente entidad como pueden ser: el año de publicación, el nombre de la revista, el nombre del autor o autores, etc. Las palabras clave (Keys words) empleadas en nuestra búsqueda fueron:

- Arcusdigma
- Condylar Inclination
- Bennett Angle
- Protrusive movement
- Temporomandibular Joint
- Mandibular movement
- Clinical and instrumental measurements
- Mandibular movement recordings
- Ultrasonic jaw device
- Axiography
- Panthography

Así como las posibles combinaciones entre ellas.

📖 **Libros consultados:**

Se consultaron libros de texto que proporcionaron una visión general de algunos aspectos relacionados con el tema de este trabajo:

“Atlas de análisis oclusal” de Lauritzen AG 1ª edición, publicado en 1977 por la editorial H-F Martínez de Murguía Editores.

“Tratamiento de oclusión y afecciones Temporomandibulares” por Okesson, publicado en 2003 por la editorial Eselvier.

“Oclusión y diagnóstico en rehabilitación oral” de Alonso AA 1ª edición, publicado en 2004 por la editorial Médica Panamericana.

📖 **Revistas más consultadas:**

- x Journal of Prosthetic Dentistry
- x Am J Orthod Dentofac Orthop
- x Rev Eur Odontoestomatol

- x European Journal of Prosthodontic Restoration
- x International Journal of Prosthodontics

3.3 MÉTODO ESTADÍSTICO

3.3.1 ENTRADA Y GESTIÓN INFORMÁTICA DE LOS DATOS

La entrada en el registro de datos y la gestión informática de los mismos se realizó a través del programa informático SPSS (Statistical Package for Social Science) para Windows (versión 23), importando previamente los datos desde una base de datos en Microsoft Excel. (128)

3.3.2 ESTRATEGIA DE ANÁLISIS DE DATOS

El análisis estadístico consistió en dos partes:

a- Análisis descriptivo

La estadística descriptiva resume en forma de tablas y gráficos la información obtenida con los registros con ambos arcos. Se ha realizado una tabla de frecuencias y porcentajes (válidos y acumulados) para cada variable, además de obtener las medidas de centralidad (media, mediana) y dispersión de las variables correspondientes al empleo del Arco Dentatus y Arcus Digma.

b- Estudio analítico

En primer lugar se ha realizado la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar qué variables pueden considerarse normales. Posteriormente se ha realizado una comparación de medias (T-Student para estudios paramétricos, Wilcoxon en el caso de estudios no paramétricos) para verificar si existían diferencias en las medidas de “Arco Dentatus” y “Arcus Digma”.

Posteriormente se ha realizado un estudio de las medidas clasificando por sexos y por grupos de edad, para estudiar si existen diferencias en las medidas realizadas. En el caso del estudio por sexos bastó una comparación de medias para 2 muestras independientes, mientras que para los grupos de edad se realizó un estudio ANOVA.

Por último, se ha querido estudiar si existen diferencias entre estos mismos grupos (sexo, edad) en cuanto a la diferencia de medidas en los aparatos. Para ello se ha realizado una segmentación previa (por sexo en primer lugar, por grupos de edad para el segundo caso) de los datos, y por último se ha realizado el mismo estudio que en el primer apartado del estudio analítico (comparación de medias, T-Student o Wilcoxon según se trate de variables normales o no). (129,130)

3.4 ASPECTOS LEGALES

A todos los integrantes de la muestra final se les pasó un consentimiento informado (Anexo 8.1), así como una hoja para la protección de datos (Anexo 8.2) para su inclusión en el estudio.

RESULTADOS

4. RESULTADOS

RESULTADOS										
PARTICIPANTES			Arco Dentatus		Arco Dentatus		Arcus Digma		Arcus Digma	
Nº	SEXO	EDAD	ITC Der	ITC Izq	B Der	B Izq	ITC Der	ITC Izq	B Der	B Izq
1	H	20	19	15	11	10	22,3	15,3	8,9	8,1
2	H	18	25	30	14	9	22,3	28,6	17,7	11
3	H	55	14	20	4	8	16,1	23,2	4	6,5
4	M	52	18	21	5	5	19,6	20,3	5,1	5,6
5	H	18	25	30	6	12	22,8	28,6	4,7	10,9
6	H	26	12	14	11	4	17,2	18,8	14,9	4
7	H	19	19	15	5	6	17,3	16,7	6,9	7,5
8	H	33	20	23	19	15	31,5	35,7	16	11
9	M	18	30	26	15	4	27,9	19,3	17,2	4
10	M	45	20	8	14	6	25,4	4,5	10,9	4
11	M	26	30	21	5	6	27,4	18,9	4	5,9
12	M	18	29	25	4	10	35,2	30,4	4	7,9
13	M	43	32	26	5	9	37,1	35,7	7,8	11,2
14	H	18	30	28	15	7	34,3	32,3	17,6	6,4
15	M	29	27	32	5	7	29,4	36,8	4,7	6,3
16	M	37	20	16	10	12	20,5	23,2	8,7	7,9
17	H	38	15	20	7	6	16	17,5	12,3	18,1
18	M	35	17	13	6	5	16,5	13,8	7,3	6,1
19	H	35	18	26	7	5	22,1	28,4	8,1	4,7
20	M	23	15	14	12	7	16,2	12,8	14,2	5,9
21	M	30	25	28	12	6	22,2	25,4	12,3	5,4
22	M	25	15	21	11	16	16,2	20,1	10,3	18,3
23	H	32	21	16	16	19	21,9	13,2	12,5	13,7
24	M	36	28	33	7	5	24,2	30,7	5,1	8,4
25	M	42	5	11	28	35	31,7	13,8	21,9	10,6
26	M	39	16	22	6	6	16,9	18,2	13,9	7,8
27	H	63	27	13	5	7	21,8	12,3	8,9	8,3
28	M	56	10	15	5	10	15,8	17	8,2	6,6
29	M	39	14	17	10	7	14,2	9,7	12,3	5,6
30	H	63	23	18	16	19	16,7	15,3	10,4	19,2

4.1 DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

4.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR EDAD

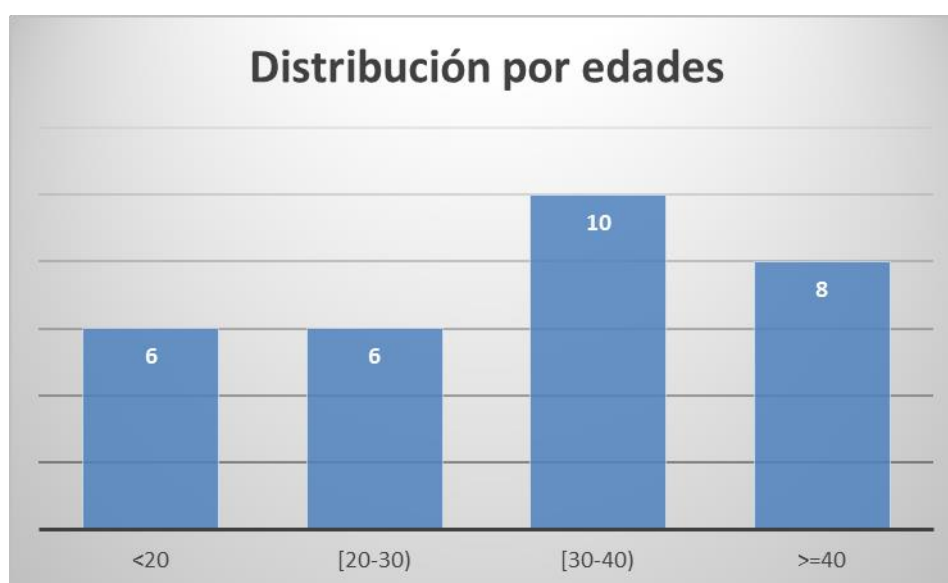
La muestra encuestada es de treinta voluntarios, con una media de edad de 34.37 años, y un rango comprendido entre 18 y 63 años. La desviación típica es de 13,584 años.

Se ha clasificado la muestra en 4 grupos de edad, cuyas frecuencias y porcentajes se muestran a continuación:

Tabla 1: Grupos de Edad

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido <20	6	20,0	20,0	20,0
[20-30)	6	20,0	20,0	40,0
[30-40)	10	33,3	33,3	73,3
>=40	8	26,7	26,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Gráfico 1: Distribución de la muestra por edad



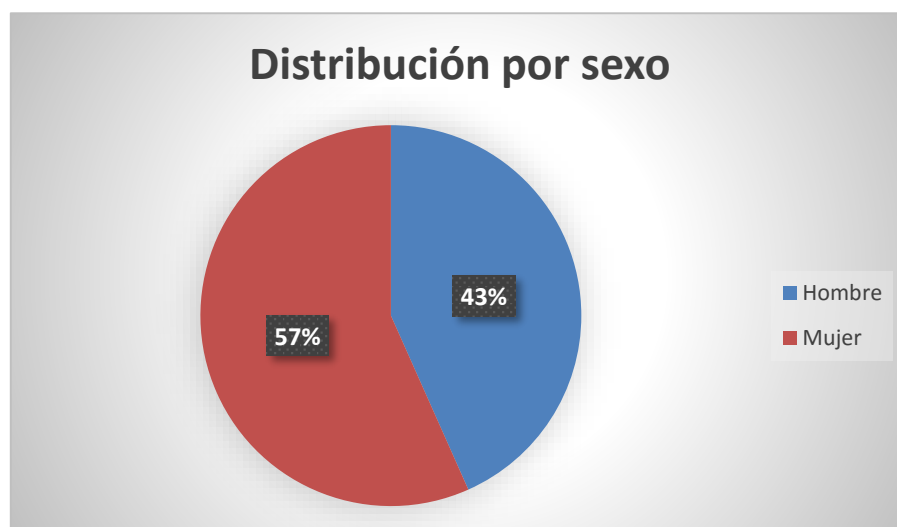
4.1.2 DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR SEXO

De los 30 participantes, el 56,7% de la muestra fueron mujeres (17 de 30) y el 43,3% hombres (13 de 30).

Tabla 2: Sexo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Hombre	13	43,3	43,3	43,3
	Mujer	17	56,7	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Gráfico 2: Distribución de la muestra por sexo



4.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO GENERAL

4.2.1 RESULTADOS OBTENIDOS CON ARCO FACIAL DENTATUS

Los resultados obtenidos tras analizar los datos registrados con el ARCO DENTATUS son detallados a continuación.

Tabla 3: Estadísticos

		Arco Dentatus (ITC Derecho)	Arco Dentatus (ITC Izquierdo)	Arco Dentatus (B Derecho)	Arco Dentatus (B Izquierdo)
N	Válido	30	30	30	30
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	20,63	20,57	9,87	9,43
	Mediana	20,00	20,50	8,50	7,00
	Desviación estándar	6,775	6,683	5,544	6,339
	Rango	27	25	24	31
	Mínimo	5	8	4	4
	Máximo	32	33	28	35

4.2.1.1. Registros gráficos en el movimiento de protrusión

a) Registros gráficos en el cóndilo derecho

El valor de la inclinación de la trayectoria condilar (ITC) obtenido fue de 20,63° con una desviación de $\pm 6,775^\circ$ y un rango entre 5,0° y 32,0°.

Para facilitar la discusión de este estudio, se han dividido los valores de la ITC en una serie de rangos. El rango más frecuente ha sido el de 15-20° con un porcentaje del 30,0%, y el menor el de >30 con un porcentaje del 13,3%.

Tabla 4: Rango de la inclinación de la trayectoria condilar en el cóndilo derecho

Arco Dentatus (ITC Derecho)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<15	5	16,7	16,7	16,7
	[15-20)	9	30,0	30,0	46,7
	[20-25)	5	16,7	16,7	63,3
	[25-30)	7	23,3	23,3	86,7
	>=30	4	13,3	13,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

b) Registros gráficos en el cóndilo izquierdo

El valor de la inclinación de la trayectoria condilar (ITC) obtenido fue de 20,57º con una desviación de $\pm 6,683^\circ$ y un rango entre 8,0º y 33,0º.

Aquí también dividimos la ITC en rangos. En esta ocasión la distribución fue bimodal, siendo los grupos de 15-20º y 20-25º los que mayor porcentaje obtuvieron (23,3% cada uno). El rango de menor porcentaje (un 13,3%) fue el de >30º.

Tabla 5: Rango de la inclinación de la trayectoria condilar en el cóndilo izquierdo

Arco Dentatus (ITC Izquierdo)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<15	6	20,0	20,0	20,0
	[15-20)	7	23,3	23,3	43,3
	[20-25)	7	23,3	23,3	66,7
	[25-30)	6	20,0	20,0	86,7
	>=30	4	13,3	13,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

4.2.1.2. Registros gráficos en el movimiento de lateralidad

a) Registros gráficos en el cóndilo derecho

El valor de la inclinación del ángulo de Bennett obtenido fue de 9,87° con una desviación de $\pm 5,544^\circ$ y un rango entre 4,0° y 28,0°.

Para facilitar la discusión de este estudio, se han dividido los valores del ángulo de Bennett en una serie de rangos. El rango más frecuente ha sido el de 5-10° con un porcentaje del 43,3%, y el menor el de <5 con un porcentaje del 6,7%.

Tabla 6: Rango del ángulo de Bennett en el cóndilo derecho

Arco Dentatus (B Derecho)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	<5	2	6,7	6,7
	[5-10)	13	43,3	50,0
Válido	[10-15)	9	30,0	80,0
	>=15	6	20,0	100,0
	Total	30	100,0	

b) Registros gráficos en el cóndilo izquierdo

El valor de la inclinación del ángulo de Bennett obtenido fue de 9,43° con una desviación de $\pm 6,339^\circ$ y un rango entre 4,0° y 35,0°.

Aquí también dividimos el ángulo de Bennett en rangos. El rango más frecuente ha sido el de 5-10° con un porcentaje del 60,0%, y el menor el de <5 con un porcentaje del 6,7%.

Tabla 7: Rango del ángulo de Bennett en el cóndilo izquierdo

Arco Dentatus (B Izquierdo)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<5	2	6,7	6,7
	[5-10)	18	60,0	66,7
	[10-15)	5	16,7	83,3
	>=15	5	16,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0

4.2.2 RESULTADOS OBTENIDOS CON ARCUS®DIGMA

Los resultados obtenidos tras analizar los datos registrados con ARCUS®digma son detallados a continuación.

Tabla 8: Estadísticos

	Arcus Digma (ITC Derecho)	Arcus Digma (ITC Izquierdo)	Arcus Digma (B Derecho)	Arcus Digma (B Izquierdo)
N	Válido	30	30	30
	Perdidos	0	0	0
Media	22,623	21,217	10,360	8,563
Mediana	22,000	19,100	9,600	7,650
Desviación estándar	6,5314	8,3671	4,7978	4,1512
Rango	22,9	32,3	17,9	15,2
Mínimo	14,2	4,5	4,0	4,0
Máximo	37,1	36,8	21,9	19,2

4.2.2.1 Registros gráficos en el movimiento de protrusión

a) Registros gráficos en el cóndilo derecho

El valor de la inclinación de la trayectoria condilar (ITC) obtenido fue de 22,623° con una desviación de $\pm 6,5314^\circ$ y un rango entre 14,2° y 37,1 °.

Para facilitar la discusión de este estudio, se han dividido los valores de la ITC en una serie de rangos. El rango más frecuente ha sido el de 15-20° con un porcentaje del 36,7%, y el menor el de <15 con un porcentaje del 3,3%.

Tabla 9: Rango de la inclinación de la trayectoria condilar en el cóndilo derecho

Arcus Digma (ITC Derecho)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<15	1	3,3	3,3	3,3
	[15-20)	11	36,7	36,7	40,0
	[20-25)	9	30,0	30,0	70,0
	[25-30)	4	13,3	13,3	83,3
	>=30	5	16,7	16,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

b) Registros gráficos en el cóndilo izquierdo

El valor de la inclinación de la trayectoria condilar (ITC) obtenido fue de 21,217º con una desviación de $\pm 8,3671^\circ$ y un rango entre 4,5º y 36,8º.

Aquí también dividimos la ITC en rangos. El rango más frecuente ha sido el de 15-20º con un porcentaje del 30,0%, y el menor el de >30 con un porcentaje del 20%.

Tabla 10: Rango de la inclinación de la trayectoria condilar en el cóndilo izquierdo

Arcus Digma (ITC Izquierdo)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<15	7	23,3	23,3	23,3
	[15-20)	9	30,0	30,0	53,3
	[20-25)	4	13,3	13,3	66,7
	[25-30)	4	13,3	13,3	80,0
	>=30	6	20,0	20,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

4.2.2.2. Registros gráficos en el movimiento de lateralidad

a) Registros gráficos en el cóndilo derecho

El valor de la inclinación del ángulo de Bennett obtenido fue de $10,360^\circ$ con una desviación de $\pm 4,7978^\circ$ y un rango entre $4,0^\circ$ y $21,9^\circ$.

Para facilitar la discusión de este estudio, se han dividido los valores del ángulo de Bennett en una serie de rangos. El rango más frecuente ha sido bimodal (5-10 $^\circ$ y 10-15 $^\circ$), ambos con un porcentaje del 33,3%, y los menores los correspondientes a <5 y >15 (con un 16,7% cada uno).

Tabla 11: Rango del ángulo de Bennett en el cóndilo derecho

Arcus Digma (B Derecho)				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<5	5	16,7	16,7
	[5-10)	10	33,3	50,0
	[10-15)	10	33,3	83,3
	>=15	5	16,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0

b) Registros gráficos en el cóndilo izquierdo

El valor de la inclinación del ángulo de Bennett obtenido fue de $8,563^\circ$ con una desviación de $\pm 4,1512^\circ$ y un rango entre $4,0^\circ$ y $19,2^\circ$.

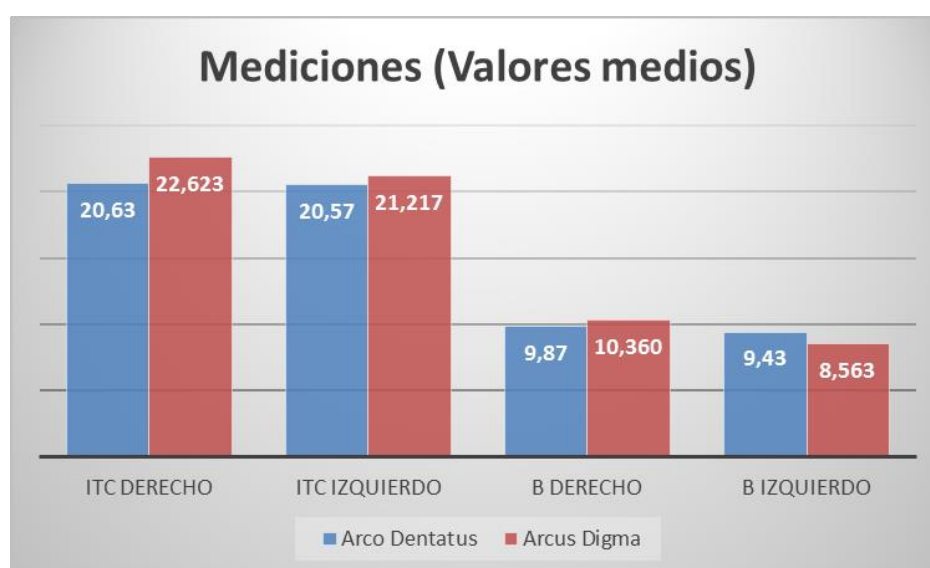
Aquí también dividimos el ángulo de Bennett en rangos. El rango más frecuente ha sido el de 5-10 $^\circ$ con un porcentaje del 56,7%, y el menor el de >15 con un porcentaje del 10%.

Tabla 12: Rango del ángulo de Bennett en el cóndilo izquierdo

Arcus Digma (B Izquierdo)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<5	4	13,3	13,3
	[5-10)	17	56,7	70,0
	[10-15)	6	20,0	90,0
	>=15	3	10,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0

GRÁFICO COMPARATIVO TOTAL



4.2.3. PRUEBA DE NORMALIDAD (KOLMOGOROV-SMIRNOV)

En esta prueba vamos a verificar si las variables correspondientes a las mediciones con Arco Dentatus y Arcus Digma pueden considerarse normales o no.

Las hipótesis nula y alternativa de este estudio son:

- H_0 : La variable se aproxima a una distribución normal
- H_1 : La variable no se aproxima a una distribución normal

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, debemos observar el nivel de significación (valor p). Si dicho valor es $<0,05$, se rechaza la hipótesis nula, mientras que si es $>0,05$ se acepta.

Tabla 13

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra									
	Arco Dentatus (ITC Derecho)	Arco Dentatus (ITC Izquierdo)	Arco Dentatus (B Derecho)	Arco Dentatus (B Izquierdo)	Arcus Digma (ITC Derecho)	Arcus Digma (ITC Izquierdo)	Arcus Digma (B Derecho)	Arcus Digma (B Izquierdo)	
N	30	30	30	30	30	30	30	30	
Parámetros normales ^{ab}	Media	20,63	20,57	9,87	9,43	22,623	21,217	10,360	8,563
	Desviación estándar	6,775	6,683	5,544	6,339	6,5314	8,3671	4,7978	4,1512
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0,107	0,119	0,197	0,231	0,159	0,144	0,120	0,216
	Positivo	0,104	0,119	0,197	0,231	0,159	0,144	0,120	0,216
	Negativo	-0,107	-0,092	-0,145	-0,196	-0,115	-0,105	-0,092	-0,136
Estadístico de prueba	0,107	0,119	0,197	0,231	0,159	0,144	0,120	0,216	
Sig. asintótica (bilateral)	,200 ^{cd}	,200 ^{cd}	,004 ^c	,000 ^c	,051 ^c	,116 ^c	,200 ^{cd}	,001 ^c	

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Observando los valores del nivel de significación, podemos concluir que **todas las variables pueden considerarse normales, a excepción de Arco Dentatus (B Derecho) (P=0,004), Arco Dentatus (B Izquierdo) (P=0,000) y Arcus Digma (B Izquierdo) (P=0,001)**. Por tanto, en los estudios posteriores en los que estén implicadas dichas variables, al no poder considerarse normales, deberán realizarse mediante pruebas no paramétricas.

Puesto que nuestro objetivo es comparar 2 a 2 las mediciones mediante Arco Dentatus y Arcus Digma, realizaremos dichas comparaciones de la siguiente forma:

- ITC Derecho, ITC izquierdo: Pruebas paramétricas
- B Derecho, B Izquierdo: Pruebas no paramétricas

4.3 ESTUDIO DE CORRELACIONES

4.3.1 DIFERENCIA DE MEDIAS (ARCO DENTATUS – ARCUS DIGMA)

En este apartado vamos a realizar el estudio de la comparación de medidas entre ambos aparatos (Arco Dentatus y Arcus Digma).

En primer lugar calculamos las diferencias de medidas para ITC Derecho e ITC Izquierdo, mediante una prueba paramétrica de diferencia de medias T-Student para 2 muestras relacionadas (ya que las medidas se realizan sobre la misma persona). La prueba es paramétrica ya que las 4 variables implicadas pueden considerarse normales (como se ha comprobado en el anterior apartado). En las 2 comparaciones que vamos a realizar las hipótesis nula y alternativa del contraste son las siguientes:

- H_0 : No hay diferencia de medias entre la pareja de variables estudiada
- H_1 : Existe diferencia entre las medias de cada variable

Para decidir si aceptar o rechazar la hipótesis nula, acudiremos al valor de la significación asintótica (valor p). Como en el anterior apartado, si éste valor es inferior a 0,05 rechazaremos la hipótesis nula, y por lo tanto concluiremos que existen diferencias entre las medidas de ambos aparatos.

Los resultados de las 2 comparaciones descritas se indican a continuación.

Tabla 14

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Arco Dentatus (ITC Derecho)	20,63	30	6,775	1,237
	Arcus Digma (ITC Derecho)	22,623	30	6,5314	1,1925
Par 2	Arco Dentatus (ITC Izquierdo)	20,57	30	6,683	1,220
	Arcus Digma (ITC Izquierdo)	21,217	30	8,3671	1,5276

Tabla 15

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Arco Dentatus (ITC Derecho) & Arcus Digma (ITC Derecho)	30	0,587	0,001
Par 2	Arco Dentatus (ITC Izquierdo) & Arcus Digma (ITC Izquierdo)	30	0,844	0,000

Tabla 16

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Arco Dentatus (ITC Derecho) - Arcus Digma (ITC Derecho)	-1,9900	6,0480	1,1042	-4,2484	0,2684	-1,802	29	0,082
Par 2	Arco Dentatus (ITC Izquierdo) - Arcus Digma (ITC Izquierdo)	-0,6500	4,5090	0,8232	-2,3337	1,0337	-0,790	29	0,436

Como se observa, en ambas comparaciones aceptamos la hipótesis nula ($P=0,082$ para ITC Derecho, $P=0,436$ para ITC Izquierdo), por lo que se confirma que no existen diferencias entre las medidas para Arco Dentatus y Arcus Digma en cuanto al ITC Derecho e Izquierdo.

Por último vamos a realizar la comparación de medias mediante una prueba no paramétrica, en el caso de las medidas para Bennett Derecho e Izquierdo. Los resultados son los siguientes:

Tabla 17:

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Arcus Digma (B Derecho) - Arco Dentatus (B Derecho)	Rangos negativos	12 ^a	13,42	161,00
	Rangos positivos	16 ^b	15,31	245,00
	Empates	2 ^c		
	Total	30		
Arcus Digma (B Izquierdo) - Arco Dentatus (B Izquierdo)	Rangos negativos	17 ^d	14,26	242,50
	Rangos positivos	11 ^e	14,86	163,50
	Empates	2 ^f		
	Total	30		

a. Arcus Digma (B Derecho) < Arco Dentatus (B Derecho)

b. Arcus Digma (B Derecho) > Arco Dentatus (B Derecho)

c. Arcus Digma (B Derecho) = Arco Dentatus (B Derecho)

d. Arcus Digma (B Izquierdo) < Arco Dentatus (B Izquierdo)

e. Arcus Digma (B Izquierdo) > Arco Dentatus (B Izquierdo)

f. Arcus Digma (B Izquierdo) = Arco Dentatus (B Izquierdo)

Tabla 18

Estadísticos de prueba^a

	Arcus Digma (B Derecho) - Arco Dentatus (B Derecho)	Arcus Digma (B Izquierdo) - Arco Dentatus (B Izquierdo)
Z	-,957 ^b	-,900 ^c
Sig. asintótica (bilateral)	0,339	0,368

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

Como se observa en el nivel de significación ($P=0,339$ para Bennett Derecho, $P=0,368$ para Bennett Izquierdo) en ninguna de las comparaciones podemos considerar diferencias significativas de medida entre Arco Dentatus y Arcus Digma.

4.3.2 DIFERENCIAS POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD

Para evaluar las diferencias de medición en cuanto a sexos, hemos realizado pruebas T-Student para muestras independientes (ya que, en este caso, dividimos por sexo), de forma que la hipótesis nula y alternativa en este caso, son:

- H_0 : No hay diferencia de medias entre grupos.
- H_1 : Existe diferencia entre las medias de cada grupo.

Tabla 19

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Arco Dentatus (ITC Derecho)	Se asumen varianzas iguales	3,504	0,072	-0,012	28	0,990	-0,032	2,540	-5,235	5,172
	No se asumen varianzas iguales			-0,013	27,610	0,990	-0,032	2,410	-4,972	4,909
Arco Dentatus (ITC Izquierdo)	Se asumen varianzas iguales	0,227	0,638	0,034	28	0,973	0,086	2,506	-5,047	5,219
	No se asumen varianzas iguales			0,035	27,588	0,972	0,086	2,453	-4,942	5,114
Arco Dentatus (B Derecho)	Se asumen varianzas iguales	0,008	0,931	0,507	28	0,616	1,050	2,069	-3,189	5,289
	No se asumen varianzas iguales			0,518	27,585	0,608	1,050	2,026	-3,103	5,202
Arco Dentatus (B Izquierdo)	Se asumen varianzas iguales	0,039	0,846	0,250	28	0,805	0,593	2,374	-4,271	5,456
	No se asumen varianzas iguales			0,262	27,775	0,795	0,593	2,261	-4,040	5,226
Arcus Digma (ITC Derecho)	Se asumen varianzas iguales	2,553	0,121	-0,659	28	0,515	-1,6023	2,4302	-6,5804	3,3759
	No se asumen varianzas iguales			-0,681	27,963	0,501	-1,6023	2,3521	-6,4206	3,2161
Arcus Digma (ITC Izquierdo)	Se asumen varianzas iguales	0,000	0,990	0,438	28	0,665	1,3688	3,1267	-5,0359	7,7734
	No se asumen varianzas iguales			0,445	27,358	0,660	1,3688	3,0733	-4,9333	7,6708
Arcus Digma (B Derecho)	Se asumen varianzas iguales	0,023	0,882	0,625	28	0,537	1,1158	1,7866	-2,5438	4,7755
	No se asumen varianzas iguales			0,632	26,967	0,533	1,1158	1,7662	-2,5083	4,7400
Arcus Digma (B Izquierdo)	Se asumen varianzas iguales	2,226	0,147	1,651	28	0,110	2,4538	1,4859	-0,5898	5,4975
	No se asumen varianzas iguales			1,581	20,967	0,129	2,4538	1,5521	-0,7742	5,6819

Como se observa en los niveles de significación (valores p), todos son mayores que 0,05, luego se debe aceptar la hipótesis nula y afirmar que no existen diferencias entre sexos en cuanto a los valores medios de ninguna variable.

Para el caso de la comparación según grupos de edad, puesto que hemos establecido 4 grupos, no podemos recurrir a una comparación de medias como hasta ahora (en donde intervenían máximo 2 variables y/o agrupaciones). Por tanto recurrimos a un análisis ANOVA que realizará un estudio comparativo de las medias para cada grupo de edad, comparando si existen diferencias significativas entre ellos (2 a 2, en análisis post-hoc, como el de Bonferroni).

Los resultados del análisis ANOVA se muestran a continuación (siendo las hipótesis nula y alternativa similares a las anteriormente indicadas para el caso de la prueba T-Student):

Tabla 20

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Arco Dentatus (ITC Derecho)	Entre grupos	9,733	3	3,244	2,021	0,136
	Dentro de grupos	41,733	26	1,605		
	Total	51,467	29			
Arco Dentatus (ITC Izquierdo)	Entre grupos	12,892	3	4,297	2,845	0,057
	Dentro de grupos	39,275	26	1,511		
	Total	52,167	29			
Arco Dentatus (B Derecho)	Entre grupos	0,200	3	0,067	0,076	0,972
	Dentro de grupos	22,767	26	0,876		
	Total	22,967	29			
Arco Dentatus (B Izquierdo)	Entre grupos	0,825	3	0,275	0,348	0,791
	Dentro de grupos	20,542	26	0,790		
	Total	21,367	29			
Arcus Digma (ITC Derecho)	Entre grupos	3,825	3	1,275	0,943	0,434
	Dentro de grupos	35,142	26	1,352		
	Total	38,967	29			
Arcus Digma (ITC Izquierdo)	Entre grupos	7,433	3	2,478	1,152	0,347
	Dentro de grupos	55,933	26	2,151		
	Total	63,367	29			
Arcus Digma (B Derecho)	Entre grupos	1,358	3	0,453	0,450	0,719
	Dentro de grupos	26,142	26	1,005		
	Total	27,500	29			
Arcus Digma (B Izquierdo)	Entre grupos	0,225	3	0,075	0,099	0,960
	Dentro de grupos	19,642	26	0,755		
	Total	19,867	29			

Como se observa en los resultados finales, los niveles de significación (valores p) superan el valor umbral de 0,05, luego aceptamos la hipótesis nula y confirmamos que no existen diferencias entre grupos de edad en cuanto a los valores medios medidos en cualquiera de los dos aparatos (Arco Dentatus y Arcus Digma).

4.3.3 CORRELACIONES ENTRE VARIABLES

Para finalizar el estudio se ha realizado un análisis de la correlación entre variables para verificar si existen relaciones entre los resultados de las distintas mediciones. Para ello hemos recurrido al cálculo de:

- Coeficiente de correlación de Pearson: Para el caso de variables cuantitativas
- Coeficiente Tau-b de Kendall: Para el caso de variables ordinales y/o nominales (tales como sexo, grupos de edad, las mediciones por rangos de valores, etc...)

Se han encontrado las siguientes correlaciones significativas (se han señalado las más importantes):

- Edad – Arco Dentatus (ITC Izq): $r=-0,369$
- Arco Dentatus (ITC Derecho) – Arco Dentatus (ITC Izquierdo): $r=0,617$
- Arco Dentatus (ITC Derecho) – Arcus Digma (ITC Derecho): $r=0,587$
- Arco Dentatus (ITC Derecho) – Arcus Digma (ITC Izquierdo): $r=0,514$
- Arco Dentatus (ITC Izquierdo) – Arcus Digma (ITC Izquierdo): $r=0,844$
- Arco Dentatus (B Derecho) – Arco Dentatus (B Izquierdo): $r=0,690$
- Arco Dentatus (B Derecho) – Arcus Digma (B Derecho): $r=0,825$
- Arco Dentatus (B Izquierdo) – Arcus Digma (B Izquierdo): $r=0,537$
- Arcus Digma (ITC Derecho) – Arcus Digma (ITC Izquierdo): $r=0,574$

Se confirma por tanto la correlación entre las medidas para Arco Dentatus y Arcus Digma en todos los aspectos (ITC Derecho e Izquierdo, B Derecho e Izquierdo), lo que confirma la correcta medición. Por último se observa una correlación inversa entre la edad y el valor en Arco Dentatus (ITC Izquierdo), de forma que a mayor edad el valor de esta variable desciende (la relación lineal de estas dos variables, aunque inversa, no es demasiado fuerte).

DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

El estudio que hemos llevado a cabo se realizó en la consulta dental del investigador, donde se obtuvieron y analizaron comparativamente los registros con ARCUS®digma y con arco facial convencional (Dentatus), entre los pacientes participantes.

No existen estudios como el nuestro en los que se compare la inclinación de la trayectoria condilar y el ángulo de Bennett entre el arco facial convencional Dentatus y el ARCUS®digma. Esto hace que la comparación entre los distintos estudios sea complicada.

Existen limitaciones en este estudio, como el que a pesar de la gran variedad de sistemas de registro de la inclinación de la trayectoria condilar empleados, existen discrepancias en los valores obtenidos con los distintos procedimientos de registro gráficos y posicionales, no suficientemente explicados.

En la literatura podemos encontrar distintos estudios epidemiológicos sobre la inclinación de la trayectoria condilar y estudios sobre dinámica mandibular realizados con axiógrafos y pantógrafos de distinto tipo.

Con el fin de abordar la discusión de una forma sencilla y clara, la vamos a estructurar en los siguientes apartados:

1. Estudios donde se emplea ARCUS®digma.
2. Estudios donde se determina la ITC y el ángulo de Bennett.
3. Estudios donde se comparan registros entre arcos faciales convencionales y pantógrafos electrónicos.

5.1 ESTUDIOS DONDE SE EMPLEA ARCUS®DIGMA

En este estudio hemos utilizado un pantógrafo ultrasónico, como es el ARCUS®digma, con el que hemos obtenido la inclinación de la trayectoria condilar y el ángulo de Bennett de cada uno de los sujetos de nuestro estudio, para así compararlos con los obtenidos anteriormente con el arco facial mecánico Dentatus.

Las ventajas que nos ofrece a nivel clínico el ARCUS®digma es que es sencillo de manejar, la horquilla que se adhiere a los dientes es de bajo peso por lo que el paciente puede realizar normalmente sus movimientos y es un dispositivo con 6° de libertad. Este pantógrafo nos permite trabajar con medidas y cálculos a partir del eje cinemático, su manejo es intuitivo y fácil a través de la pantalla sensible al tacto o el pedal, no necesita ninguna precalibración sobre el paciente y, por último, el principio de medición a partir de ultrasonidos obvia cualquier radiación electromagnética, por lo que no interfiere en sus medidas ninguno de los aparatos que normalmente están encendidos en nuestras clínicas (sillón, equipo de música, luces, teléfonos móviles...).

El número de artículos que utilizan el ARCUS®digma por el momento es limitado, siendo empleado en la mayoría de ellos como instrumento para calcular los valores de ajuste de articuladores semiajustables.

Pröschel et al. 2002, presentan un estudio sobre ARCUS®digma, consistente en la determinación de la precisión del mismo sobre un articulador Dentatus con valores predeterminados. La mayor discrepancia obtenida de los ángulos mandibulares (ángulo condilar y ángulo de Bennett) fue de 1,5°. No obstante, entienden que se trata de un estudio sobre articulador y en mediciones reales sobre pacientes se le presupone al sistema errores de entre dos y tres grados de diferencia con el valor real. (99)

Miyamae Shin et al. 2003 evalúan en su estudio la posibilidad de aplicación clínica de este nuevo instrumento (ARCUS®digma). Seleccionaron 10 sujetos dentados sanos en los que se midieron la inclinación de la trayectoria del cóndilo sagital y el ángulo de la trayectoria del cóndilo lateral, que se obtuvieron de dos maneras diferentes para cada sujeto: en una se midió en la guía condilar ajustada del articulador a través del método de mordida con cera de la manera habitual y en la otra se usó este analizador. La exactitud y la reproducibilidad de este analizador también se examinaron midiendo las

inclinaciones de la trayectoria del cóndilo sagital y los ángulos de la trayectoria del cóndilo lateral varias veces para cada uno. Los resultados obtenidos por los dos métodos diferentes no mostraron diferencias significativas. La exactitud y reproducibilidad de este analizador fueron clínicamente aceptables. Se concluyó que este nuevo analizador de movimiento mandibular, ARCUS®digma, es muy útil para la aplicación clínica ya que puede resolver muchos problemas in situ que son inevitables con los analizadores tradicionales. (131)

Cárdenas y cols. 2003, presenta y da a conocer este nuevo método basado en la emisión y recepción de ultrasonidos explicando su uso y funciones. Describe las ventajas del registro de la dinámica témporomandibular mediante ultrasonidos con ARCUSdigma de KaVo (KaVo elektrotechnisches, Werk, GMBH, Leutkirch, Germany). Este nuevo método permite trabajar en tiempo real con reproducciones digitales de los movimientos que hace el paciente. Considera que este sistema, creado por la empresa alemana KaVo, puede ser una gran ayuda, no tan solo para acelerar y mejorar el montaje y ajuste de modelos en articulador, sino para conocer en el momento, y antes de enfrentarse a un trabajo de restauración, las características de los movimientos mandibulares del paciente y poder dejarlo registrado en su historia. Del mismo modo, considera que esta posibilidad de trabajar con gráficos de movimiento mandibular en tiempo real tiene también infinidad de posibilidades en el área de la educación, investigación ...etc. (69)

Bakalczuk et al. 2004, publican un artículo donde presentan el potencial diagnóstico del ARCUS®digma en relación a la programación individual de los parámetros de los movimientos mandibulares de los pacientes en el articulador, y su aplicación en el diagnóstico de patología de los DTMs. (132)

Glazer 2004, nos presenta el ARCUS®digma, afirmando que en combinación con el sistema de articulación Protar ofrecen al dentista y al técnico de laboratorio un enfoque simplificado para crear una prótesis más estética y funcional. El tiempo de sillón necesario para registrar los ajustes es mínimo. La operación se puede completar en menos de diez minutos. (133)

Ventura de la Torre y cols. 2004, realizan un estudio donde comparan la fiabilidad de un axiógrafo mecánico, el Axio-Quick, con un pantógrafo electrónico, el ARCUS®digma, para la determinación de la inclinación de la trayectoria condilar sobre una muestra de 9 pacientes en el momento inicial y a los siete días. Por fiabilidad o exactitud entendieron la repetitividad o reproducibilidad de un sistema o procedimiento en los resultados obtenidos, independientemente de que estos coincidan o no con el valor real. Concluyeron que no existían diferencias estadísticamente significativas ni entre los valores iniciales ni finales ni entre ambos procedimientos de medida. Con ARCUS®digma la media de estos valores fueron $26,87 \pm 6,44$ al inicio y de $27,03 \pm 6,73$ al final.(75)

Li et al. 2005, resaltan la importancia que tienen los dispositivos, como el ARCUS®digma, que nos permiten observar los movimientos mandibulares. (134)

Kiss et al. 2005 llegaron a la conclusión que el ARCUS®digma es una herramienta útil complementaria en el diagnóstico de desórdenes Temporomandibulares pero que no es fiable si se usa sola. (135)

Dodić et al. 2006, tienen como objetivo en su estudio encontrar la correlación entre las disarmonías de oclusión y presencia de signos y síntomas de DTM. El análisis de la función de la posición de los centros cinemáticos en posición intercuspídea (ICP) y posición de contacto retruída (RCP) lo realizaron en cada sujeto utilizando el pantógrafo ARCUS®digma. Los resultados de su estudio sugirieron diferencias significativas entre sujetos con signos y síntomas de DTM y asintomáticos. (136)

Cheng et al. 2006, usaron el ARCUS®digma para determinar la influencia que tenían los contactos prematuros en los movimientos de apertura y cierre. (137)

Stiesch-Scholz et al. 2006, estudiaron la reproductibilidad de ciertos parámetros dinámicos (ángulo de Bennett, inclinación horizontal de la trayectoria condílea e inclinación incisal) con un ARCUS®digma en pacientes con presencia de algún desorden craneomandibular diagnosticado y voluntarios sanos; concluyendo que estos parámetros tenían una mayor reproductibilidad en los pacientes sanos. (138)

Baker et al. 2006, realizaron un estudio in vitro utilizando el ARCUS®digma. En la primera parte del estudio investigan la capacidad del ARCUS®digma para registrar los valores condilares preestablecidos en el propio articulador de Kavo PROTAR® y en la segunda parte, utilizando un pantógrafo mecánico, investigan la capacidad del dispositivo para registrar y luego permitir la reproducción en un articulador Kavo, los movimientos de un articulador Denar D5A. Obtienen como conclusiones que el ARCUSdigma es capaz de registrar con precisión la la inclinación de la trayectoria condílea. (139)

Kobs et al. 2007, realizan un estudio para valorar si el ARCUS®digma es una herramienta eficaz en el diagnóstico de patología de la articulación témporomandibular. Para ello determinan su sensibilidad y especificidad en comparación con los registros axiográficos del "Cadiax Diagnostic". Concluyeron que dentro de las limitaciones de su estudio, el ARCUS®digma puede ser un valioso complemento a los hallazgos clínicos en el diagnóstico de los trastornos témporomandibulares. (127)

Cheng et al. 2007, observaron el efecto de la posición de la interferencia oclusal en la trayectoria del punto incisal mandibular durante el movimiento protrusivo. Los cambios de la trayectoria del punto incisal mandibular junto con el cambio de la posición de la interferencia oclusal fueron registrados por el sistema de análisis ARCUS®digma. (140)

Arroyo y cols. 2008, realizan un estudio piloto in vitro para determinar la precisión, entendida como el grado de concordancia de las medidas entre sí, del Arcus Digma de Kavo en la determinación de dos posiciones condilares seleccionadas, en dos momentos distanciados en el tiempo, sobre una muestra constituida por los modelos de siete pacientes montados en articulador semiajustable Quick Perfect (de la casa francesa F.A.G. Detaire). Concluyeron que, el ARCUS®digma presenta una alta precisión del 95,92% en la determinación de las posiciones condilares seleccionadas para el estudio. (114)

Lippold et al. 2008, aplican en su estudio como procedimiento alternativo al uso de los rayos X, la utilización del ARCUS®digma para registrar las desviaciones condilares en niños con mordida cruzada posterior unilateral funcional en dentición decidua tardía y

dentición mixta temprana. Después de la asignación al azar, unos pacientes fueron sometidos a tratamiento de ortodoncia temprana, mientras que otros pacientes permanecieron sin tratamiento. Los exámenes se realizaron al inicio (T1) y después de 12 meses de tratamiento (T2). Inicialmente, el análisis electrónico de posición no reveló diferencias significativas entre los grupos control y terapia. Se observó una desviación condilar media de > 2 mm en T1 en los planos sagital, frontal y transversal para la mordida cruzada y los lados no cruzados. Esta diferencia se redujo en el grupo de terapia, un hallazgo que resultó estadísticamente muy significativo ($p < 0,001$). También se observó una diferencia muy significativa ($p < 0,001$) entre los grupos de control y terapia en T2. (141)

Cheng et al. 2008, evalúan el efecto de la posición de la interferencia oclusal en la trayectoria del punto incisal mandibular durante el movimiento lateral. Los cambios de la trayectoria del punto incisal mandibular junto con el cambio de la posición de la interferencia oclusal fueron registrados por el sistema de análisis ARCUS®digma. (142)

Wang et al. 2009, investigan si existen cambios en los trazados de los movimientos mandibulares obtenidos con el ARCUS®digma después de corregir el movimiento de protrusión mandibular con una osteotomía bilateral sagital y concluyeron que dichos trazados se igualan con los que realizan los sujetos del grupo control. (143)

Sinobad et al. 2012, también utilizan el pantógrafo computarizado ARCUS®digma para evaluar los efectos de la osteotomía sagital bilateral de rama mandibular en 20 pacientes con prognatismo mandibular, registrando los movimientos bordeantes mandibulares antes y seis meses después de la cirugía en el período postoperatorio temprano. El análisis de los parámetros cinemáticos seleccionados reveló que la osteotomía sagital de rama seguida de ocho semanas de inmovilización mandibular tuvo efectos graves en la apertura de la boca. Seis meses después de la cirugía, el rango de apertura máxima de la boca disminuyó aproximadamente 13,9 mm en relación con la etapa preoperatoria. Por el contrario, los rangos de protrusión máxima y el borde de las excursiones laterotrusivas aumentaron significativamente después de la cirugía. (144)

Sójka et al. 2015, encuentran en su estudio que en las mediciones de los movimientos mandibulares con el dispositivo ultrasónico ARCUS®digma, se proporcionaron datos sobre las irregularidades en la función de la ATM no detectados en los participantes con o sin síntomas clínicos de DTM. (145)

Dai et al. 2016, en una investigación fijan como objetivo, estudiar el modelado tridimensional (3D) del sistema masticatorio funcional individualizado y explorar su aplicación en ortodoncia. Para ello construyen un modelo de sistema masticatorio 3D individualizado utilizando un avanzado software de procesamiento de datos 3D que integra imágenes 3D de diferentes fuentes. Se simuló el movimiento mandibular individualizado y el desempeño muscular masticatorio usando este modelo. Mediante el registro de las coordenadas globales y el uso de la transformación de datos, se registraron los datos de movimiento individual para la apertura mandibular, la excursión lateral y la protrusión con el sistema ARCUS®digma y se aplicaron a este modelo para simular los movimientos funcionales de la mandíbula. Bajo carga muscular individualizada, analizaron la fuerza de mordida generada en los incisivos inferiores con la placa de mordida ortodóntica, y como conclusión sugieren que un espesor de 3 mm puede ser apropiado para uso clínico. (146)

Frisoli et al. 2017, realizan una comparación directa entre dos sistemas de registro utilizados para cuantificar los movimientos de apertura mandibular: videografía bidimensional y axiografía electrónica (ARCUS®digma). Se compararon tres parámetros: apertura máxima, laterotrusión derecha y laterotrusión izquierda. Tanto la estadística descriptiva como la prueba de ANOVA sugirieron que no había diferencia significativa entre el parámetro de apertura máximo estimado y el sistema de referencia ($p = 0,217$, 95% de confianza). Los valores de laterotrusión, por otro lado, parecen estar sobrestimados por el sistema videográfico y mostrar una mayor variabilidad. (147)

Nilo et al 2017, con el objetivo de evaluar si existen diferencias significativas en los registros de centricidad y movimientos condilares en sujetos antes de utilizar un Jig y después de utilizarlo por 18 hrs., 72 hrs. y 7 días, realizan un estudio exploratorio con diseño pre-experimental. Se registraron las posiciones de centricidad

neuromuscularmente guiada y las trayectorias condilares utilizando el axiógrafo ARCUSDigma®, concluyendo que la utilización de un jig modificado de Lucia en sujetos sanos y sin patología temporomandibular permite obtener un patrón de movimiento céntrico puntiforme, entendiéndose por ello a que se genera un arco de movimiento dentro de un área de 1mm². Considerando el movimiento de rotación condilar en conjunto con la traslación en el plano horizontal, bastan 18 horas de utilización de un jig modificado de Lucia para producir un cambio en la morfología del movimiento del patrón céntrico (148)

Estudios con ARCUS®digma II

Fasold et al. 2012, en su estudio realizan el análisis electrónico de factores etiológicos (EAEF, inaugurado por el Prof. Bumann) como módulo adicional del sistema ARCUS®digma II (Comp, KaVo Biberach, Alemania) para evaluar la dependencia entre los signos CMD, la oclusión estática y dinámica y comportamiento parafuncional. 55 pacientes con diferentes síntomas de CMD fueron examinados mediante el uso de técnicas de análisis estructural manual MSA. Se pudieron seleccionar 20 pacientes con un vector de carga específico para EAEF. Los vectores específicos de oclusión estática se dieron en el 95% de los pacientes; en todos los pacientes se originaron vectores de oclusión dinámica. La correlación entre vectores de oclusión y vectores de bruxismo fue significativa, pero débil. (149)

Lee 2013, compara en un estudio los métodos de medición de inclinación del cóndilo mediante el uso del nuevo sistema ARCUS®digma II y el método de mordida. Se estudiaron 20 jóvenes adultos sin ningún tipo de antecedente de tratamiento de ortodoncia, de ausencias dentarias, y restauraciones con cambio del plano oclusal. Los ángulos de la trayectoria condilea se midieron 3 veces cada uno, sobre la base de la línea de Camper, mediante el uso de dos métodos. Fue utilizado el articulador semi-ajustable KaVo PROTAR Evo 7 y los datos se analizaron estadísticamente. En ambos métodos, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres ($P > 0,05$). Sin embargo, las inclinaciones condilares laterales de ARCUS®digma II fueron a nivel estadístico, significativamente menores que con el método de mordida ($P < 0,05$). (150)

Cimic et al. 2014, investigan las variaciones intra e interindividuales de la inclinación condilar sagital, dependiendo de la posición del cóndilo en la articulación temporomandibular en sujetos con oclusión Clase I de Angle. Las mediciones se realizaron utilizando un axiografo electrónico ARCUS®digma II. Concluyen que los resultados sugieren que el movimiento condilar en la dirección sagital no es uniforme. La media de la izquierda y la media de los valores de la inclinación condilar derecha no describen necesariamente la trayectoria condilar real, ni dan la información adecuada para la configuración del articulador. Las diferencias de inclinación condilar de los lados izquierdo-derecho superiores a 10 grados pueden considerarse normales. (151)

Wieckiewicz et al. 2014, realizan una comparación entre dos métodos de registro mecánico y computarizado, el Gerber Dynamic Facebow y el ARCUS®digma II. Para comparar los dispositivos registraron la inclinación de la trayectoria condilar, según la línea de Camper, permitiendo la adquisición de valores fácilmente comparables sobre la base de los cuales analizaron objetiva y subjetivamente los dispositivos. El estudio estadístico mostró que los valores registrados por el ARCUS®digma II son significativamente mayores que los obtenidos mediante el uso de Gerber Dynamic Facebow. Concluyen que la diferencia significativa entre ambos es probablemente resultado de las diferencias en la toma de las técnicas de registro. Según ellos el ARCUS®digma II proporciona al usuario más opciones de diagnóstico que Gerber Dynamic Facebow, teniendo el manejo del arco facial mecánico un mayor riesgo de errores de medición manual en el procedimiento de registro. (152)

Cimic et al. 2015, estudian los valores de inclinación condilar sagital dentro de una muestra uniforme (oclusión clase I de Angle) utilizando el registro relacionado con el articulador y el plano de Camper como plano de referencia. Las mediciones se realizaron con un dispositivo ultrasónico ARCUS®digma II de seguimiento de la mandíbula con seis grados de libertad. Después de fijar una horquilla paraoclusal en la boca, cada sujeto tuvo que hacer tres movimientos protrusivos y tres movimientos laterotrúsivos derecho e izquierdo. A partir de movimientos protrusivos, el software del dispositivo calculó automáticamente los valores de inclinación condilar sagital izquierda y derecha usados

para el ajuste del articulador. El valor medio de inclinación condilar sagital fue de 41,0 ° (SD 10,5) para la articulación derecha y de 40,7 ° (SD 9,8) para la articulación izquierda. El valor máximo fue de 65,0 ° para la derecha y de 68,6 ° para la articulación izquierda y el mínimo para la derecha de 13,7 ° y de 21,7 ° para la articulación izquierda. Los resultados de este estudio sugirieron que el promedio del articulador para la inclinación condilar sagital para sujetos adultos completamente dentados sea de 40 ° con respecto al plano de Camper. Esto es especialmente importante para los articuladores que se establecen en relación con el plano de Camper. (153)

Khudoroshkov et al. 2015, revelan en un paciente con restricción dolorosa de los movimientos de la mandíbula con desplazamiento de disco no reductor de la ATM por una mala posición del tercer molar (4.8), los signos de obstrucción de la oclusión y la compresión de las estructuras de la ATM derecha mediante el estudio de modelos de diagnóstico, MPI y la investigación de la ATM con el sistema KAVO ARCUS®digma II. (154)

Cimic et al. 2016, investigan en un estudio in vivo el efecto del tipo de oclusión en los valores de ángulo de Bennett registrados mediante un ARCUS®digma II. Los participantes se dividieron en 4 grupos de estudio: Clase I de Angle; Clase II de Angle, división 1; Clase II de Angle, división 2; Clase III de Angle. Los resultados de este estudio sugieren que las diferentes clasificaciones de oclusión de Angle no parecen tener un impacto en los valores de ángulo de Bennett registrados. (155)

Ikeda et al 2017, evalúan en su estudio la hipótesis de que la morfología mandibular tridimensional está correlacionada con el movimiento condilar en pacientes con asimetría mandibular. Se registraron mediciones lineales y volumétricas de la morfología mandibular tridimensional mediante tomografía computarizada. El movimiento funcional mandibular se registró mediante axiografía computarizada (CADIAX, Gamma Dental, Klosterneuburg, Austria) y se midieron la longitud de la trayectoria condilar, la inclinación condilar sagital y la inclinación condilar transversal en la protrusión. Los resultados sugieren que la asimetría morfológica mandibular tridimensional está asociada con el movimiento condilar en sujetos con asimetría mandibular. (156)

5.2 ESTUDIOS DONDE SE DETERMINA LA ITC y ANGULO DE BENNETT. AXIÓGRAFOS-PANTÓGRAFOS.

Desde que fuera descrita por Balkwill, la inclinación de la trayectoria condilar ha representado el más importante parámetro a individualizar para realizar los trabajos de rehabilitación protésica. Son muchos los sistemas que se han desarrollado para determinar el valor de éste ángulo en los pacientes, registros plásticos, dinámicos, gráficos... y muchos los estudios que han pretendido determinar en unos casos la fiabilidad, en otros la validez de los diferentes sistemas y procedimientos para determinar el valor de la inclinación de la trayectoria condilar (33). Me centraré principalmente en los relacionados con los sistemas axiográficos-pantográficos, por estar estos en continua evolución y haber incorporado recientemente los últimos avances en electrónica e informática con la finalidad de mejorar la fiabilidad de estos sistemas y la comodidad de aplicación para el clínico.

La axiografía computerizada registra los movimientos bordeantes de la mandíbula: protrusión, movimientos laterales y apertura y cierre, permitiendo una investigación funcional de la ATM. El punto de partida para cada movimiento es la posición de la relación céntrica. Esto permite una reproducibilidad muy alta y los datos pueden estar disponibles posteriormente para comparar los exámenes realizados en diferentes momentos. Puede ofrecer datos para programar un articulador o para evaluar la evolución funcional de las ATM tras varias intervenciones oclusales (prostodóncicas, ortodóncicas u ortognáticas). (157)

Uno de los últimos de estos sistemas que ha hecho aparición es el Arcus®Digma (Kavo elektrotechnisches, Werk, GMBH, Leutkirch, Germany) y del que nos referiremos más adelante en un apartado sólo sobre él ya que ha sido el sistema empleado para la realización de este estudio.

Celar y Tamaki 2002, investigan la precisión de un pantógrafo electrónico, el Cadiax Compact (Gamma Dental Software, Klosterneuburg, Austria) en la determinación del ángulo de Bennet y la ITC sobre un articulador Artex, preajustado con valores de ITC de 20º, 40º y 60º que eran calibrados con un digitalizador tridimensional, obtuvieron

diferencias que oscilaban entre los 0º y los 6º, con una media de 1-2º, no existiendo diferencias significativas entre las mediciones del Cadiax Compact y el ajuste de 40º de ITC a los 3 y a los 5 mm, pero sí para el resto de mediciones ($p < 0,01$) lo cual puede considerarse clínicamente aceptable puesto que ningún sistema de programación de un articulador ha demostrado una precisión mayor. (14)

Petrie et al. 2003, realizan una comparación de las mediciones obtenidas de manera repetida sobre diez pacientes sobre un pantógrafo mecánico y otro electrónico (Denar y Cadiax Compact respectivamente), encontrando una escasa reproductibilidad con el pantógrafo electrónico y atribuye la variación al aparato. Una posible explicación es la interferencia en los movimientos de la cubeta mandibular y el material de fijación con la que se ajusta el arco inferior a la arcada, la falta de un puntero central único puede justificar la inconsistencia de los resultados en el tiempo y por todo ello aconseja prudencia ante los buenos resultados de los estudios in vitro. (158)

Chang y cols. 2004, realizan las mediciones con el Cadiax Compact sobre cinco articuladores diferentes, justificando el método, por no existir ningún procedimiento exacto para conocer los valores reales de la ITC real del individuo y por tanto no ser factible una comparación. Encuentra que las menores desviaciones de las mediciones se producen a los 10 mm, por lo que recomienda el ajuste de la ITC en esta posición, aunque consideran que esto exige al paciente realizar un movimiento mandibular exagerado y poco natural. (159)

Otros autores han preferido sin embargo realizar este tipo de estudio sobre pacientes, por considerar que las mediciones realizadas sobre los articuladores falsean los resultados al eliminar los factores propios del individuo. En la mayoría de los casos utilizan dos o más sistemas de medición sobre el mismo individuo para realizar así una comparativa.

WeBling et al. 2000, realizan una comparación directa entre el Cadiax-System de la empresa Gamma y el precursor del Arcus Digma, el Jaw Motion Analyzer de la empresa Zebris. Encontrando un valor de ICC (intraclass correlation) superior a 0,80 y

concluyendo que las diferencias entre uno y otro sistema no resultaron relevantes clínicamente. (160)

Wagner et al. 2003, comparan el Cadiax-System de Gamma, y un sistema optoelectrónico sin cables, consistente en la captación y registro del movimiento mandibular mediante unos digitalizadores infrarrojos (Polaris) combinados con sensores tridimensionales. Los sensores (dos), son posicionados para el estudio en cada uno de los dos arcos que conforman el Cadiax-System en una posición arbitraria, observando una alta correlación entre los registros de ambos sistemas, con una ICC en la medición de la ITC de entre 0,86 y 0,95. (161)

Bernhardt et al. 2003, pretenden medir la precisión del Cadiax Compact System mediante su aplicación sobre 30 sujetos sanos, y a la vez determinar si existen diferencias relevantes entre la utilización del centro real de rotación condilar, o uno promedio. Encontró una alta concordancia entre las inclinaciones y trayectos condilares ($ICC > 0,80$) registrados por el Cadiax Compact en los diferentes días independientemente de que fueran medidos en centro real o promedio. (162)

Forcén y cols. 2004, realizan un estudio para determinar la fiabilidad y validez del axiógrafo Axio-Quick (FAG Dentaire) empleado por tres operadores distintos sobre los mismos sujetos para medir la ITC a los 5 mm de desplazamiento protrusivo. Encontrando discrepancias no significativas de un promedio de 1,8 grados sexagesimales. El ICC promedio fue 0,87 por lo que concluían que es un procedimiento muy fiable. Los valores medios de ITC que encontraron en este estudio variaron de 27,54 a 34,17 en el lado derecho, y 30,82 a 37,50 en el lado izquierdo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el nuestro en cuanto a que la ITC en el lado derecho suele obtener valores más bajos ($32,99 \pm 8,5$) que el lado izquierdo ($34,75 \pm 9,3$). (163)

En otro estudio realizado por Forcén y cols. 2005, con el Axio-Quick con registro protrusivo a los 2, 4, 5 y 6 mm no encontraron tampoco diferencias significativas. (23)

Los trabajos hasta ahora referidos están realizados sobre pacientes sin patología; existen, sin embargo, numerosos trabajos realizados en pacientes disfuncionales coincidiendo en general en sus conclusiones en que el sujeto libre de signos y síntomas de disfunción temporomandibular tiene la capacidad de repetir con gran exactitud los movimientos mandibulares y sus trazados pantográficos por el contrario de los sujetos disfuncionales (33). De esto se deriva que el pantógrafo pueda ser usado como una herramienta de diagnóstico de los distintos grados de patología articular; no obstante algunos autores discrepan de esta afirmación.

5.3 ESTUDIOS DONDE SE COMPARAN REGISTROS ENTRE OTROS ARCOS FACIALES CONVENCIONALES Y PANTÓGRAFOS ELECTRÓNICOS.

Para la determinación de la fiabilidad de los procedimientos en el cálculo de la ITC, otros autores han optado por la comparación de los sistemas de registro gráfico con el procedimiento convencional de registros plásticos intraorales basados en el fenómeno de Christensen:

Peraire et al. 2002, presentan un estudio de los factores que pueden alterar la exactitud y la precisión de los registros de cera en el cálculo de la ITC, operador, tipo de articulador, etc. (113)

Dos Santos Jr et al. 2003, compara los registros plásticos con el axiógrafo Whip-Mix PT quick-set recorder obteniendo valores superiores estadísticamente significativos con el axiógrafo que presentó además una mayor precisión. (164)

Forcén y cols. 2003, realizan un estudio para determinar si existen diferencias significativas en el valor de la ITC registrado mediante ceras a los 4, 5 y 6 mm de movimiento protrusivo medidos a nivel condilar. Los resultados por ellos obtenidos indicaban que sólo existía una diferencia significativa entre los 5 y los 6 mm para el lado izquierdo, ascendiendo aproximadamente a dos grados. Los valores medios que obtuvieron utilizando registros de cera de la ITC oscilaron entre 31,91 a 35,66, mientras que los encontrados según la axiografía varían entre 45,68 y 50,20. La diferencia

entre ambos se amplía entre 10 y 20 grados que es una diferencia clínicamente significativa. En nuestro estudio sin embargo, la diferencia entre ambos cóndilos es de unos 2 grados, que no tiene significación estadística. (35)

Mauvezín y cols. 2006, valoran en un estudio si existe concordancia en la determinación de la ITC, entre dos métodos distintos utilizados para su registro como son la axiografía y los registros posicionales de cera (RPC). Realizaron RPC y axiografías a 16 pacientes de los cuales 9 eran mujeres y 7 hombres, sin ausencias dentales, normoclusión y ausencia de cualquier tipo de patología y valoraron la concordancia entre ambos. De cada paciente obtuvieron modelos que montaron en Relación Céntrica en un articulador semiajustable marca Artex® tipo TR, según la técnica habitual. El articulador se ajustó mediante RPC y también se realizó una axiografía a cada paciente a fin de obtener el valor de la Inclinación Condílea de cada individuo. Emplearon el axiógrafo Rotograph® de la casa Girrback. Cuando la determinación de la ITC se hizo con axiografía, el promedio hallado fue de 37,86 con un rango de 65,34 y 14,92, siendo estos valores sensiblemente mayores a los hallados a través de los registros posicionales de cera donde la media fue de 17,73 con un rango entre 33 y 10. Su conclusión fue según estos datos que el promedio de inclinación condílea obtenido por axiografía era significativamente mayor que el obtenido con registros posicionales de cera y que no había concordancia entre los dos métodos de registro empleados. (1)

Boulos et al. 2007, realizó un estudio donde utilizaba varios tipos de articuladores semi ajustables, varios tipos de materiales de registro interoclusal (ceras y poliéteres) y los registros obtenidos con un axiógrafo para comparar los diferentes métodos de obtención de la inclinación de la trayectoria condilar. No obtuvo ningún consenso en los valores de la ITC obtenidos con las combinaciones de los distintos métodos. Los valores hallados con la axiografía fueron de 50,3° en el cóndilo derecho, y de 52,5° con el izquierdo. Estos valores son mayores a los obtenidos en nuestro estudio con el Arcus®digma. (165)

En la mayoría de los estudios donde se compara la obtención de la ITC con registros posicionales de cera y los obtenidos con los registros gráficos de un axiógrafo-pantógrafo, se encuentran diferencias en la media global de entre 10° y 20°. Para explicar estas diferencias, se han propuesto varias teorías, tales como errores de técnica

o manipulación; distintos sistemas de lectura para determinar la ITC; distintas líneas de referencia para determinar el ángulo de la ITC y, finalmente, consideración de distintos puntos finales de las trayectorias condilares para determinar sus inclinaciones. (166)

Existen estudios en los que se busca relacionar la ITC con la edad. Así Reicheneder et al. 2009, encontró que sus valores aumentan con la edad en ambos lados de una manera muy significativa: el rango varía entre 25,5 a 44,5 en niños de 6 a 10 años; y varía de 34,1 a 51,4 en adultos de 18 a 44 años. (167)

Cabe señalar en este apartado que los axiógrafos y pantógrafos no solo nos permiten hallar la inclinación de la trayectoria condilar y los demás valores para el ajuste de articuladores, sino que, en general, su uso nos permite conocer más a fondo la dinámica mandibular y determinar aquellos factores que pueden interferir de forma determinante en la misma.

Rammelsberg et al. 1996, desarrollaron un estudio con el fin de evaluar la axiografía como herramienta en el diagnóstico de los desplazamientos discales anteriores. Para ello examinaron a 65 pacientes que presentaban desplazamientos discales anteriores con reducción (DACR) y 27 pacientes con DASR (confirmado el diagnóstico mediante resonancia magnética) y utilizaron un grupo control formado por 44 pacientes sanos. Obtuvieron un resultado final de 10% de falsos positivos y un 14 % de falsos negativos. Este mismo autor, citado por Bernhardt 1999 (), sin embargo obtuvo un 50% de falsos positivos cuando utilizaba el axiógrafo para diagnosticar desplazamientos posteriores del disco. (168)

Schwahn et al. 1996, encontraron una correlación estrecha entre los diagnósticos establecidos mediante axiografía y resonancia magnética en un estudio realizado sobre 58 pacientes sintomáticos. Cabe destacar en este estudio el hallazgo encontrado por los autores en los trazos en apertura y cierre en el plano sagital en pacientes con DASR. En estos pacientes el trazado es completamente normal. (169)

Gsellmann et al. 1998, realizaron un estudio en el que se medían las longitudes de los trazos en apertura y cierre y protrusiva y observaron que en pacientes con

desplazamiento anterior de disco con reducción los movimientos mandibulares están acortados, mientras que los pacientes que presentan clicks no los tienen. Finalmente concluyen que la medición de la longitud no sirve por sí sola para determinar si una ATM sufre patología. (56)

Bernhardt et al. 1999, realizaron un estudio piloto sobre 30 pacientes, que referían dolor y ruidos articulares, cuyo objetivo fue valorar la utilidad de la axiografía electrónica para realizar el diagnóstico diferencial de las patologías de la ATM entre microtraumas y macrotraumas. En el mismo estudio compararon los resultados obtenidos tras el examen clínico y tras el estudio de los trazados axiográficos. Al analizar los resultados observaron que la totalidad de los pacientes con microtraumas presentaban dolor muscular o articular y casi no se percibían clicks. Los pacientes con desplazamiento discal sin reducción a menudo no presentaban dolor pero más del 50% tenían clicks. Los pacientes que presentaban desplazamiento discal sin reducción presentaban limitación de la apertura mandibular siendo esta dolorosa y sin acompañarse de clicks. Los pacientes que no presentaban ningún tipo de desorden mandibular referían dolor a la palpación muscular por lo que se les clasificó dentro del grupo de pacientes con desórdenes miógenos. Concluyeron que la axiografía puede ser una ayuda para caracterizar los desórdenes craneomandibulares en macro y microtraumas, permitiendo así una terapia efectiva. Sin embargo, para la diferenciación entre los distintos fenómenos de clicking y el diagnóstico de desplazamientos discales anteriores sin reducción (DASR) es necesario recurrir a la resonancia magnética. (66)

Leader et al. 1999, concluyeron en un estudio realizado sobre 35 pacientes que los ruidos producidos en la fase de protrusión mandibular son más fiables a nivel diagnóstico que los producidos en apertura y cierre. (170)

Yoon et al. 2006, realizaron un estudio cinemático mandibular con un dispositivo electromagnético (3Space Fastrak System, Polhemus, Colchester, VT) y presentaron sus resultados en cuanto a las mediciones registradas en 5 individuos sanos a los que se les midió en el plano sagital la distancia linear y curvilínea del punto interincisivo y la

desviación del mismo en el plano frontal, la longitud de los trazos condilares lineales y curvilíneos en el plano sagital. (171)

Seedorf et al. 2007, utilizaron un sistema de ultrasonidos para evaluar el cambio del centro de rotación condilar al interponer un pivote oclusal posterior con el fin de estudiar el efecto que producen las férulas de descarga en la posición del cóndilo. (172)

Ventura de la Torre y cols, 2007, realizan una revisión acerca de la fiabilidad y la validez de los procedimientos de registro de la ITC, que por norma general han resultado controvertidos a lo largo del tiempo y de los que existe poco consenso sobre la exactitud de sus mediciones. (33)

Baltali et al. 2008, usaron la axiografía para realizar mediciones en los trayectos descritos por los cóndilos y consideraron que el trazado lineal condilar en individuos sanos en un movimiento de apertura máxima es de 12 a 19 mm. (173)

Boulos et al. 2008, midieron en su estudio el **ángulo de Bennett** de 30 participantes usando un axiógrafo Quick-Axis, un articulador arcon Whip-Mix y uno no arcon Dentatus. Utilizaron materiales de registro interoclusal de cera y poliéter con ambos tipos de articuladores. En comparación con el axiógrafo de referencia, la combinación Whip-Mix más cera fue la más aproximada y el Dentatus más poliéter la combinación con más diferencia significativa. (165)

Han et al. 2010, comparan los efectos de dos mordidas en el registro del movimiento condilar, en 10 sujetos (6 mujeres, 4 hombres, con una edad media de 25,4 años). El movimiento mandibular, el ángulo de inclinación condilar sagital y transversal de cada sujeto fueron registrados con el axiógrafo CADIAX® utilizando las dos mordidas, respectivamente. Los resultados mostraron que el contorno, la dirección y la dimensión de los trazados en las dos mordidas eran aproximadamente iguales, pero los trazados determinados por la mordida oclusal funcional eran más regulares y congruentes. En el segmento de grupo registrado con la mordida con cubeta, las trayectorias de apertura / cierre de un sujeto se mostraron cruzadas y en las curvas de tiempo de tres sujetos

aparecieron picos de cambios de velocidad, pero ninguno fue estadísticamente diferente ($P > 0,05$). La investigación sugiere que la mordida oclusal funcional debe ser preferida en la evaluación de la función mandibular, ya que los trazados con la mordida con cubeta son más propensos a producir resultados positivos falsos. (174)

Reverdito et al. 2011, relatan un caso en el que evalúan la correlación entre los trayectos condilares y la guía incisiva registrados por axiografía computarizada (axiógrafo Cadiax® y Gamma dental software) y análisis por cefalometría funcional antes y después de la terapia con el aparato funcional FGBD (Function Generating Bite) para corrección de una mordida profunda. La axiografía computarizada y el análisis de cefalometría funcional se realizaron antes y después de la terapia, para evaluar la función de la articulación temporomandibular (TMJ). Los resultados mostraron una mejora de la morfología y simetría de los trazados axiográficos y en particular una muy buena coordinación entre el movimiento condilar y la guía incisal. (175)

Ahangari et al. 2012, en su estudio tienen como objetivo evaluar la exactitud del Cadiax Compact® II, un axiógrafo electrónico que registra la inclinación condilar horizontal (HCI), el ángulo de Bennett (BA) y la forma relativa de la eminencia articular. El Cadiax Compact® II fue montado en el articulador totalmente ajustable (gamma dental reference-SL). Después del ajuste de HCI y BA en los grados arbitrarios, se realizaron los movimientos excéntricos manualmente en el articulador. El Cadiax registró estos ángulos preajustados y la exactitud de sus registros se evaluó mediante la comparación de los resultados con el HCI preajustado, BA e insertos de color como referencias. La mayoría de las comparaciones mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las configuraciones de los articuladores y los registros del Cadiax. Sin embargo, la diferencia máxima fue de alrededor de 2,50 que parece aceptable para la práctica clínica. Concluyen que el Cadiax Compact® II es un instrumento preciso y fiable con fines de diagnóstico, que permite realizar mediciones reproducibles. A pesar de esto, Cadiax es un dispositivo técnicamente sensible lo que puede impedir su uso rutinario. (176)

Krzemien y Baron 2013, realizan un estudio en el que analizan axiográficamente la movilidad de los cóndilos de las articulaciones temporomandibulares en pacientes con edentulismo parcial en las secciones laterales, para tratar de especificar si el edentulismo parcial tiene un impacto sobre la gravedad de la función temporomandibular.

Cada paciente fue sometido a un examen clínico exhaustivo, incluyendo la axiografía realizada por medio del Cadiax Compact II®. Concluyen que fue posible observar alguna correlación entre el avance de la disfunción de la ATM, la extensión del edentulismo parcial y la abrasión de los dientes residuales. Y que para reconocer correctamente si un paciente parcialmente dentado también tiene TMD es necesario un análisis funcional detallado de la función estomatognática, con el apoyo del análisis biomecánico de la ATM realizado con el axiógrafo. (177)

Torabi et al. 2014, realizan un estudio clínico en 22 pacientes (14 hombres y 8 mujeres) para comparar el dispositivo de registro mandibular Cadiax Compact II (pantógrafo electrónico) con registros intraorales de rutina para medir las inclinaciones condilares. Los resultados mostraron que las diferencias entre Cadiax y registros intraorales fueron estadísticamente significativas para todas las mediciones. Las mediciones de Cadiax tuvieron una mayor correlación con los registros de silicona. Las cantidades de **ángulos de Bennett** registrados fueron menores y los valores de **inclinación condilar** sagital fueron mayores con Cadiax que con los registros intraorales rutinarios. (178)

Schierz et al. 2014, se plantean como objetivo de su estudio determinar la fiabilidad de las medidas obtenidas por axiografía computarizada (Cadiax Compact®II) del ángulo de inclinación de la trayectoria condilar (CPIA) y evaluar si la fiabilidad depende de la dentición mandibular. El CPIA sagital y transversal se midió mediante axiografía en dos sesiones separadas en pacientes protodóncicos, que se clasificaron en tres categorías de dentición: dentados, parcialmente dentados y edéntulos. Estas mediciones se repitieron tres veces en ambas sesiones sin retirar el axiograma computarizado. La dentición no tuvo un impacto significativo en la fiabilidad de las mediciones. El CPIA sagital pudo ser evaluado con fiabilidad satisfactoria usando axiografía computarizada, siendo independiente del estado de la dentición, que no tuvo un impacto estadísticamente significativo en las medidas. Las mediciones CPIA transversales demostraron una mala fiabilidad. Concluyen que la determinación electrónica del CPIA

sagital es un procedimiento confiable que puede aplicarse en pacientes independientemente del estado de la dentición mandibular. (179)

Prasad et al. 2015, en un estudio clínico comparan la **inclinación condilar** horizontal media obtenida mediante axiografía ultrasónica y de forma manual utilizando registros de mordida interoclusiva protrusiva, para observar si existe alguna diferencia marcada en los valores obtenidos por estas técnicas. El estudio se llevó a cabo en un grupo de 30 sujetos. Se utilizó el sistema de software Axioquick del articulador totalmente ajustable SAM III (School Articulator Munich), y el método manual utilizado en los articuladores semiajustables con Aluwax. Los resultados que obtuvieron fue que la inclinación condilar media por axiografía fué de 42.125° y la inclinación condilar media por registro interoclusal fué de $33,25^\circ$. La comparación de ambos valores mostró una diferencia de $8,88 \pm 4,03^\circ$, estadísticamente significativa ($P < 0,001$). (180)

Hue en 2016, registra y evalúa en su estudio formas características y patrones de inclinación de la trayectoria condilar durante la protrusión y apertura mandibular en sujetos completamente edéntulos. Estas características facilitan el establecimiento de registros de guía condilar en los articuladores. Después de localizar el movimiento del eje de la bisagra, registró y analizó las trayectorias condilares sagitales con un axiógrafo electrónico (AXIOCOMP, SAM). Los sujetos completamente edéntulos presentaron trayectorias condilares sagitales radicalmente diferentes en comparación con los pacientes dentados. Estas diferencias resultan de alteraciones en las relaciones disco cóndilo y cambios morfológicos en la estructura ósea. (181)

Botos et al. 2016, dan información completa sobre el uso clínico de la axiografía computarizada Cadiax Compact en la evaluación de la movilidad de la articulación temporomandibular en una paciente de 20 años de edad con anomalía esquelética de clase III y sometida a cirugía ortognática. Comparan los registros pre y posoperatorios de la axiografía del paciente con el fin de evaluar las modificaciones funcionales que aparecen. Confirman una mejora significativa de la función de la ATM tras el reposicionamiento del maxilar y la mandíbula a través de la cirugía ortognática. Concluyen que la axiografía computarizada es un método de investigación reproducible

y fiable en la evaluación de la función de TMJ en pacientes de cirugía ortognática, que facilita el seguimiento de la evolución de la funcionalidad de la ATM y que permite la evaluación comparativa de las dos TMJs. (157)

De los resultados obtenidos en nuestro estudio, podemos decir que no existen diferencias significativas entre los valores de la ITC y ángulo de Bennett hallados mediante un método u otro, (P=0,082 para ITC Derecho, P=0,436 para ITC Izquierdo) y (P=0,339 para Bennett Derecho, P=0,368 para Bennett Izquierdo) .

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

- 1) En los registros obtenidos de la **inclinación de la trayectoria condílea** con el arco facial Dentatus® y con el ARCUS®digma se observa que no existen diferencias significativas entre las medidas.
- 2) En los registros obtenidos del **ángulo de Bennett** con el arco facial Dentatus® y con el ARCUS®digma se observa que no existen diferencias significativas entre las medidas.
- 3) No existen diferencias significativas entre **sexos** en cuanto a los valores medios de ninguna variable.
- 4) No existen diferencias significativas entre grupos de **edad** en cuanto a los valores medios obtenidos en cualquiera de los dos aparatos (Arco Dentatus® y ARCUS®digma).
- 5) Existe una correlación inversa entre la edad y el valor de ITC izquierdo en el Arco Dentatus®, de forma que a mayor edad el valor de esta variable desciende.
- 6) El ARCUS®digma es un instrumento de manejo sencillo y cómodo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

1. Mauvezín M, Fernández JP, Segura-Mori L, Barletta C. Axiografía y registros posicionales en la determinación de la inclinación condílea. RCOE 2006;11(5-6):515-521.
2. Glossary of Prosthodontic Terms, 8th ed. J Prosthet Dent 2005;94(1):18.
3. Zakaria MR. A comparison between the horizontal condylar and Bennett Angles of Iraqi full mouth rehabilitation patients by using two different articulator systems (an in-vivo study). J Bagh Coll Dentistry 2016;28(1):26-35.
4. Lauritzen AG. Atlas de análisis oclusal. 1ª ed. Madrid:H.F. Martínez de Murguía Editores; 1977.
5. Hobo S, Takayama H. Oral rehabilitation: Clinical determinants of occlusion. Tokyo: Quintessence Publishing Co, Inc; 1997.
6. Bennett NG. A Contribution to the Study of the Movements of the Mandible. Proceedings of Royal Society of Medicine, Section of Odontology 1908;1:79-95 (Reprinted J Prosthet Dent 1958;8:41-54).
7. Boulos PJ, Adib SM, Naltchayan LJ. The Bennett angle. Clinical comparison of different recording methods. N Y State Dent J 2008;74(2):34-38.
8. Jiménez P. Cien años de estudio de la inclinación de la trayectoria condílea en la odontología española (1909-2009). Gaceta dental: Industria y profesiones 2009;206:150-169.
9. Isaacson D. A clinical study of the Bennett movement. J Prosthet Dent 1958;8(4):641-649.
10. Aull AE. Condylar determination of occlusal patterns. J Prosthet Dent 1965;15(5):826-849.
11. Royo-Villanova Pérez ML. Estudio experimental de ángulo de inclinación de la trayectoria condilar de la articulación temporomandibular en el plano sagital. Tesis Doctoral. UCM. 1980.
12. Casado Llompart JR, Saban Gutierrez L. Pantografía y oclusión III.-Resultados y conclusiones. Rev Esp Estomatol 1982;439-448.
13. Villa Gil MA, Rodríguez González MA, Costilla García S, Álvarez Arenal A, Del Campo Oliver A, Gómez Martínez JL. Un método para el estudio del ángulo de Bennet mediante tomografía axial computerizada. Rev Eur Odonto Estomatol 1989;1(4)233-238.

14. Celar AG, Tamaki K. Accuracy of recording horizontal condylar inclination and Bennet angle with the Cardiax compact. *J Oral Rehabil* 2002;29:1076-1081.
15. Hernández AI, Jasinevicius TR, Kaleinikova Z, Sadan A. Symmetry of horizontal and sagittal condylar path angles: an in vivo study. *J Cranio Mandib Pract* 2010;28(1):60-66.
16. Payne JA. Condylar determinants in a patient population: electronic pantograph assessment. *J Oral Rehabil* 1997;24:157-163.
17. Jasinevicius TR, Pyle MA, Lalumandier JA, Nelson S, Kohrs KJ, Sawyer DR. The angle of the articular eminence in modern dentate African-Americans and European-Americans. *J Cranio Mandib Pract* 2005;23(4):249-256.
18. García P, Brandín N, Del Río J. Medidas de inclinación de la trayectoria condílea y del ángulo de Bennet de la población occidental, actualización y revisión bibliográfica. *Cient dent* 2012;9(2):55-62.
19. Okeson J. Tratamiento de oclusion y afecciones temporomandibulares. 5ª ed. Madrid: Elsevier; 2003.
20. Forcén A, Ruiz M, Royo-Villanova M. Dinámica mandibular. Factores rectores de la oclusión dentaria. *Rev Eur Odontoestomatol* 2001;13(2):73-78.
21. Hellmann D. Fundamentos de la teoría funcional. 3ª parte: movimiento del maxilar superior. Quintessence técnica (ed esp) 2008;19(7):359-67.
22. Carballo V. Estudio sobre la relación entre la inclinación de la trayectoria condilar y los signos clínicos de patología de la articulación temporomandibular mediante el uso de un axiógrafo ultrasónico computerizado. Tesis Doctoral. URJC. 2012.
23. Forcén A, Ruiz M, Serrano I, Royo-Villanova M. Variaciones del ángulo de la pendiente condilar mediante registros axiográficos. *Rev Eur Odontoestomatol* 2005;17(1):27-34.
24. Ingervall B. Range of sagittal movement of the mandibular condyles and inclination of the condyle path in children and adults. *Acta Odontol Scand* 1972;30:67-87.
25. Katsavrias EG. Changes in articular eminence inclination during the craniofacial growth period. *Angle Orthod* 2002;72:258-264.
26. Mathew AL, Sholapurkar AA, Pai KM. Condylar Changes and Its Association with Age, TMD, and Dentition Status: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Dentistry* Volume 2011 (2011), Article ID 413639, 7 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2011/413639>.
27. Del Rio J, Lopez JF, Martínez JA. Determinación de la trayectoria condílea mediante registro extraoral (sistema Axio-Quick), en comparación con registros intraorales en cera. *Rev Eur Odontoestomatol* 1989;1(1):17-22.
28. Jasinevicius TR, Pyle MA, Nelson S, Lalumandier JA, Kohrs KJ, Sawyer DR. Relationship of degenerative changes of the temporomandibular joint (TMJ) with the angle of eminentia. *J Oral Rehabil* 2006;33:638-645.

29. Balkwill F. The best form and arrangement of artificial teeth for mastication. *Trans Odont Soc Great Britain* 1866;5:133-158.
30. Bonwill W. Articulation and articulators. *Trans Am Dent Assoc* 1864;4:76-79.
31. Luce C. The movements of the lower jaw. *Boston Med Surg J* 1889;121:8-11.
32. Starcke E. The history of articulators: early attempts to reproduce mandibular movements, part III: searching for the solution to a puzzle. *J Prosthodont* 2000;9:217-222.
33. Ventura J, Domínguez P, Cañadas D, Jiménez-Castellanos E. Fiabilidad y validez de los diferentes sistemas de registros de la inclinación de la trayectoria condilar (ITC). Revisión bibliográfica. *Av Odontoestomatol* 2007;23(2):83-90.
34. Posselt U, Nevstedt P. Registration of the condyle path inclination by intraoral wax records-its practical value. *J Prosthet Dent* 1961;11(1):43-47.
35. Forcén A, Ruiz M, Royo-Villanova M, Pérez D. Estudio de las variaciones del ángulo de inclinación de la trayectoria condilar mediante registros posicionales. *Rev Eur Odonto-Estomatología* 2003;15(3):141-150.
36. Alonso AA, Albeertini JS, Bechelli AH. Oclusión y diagnóstico en rehabilitación oral. 1 ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2004.
37. Posselt UP, Franzen G. Registration of the condyle path inclination by intraoral wax records: variation in three instruments. *J Prosthet Dent* 1960;10(3):441-454.
38. El-Gheriani AS, Winstanley RB. Graphic tracings of condylar paths and measurements of condylar angles. *J Prosthet Dent* 1989;61(1):77-87.
39. Zamacona JM, Otaduy E, Aranda E. Study of the sagittal condylar path in edentulous patients. *J Prosthet Dent* 1992;68(2):314-317.
40. Loster JE, Wieczorek A, Ryniewicz WI. Condylar guidance angles obtained from panoramic radiographic images: An evaluation of their reproducibility. *Dent Med Probl* 2017;54(1):35-40.
41. Winstanley RB. The hinge-axis: a review of the literature. *Journal of Oral Rehabilitation* 1985;12:135-168.
42. Slavicek R. Clinical and instrumental functional analysis for diagnosis and treatment planning. Part 5. Axiography. *J Clin Orthod* 1988;22(10):656-667.
43. Lee RL. Jaw movements engraved in solid plastic for articular controls. I. Recording apparatus. *J Prosthet Dent* 1969;22(2):209-24.
44. Mani G. Systeme simplifie d'enregistrement du trajet condiliere et du mouvement lateral immediat. *Revue Suisse Odonto Stomatologie* 1981;1:241.

45. Nagy WW, Smithy TJ, Wirth CG. Accuracy of a predetermined transverse horizontal mandibular axis point. *J Prosthet Dent* 2002;87:387-94.
46. Bates RE Jr, Welsh BB, Stewart CM. Temporomandibular joint disk position as determined by a simple recorder. *J Prosthet Dent* 1986;56:221-224.
47. Mauderli AP, Lundeen HC, Loughner B. Condylar movement recordings for analyzing TMJ derangements. *J Craniomandib Disord* 1988;2:119-127.
48. Alsawaf MM, Garlapo DA. Influence of tooth contact on the path of condylar movements. *J Prosthet Dent* 1992;67:394-401.
49. Parlett K, Paesani D, Tallents RH, Hatala MA. Temporomandibular joint axiography and MRI findings: A comparative study. *J Prosthet Dent* 1993;70(6):521-531.
50. Theusner J, Plesh O, Curtis DA, Hutton JE. Axiographic tracings of temporomandibular joint movements. *J Prosthet Dent* 1993;69:209-215.
51. Landes C, Walendzik H, Klein C. Sonography of the temporomandibular joint from 60 examinations and comparison with MRI and axiography. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 2000;28:352.
52. Piancino MG, Roberi L, Frongia G, Revertito M, Slavicek R. Computerized axiography in TMD patients before and after therapy with function generating bites. *Journal of Oral Rehabilitation* 2008;35:88-97.
53. Bumann A, Lotzman U. Atlas de diagnóstico funcional y principios terapéuticos en odontología. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2000.
54. Slavicek R. Clinical and instrumental functional analysis for diagnosis and treatment planning. Part 7. Computer-aided axiography. *J Clin Orthod* 1988;22(12):776-787.
55. Slavicek R. Clinical and instrumental functional analysis for diagnosis and treatment planning. Part 6: Computer-aided diagnosis and treatment planning system. *J C O* 1988;22(11):718-729.
56. Gsellmann B, Schmid-Schwap E, Piehslinger E, Slavicek R. Lengths of condylar pathways measured with computerized axiography (CADIAX) and occlusal index in patients and volunteers. *Journal of Oral Rehabilitation* 1998;25:146.
57. Martinez Gil-Ortega A. Análisis comparativo de tres métodos de registro de la relación céntrica y la axiografía. Tesis Doctoral. UCM. 2013.
58. Fushima K, Sato S, Suzuki Y, Kashima I. Horizontal condylar path in patients with disc displacement with reduction. *Cranio* 1994;12:78-86.
59. Deguchi T, Uematsu S, Mimura H. Case report KY: functional analysis of a follow-up chin cup patient with TMJ pain. *Angle Orthod* 1998;68:425-430.
60. Baba K, Tsukiyama Y, Yamazaki M, Clark GT. A review of temporomandibular disorder diagnostic techniques. *J Prosthet Dent* 2001;86:184-194.

61. Kucukkeles N, Ozkan H, Ari-Demirkaya A, Cilingirturk AM. Compatibility of mechanical and computerized axiographs: a pilot study. *J Prosthet Dent* 2005;94(2):190-194.
62. Ruiz Mirete P. Descripción clínica de la axiografía. Diagnóstico e interpretación de sus trazados. Quintessence (ed. esp) 1992;5:282-291.
63. Piehslinger E, Ertl L. Computerized axiography for standardized evaluation of TMJ function and dysfunction. *Medinfo* 1995; 8 Pt 2:1303-1304.
64. Piehslinger E, Bigenzahn W, Celar A, Slavicek R. The effect of occlusal splint therapy on different curve parameters of axiographic TMJ tracings. *Cranio* 1995; 13(1):35-41.
65. Moritz M, Behr M, Held P, Dammer R, Niederdellmann H. Comparative study of results of electronic axiography with results of magnetic resonance imaging including MRI-assisted splint therapy. *Acta Stomatol Belg* 1995; 92 (1):35-38.
66. Bernhardt O et al. Craniomandibular disorders-comparative investigations with clinical examination and electronic axiography. *Anat Anz* 1999;181(1):51-53.
67. Piehslinger E, Schimmerl S, Celar A, Crowley C, Imhof H. Comparison of magnetic resonance tomography with computerized axiography in diagnosis of temporomandibular joint disorders. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1995; 24(1 Pt 1):13-19.
68. Bracco P, Deregibus A, Piscetta R, Giaretta G A. TMJ clicking: a comparison of clinical examination, sonography, and axiography. *Cranio* 1997;15(2):121-126.
69. Cárdenas A, Del Castillo R, Rodríguez M, Muñoz AB, Montero J, Ruiz M. Registro de la dinámica temporomandibular mediante ultrasonidos con ARCUS digma de KaVo. *Av Odontoestomatol* 2003;19(3):131-139.
70. Piancino MG, Cirillo S, Frongia G, Cena F, Bracco AA, Bracco P. Axiography and MRI in the diagnosis of temporomandibular joint pathology. *J Stomat Occ Med* 2009;2:50-59.
71. Piehslinger E, Celar AG, Celar RM, et al. Computerized axiography: principles and methods. *Cranio* 1991;9:344-355.
72. Chang W, Romberg E, Driscoll C, Tabacco M. An in vitro evaluation of the reliability and validity of an electronic pantograph by testing with five different articulators. *J Prosthet Dent* 2004(92):83-89.
73. Starcke EN. History of articulators: from facebows to the Gnatograph. A brief history of early devieces developed for recordings condylar movement. Part II. *J Prosthodont* 2002;11:53-62.
74. Mongini F. Relationship between the temporomandibular joint and pantographic tracings of mandibular movements. *J Prosthet Dent* 1980;43(3):331-337.
75. Ventura J, Domínguez P, Cañadas D, Jiménez-Castellanos E. Estudio piloto comparativo de la fiabilidad en la valoración de la ITC entre Arcus Digma y Axio-Quic. *Rev Eur Odontoestomatol* 2004:1-8.

76. Cakir-Ozkan N, Sarikaya B, Erkorkmaz U, Aktürk Y. Ultrasonographic evaluation of disc displacement of the temporomandibular joint compared with magnetic resonance imaging. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68(5):1075-1080.
77. Elias FM, Birman EG, Matsuda CK, Oliveira IR, Jorge WA. Ultrasonographic findings in normal temporomandibular joints. *Pesqui Odontol Bras* 2006;20(1):25-32.
78. Yamada K, Tsuruta A, Hanada K, Hayashi T. Morphology of the articular eminence in temporomandibular joints and condylar bone change. *J Oral Rehabil* 2004 May;31(5):438-444.
79. Baqaien MA, Barra J, Muessig D. Computerized axiographic evaluation of the changes in sagittal condylar path inclination with dental and physical development. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2009;135(1):88-94.
80. Slavicek R. Clinical and instrumental functional análisis for diagnosis and treatment planning. *Revue Orthopedie Dento-facial* 1983;17:417-421.
81. Ayala J, Gutierrez G, Obach JM. Registro con arco facial. Edited: Dr. Robert E. Williams 2011. Roth Williams Center for Functional Occlusion Instructors. [https://www.ad2usa.com/images/document/AD2%20Facebow%20Manual%20\(Spanish\)%203-7-11.pdf](https://www.ad2usa.com/images/document/AD2%20Facebow%20Manual%20(Spanish)%203-7-11.pdf)
82. Ercoli C, Graser GN, Tallents RH, Galindo D. Face-bow record without a third point of reference: theoretical considerations and alternative technique. *J Prosthet Dent* 1999; 82(2):237-41.
83. Choi DG, Bowley JF, Marx DB, Lee S. Reliability of an ear-bow arbitrary face-bow transfer instrument. *J Prosthet Dent* 1999;82(2):150-156.
84. Forcén A, Ruiz MT, Royo-Villanova ML. Arcos faciales. Nueva clasificación. *Rev Eur Odontoestomatol* 1998;10(2):67-70.
85. Likeman PR, Cabot LB. A study on the use of the dentatus AEB face bow and its modification as an ear bow. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1999;7:85-88.
86. Pessina E, Bosco M, Vinci AM. Articuladores y arcos faciales en prótesis odontológica y gnatología. 1ªed. Barcelona: Masson; 1995.
87. Castillo R, del Rio J, Sanchez A, Serrano B. El articulador semiajustable. *Gaceta dental: Industria y profesiones* 2003;135:46-66.
88. Yanus MS, Finger IM, Weinberg R. Comparison of a universal mounting jig to a face-bow. *J Prosthet Dent* 1983;49:623-627.
89. Goska JR, Christensen LV. Comparison of the cast positions by using four face-bows. *J Prosthet Dent* 1988;59:42-44.

90. Angyal J, Keszthelyi G. Testing the reliability of face bow registration. *Fogorv Sz* 1993;86:291-294.
91. Likeman PR, Cabot LB. A study on the use of the dentatus AEB face bow and its modification as an ear bow. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1999;7:85-88.
92. Forcén Báez A. Transferencia craneomaxilar. Comparación de dos tipos de arcos faciales. *Rev Eur Odontoestomatol* 1998;10:39-42.
93. Farias-Neto A, Dias AH, de Miranda BF, de Oliveira AR. Face-bow transfer in prosthodontics: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil* 2013;40(9):686-692.
94. Palik JF, Nelson Dr, White JT. Accuracy of an earpiece face-bow. *J Prosthet Dent* 1985;53:800-804.
95. Jiménez-Castellanos E, Cañadas D, Cordero E. Importancia del eje terminal de bisagra en la transferencia al articulador. Trabajo experimental. *Av Odontoestomatol* 1992;8:613-617.
96. Domínguez-Cardoso P, Jiménez-Castellanos Ballesteros E, Ventura de la Torre J, Cañadas-Rodríguez D. Transferencia en el centro real de rotación condilar o en el centro promedio: influencia sobre las trayectorias de trabajo y no trabajo. *RCOE* 2004, Vol 9, Nº6, 633-639.
97. Dentatus articulador. Instrucciones de uso articulador dentatus tipo ARH y ARL. Dentatus AB, Stockholm, Sweden 2014. www.dentatus.com.
http://dentatus.com/wp-content/uploads/2014/12/BL-504-00-ES_2014-10-final-small.pdf
98. Hayashi T, Ito J, Koyama J, et al. The accuracy of sonography for evaluation of internal derangements of the temporomandibular Joint in asymptomatic elementary school children. Comparison with MR and CT. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001;22.
99. Pröschel P, Morneburg P, Hugger A, Kordaß B, Ottl P, Niedermeier W, Wichmann M. Articulator related registration. A simple concept for minimizing eccentric occlusal errors in the articulator. *Int J Prosthodont* 2002;15:289-294.
100. Yatabe M, Zwijnenbrutg A, Megens CC, Naeije M. The kinematic center: a reference for condylar movements. *J Dent Res* 1995;74(10):1664-1668.
101. Kavo EWL GmbH Leutkirch Germany. Arcus Digma manual instructions.
102. Igualada ME. Estudio sobre la relación entre signos y síntomas clínicos de patología de la articulación temporomandibular y los registros gráficos obtenidos con un axiográfico ultrasónico computerizado. Tesis Doctoral. URJC. 2013.

103. Terajima M, Endo M, Aoki Y, Yuuda K, Hayasaki H, Goto TK, et al. Four-dimensional analysis of stomatognathic function. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(2):276-287.
104. Forcén A, Martínez-Lage J.F., Ruiz M.T. Articuladores: historia, fundamentos y consideraciones clínicas. *Rev Eur Odontoestomatol* 2011 Publicado el: 11/01/2011 16:55:12. <http://www.redoe.com/ver.php?id=117>.
105. Clark JR, Hutchinson I, Sandy JR. Functional occlusion: II. The role of articulators in orthodontics. *J Am Dent Assoc* 2001;28(2):173-177.
106. Tamaki K, Celar AG, Beyrer S, Aoki H. Reproduction of excursive tooth contact in an articulator with computerized axiography data. *J Prosthet Dent* 1997;78:373-384.
107. Rinchuse DJ, Kandasamy S. Articulators in orthodontics: An evidence-based perspective. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129(2):299-308.
108. Jain AR. Articulators through the years revisited: from 1751-1970. *Int J Pharm Bio Sci* 2016;7(3):880-888.
109. Wachtel HC, Curtis DA. Limitations of semiadjustable articulators. Part I: Straight line articulators without setting for immediate side shift. *J Prosthet Dent* 1987;58:438-442.
110. Bellanti ND. The significance of articulator capabilities. Part I: adjustable vs. semiadjustable articulators. *J Prosthet Dent* 1973;29:267-275.
111. Cabot LB. Using articulators to enhance clinical practice. *Br Dent J* 1998;184:272-276.
112. Gutiérrez ME, Grau I, Lauzardo G. Importancia del articulador semiajustable en la rehabilitación. *Rev Cubana Estomatol* [online]. 2003;40(2):0-0. 1561-297X.
113. Peraire M, Martínez-Gomis J, Anglada J, Bizar J, Nogués L, Saisench J. Factores que alteran la exactitud y precisión en la determinación del ángulo de la guía condílea mediante registros de cera con un articulador semiajustable. *Rev Eur Odontoestomatol* 2002;14:257-262.
114. Arroyo G, Orozco A, Ventura J, Cañadas D, Jiménez-Castellanos E. Estudio piloto in vitro para determinar la precisión del ARCUSdigma en la determinación de posiciones condilares. *Av Odontoestomatol* 2008;24(5):333-341.
115. Hoffman PJ, Silverman SI, Lawrence G. Comparison of condylar position in centric relation and in centric occlusion in dentulous subjects. *J Prosthet Dent* 1973;30(4):582.
116. Harper RP, Schneiderman E. Condylar movement and centric relation in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *J Prosthet Dent* 1996;75:67-71.
117. Gregory J. Tarantola. Irwin M. Becker, Henry Gremillion. The reproducibility of centric relation: a clinical approach. *JADA* 1997;128:1245-1251.

118. Castellsague M, Masdevall J, Revilla A, Sabria J. Artículo de revisión. Disfunción craneomandibular. Revisión bibliográfica del año 1997. Archivos de Odontoestomatología 1998;14(7):415- 428.
119. Crawford SD. Condylar axis position, as determined by the occlusion and measured by the CPI instrument, and signs and symptoms of temporomandibular dysfunction. Angle Orthod 1999;69(2):103-114.
120. Pullinguer AG, Seligman A, John MT. Multifactorial modeling of temporomandibular anatomic and orthopedic relationships in normal versus undifferentiated disk displacement joints. J Prosthet Dent 2002;87:289-297.
121. Kogawa, E.M., Risso Lopes, L.F., Thiemi Kato M. Centric relation registration: intra and interexaminer agreement after a calibration program. Pesqui Odontol Bras 2003;17(3).
122. Tsuruta A, Yamada K, Hanada K. The relationship between morphological changes of the consyle and consylar positions in the glenoid fossa. J Orofac Pain 2004;18:148-155.
123. Santosa RE, Azizi M, Whittle T, Wanigaratne K. The influence of the leaf gauge and anterior jig on jaw muscle electromyography and condylar head displacement: a pilot study. Australian Dental Journal 2006;51(1):33-41.
124. Karl PJ, Foley TF. The use of a deprogramming appliance to obtain centric relation records. Angle Orthodontist 1999;69(2):117-123.
125. Roger A, Solow. The anterior acrylic resin platform and centric relation verification: a clinical report. J Prosthet Dent 1999;81:255-257.
126. Paixao F, Buarque A, Silva A. Evaluation of the reproducibility of two techniques used to determine and record centric relation in Angle's class I patients. J Appl Oral Sci 2007;15(4):275-279.
127. Kobs G, Didziulyte A, Kirlys R, Stacevicius M. Reliability of ARCUSdigma (KaVo) in diagnosing temporomandibular joint pathology. Stomatologija 2007;9(2):47-55.
128. Ferrán M. SPSS para Windows. Programación y Análisis Estadístico. 1ªed. Madrid: Mc Graw Hill;1996.
129. Calatayud J, Martín G. Bioestadística en la investigación odontológica. 1ª ed. Madrid: Pues SL; 2002.
130. Sánchez M, Frutos G, Cuesta PL. Estadística y matemáticas aplicadas.: Editorial Síntesis; 1996.

131. Miyamae Shin; Yoshinobu, Tanaka; Kazumoto, Hoshiai; Taizo, Sugimoto; Hideaki, Hirai; Toshikiyo, Miyata; Kiyohiko, Nomura; Isao, Ohta. Overview and Investigation on the Clinical Application of a New Digital Mandibular Movement Analyzer : ARCUS® digma — Evaluation Based on Reproducibility of the Condylar Path—. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi* 47(3):545-553.
132. Bakalczuk M, Bozyk A, Iwanek M, Borowicz J, Sykut J, Kleinrok J. Diagnostic abilities of three-dimensional electronic axiography on the basis of ARCUSdigma device. *Ann Univ Marie Ciuri Skolodowka Med* 2004;59:324-327.
133. Glazer, B. The Protar Articulator and the Arcus Digma. *Oral Health* 2004; 94(part 11):8-13.
134. Li HB, Wu GX, Zhang H, Feng HL, Li YS. The preliminary study of three - dimensional simulation of the craniofacial system. *Zhonghua Kou Qiang Xue Za Zhi* 2005;40:405-407.
135. Kiss G, Kiss P, Pacz M. Functional investigation of the stomatognathic system attached to an ultrasound computer module. *Fogorv Sz* 2005;98(4):145-152.
136. Dodić S, Stanisić-Sinobad D, Vukadinović M. The relationship of occlusal disharmonies and symptoms of temporomandibular disorders. *Srp Arh Celok Lek* 2006;134(9-10):380-385.
137. Cheng HJ, Chen YQ, Geng Y, Zhang FQ. The effect of the position of artificial premature on mandible moving track during opening movement. *Shanghai Lou Qiang Xue* 2006;15:356-359.
138. Stiesch-Scholz M, Demling A, Rossbach A. Reproducibility of jaw movements in patients with craniomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 2006;33:807-812.
139. Baker PJ, Setchell DJ, Tredwin CJ. Reproduction of articulator settings and movements with an ultrasonic jaw movement recorder. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2006;14(2):55-62.
140. Cheng HJ, Chen YQ, Geng Y, Zhang FQ. Effect of position of artificial occlusal interference on mandible moving track during protrusive movement. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2007;16(1):42-45.
141. Lippold C, Hoppe G, Moiseenko T, Ehmer U, Danesh G. Analysis of condylar differences in functional unilateral posterior crossbite during early treatment--a randomized clinical study. *J Orofac Orthop* 2008;69(4):283-296.
142. Cheng HJ, Chen YQ, Geng Y, Zhang FQ. Effect of position of artificial occlusal interference on mandible moving track during lateral movement. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2008;17(1):55-59.

143. Wang D, Fu H, Zeng R, Yang X. Changes of mandibular movement tracings after the correction of mandibular protrusion by bilateral sagittal split ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(10):2238-2244.
144. Sinobad V, Dodić S, Strajnić L, Vukadinović M. The effects of orthognathic surgery on mandibular movements in patients with mandibular prognathism. *Srp Arh Celok Lek.* 2012;140(11-12):704-710.
145. Sójka A, Huber J, Kaczmarek E, Hędzerek W. Evaluation of mandibular movement functions using instrumental ultrasound system. *J Prosthodont* 2017;26(2):123-128.
146. Dai F, Wang L, Chen G, Chen S, Xu T. Three-dimensional modeling of an individualized functional masticatory system and bite force analysis with an orthodontic bite plate. *Int J Comput Assist Radiol Surg* 2016;11(2):217-229.
147. Frisoli M, Edelhoff JM, Gersdorff N, Nicolet J, Braidot A, Engelke W. Comparative study using video analysis and an ultrasonic measurement system to quantify mandibular movement. *Cranio* 2017;35(1):19-29.
148. Nilo C, Arcos D, Monsalve C, Frugone-Zambra R. Movimientos mandibulares y posición de centricidad mandibular post utilización de un jig modificado de lucia. *Rev Nac Odontol* 2017;12(24): doi: xxx.
149. Fasold, A Kordaß, B Bumann, A. Correlation Between Biomechanical Loading Vectors and Etiological Factors of CMD as Additional Examination of Functional Analysis - Basics of EAEF and Evaluation. *ZWR Zahnärzteblatt* 2012;121(3): 90-92.
150. Lee DI, Lee CH, Son MK, Chung CH, Kang DW. Comparison of condylar guidance using ARCUSdigma 2 and Checkbite. *J Korean Acad Prosthodont* 2013;51(3):153-159.
151. Cimić S, Simunković SK, Badel T, Dulčić N, Alajbeg I, Catić A. Measurements of the sagittal condylar inclination: intraindividual variations. *Cranio* 2014;32(2):104-109.
152. Wieckiewicz M, Zietek M, Nowakowska D, Wieckiewicz W. Comparison of selected kinematic facebows applied to mandibular tracing. *Biomed Res Int* 2014, Article ID 818694, 5 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/818694>.
153. Cimić S, Simunković SK, Suncana Simonić Kocijan, Matijević J, Dulčić N, Catić A. Articulator-related registration and analysis of sagittal condylar inclination. *Acta Clin Croat* 2015;54(4):432-437.
154. Khudoroshkov YG, Khomutova EY, Savchenko RK, Grigorovich ESh. Interrelationship wisdom teeth dystopia and internal TMJ disorders: a clinical case. *Stomatologija (Mosk)* 2015;94(5):82-85.

155. Cimic S, Simunkovic SK, Catic A. The relationship between Angle type of occlusion and recorded Bennett angle values. *J Prosthet Dent* 2016;115(6):729-735.
156. Ikeda M, Miyamoto JJ, Takada JJ, Moriyama K. Association between 3-dimensional mandibular morphology and condylar movement in subjects with mandibular asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151(2):324-334.
157. Botos AM, Mesaros AS, Zimbran AI. The contribution of computerized axiography to the functional evaluation of the temporomandibular joint: a case report. *Clujul Med* 2016;89(3):438-442.
158. Petrie C, Woolsey G, Williams K. Comparison of recordings obtained with computerized axiography and mechanical pantography at 2 time intervals. *J Prosthodont* 2003;12:102-110.
159. Chang WS, Romberg E, Driscoll CF, Tabacco MJ. An in vitro evaluation of the reliability and validity of an electronic pantograph by testing with five different articulators. *J Prosthet Dent* 2004;92(1):83-89.
160. WeBling F, KordaB B, Schwahm B. Klinischer Vergleich der elektronischen Messsysteme Gamma-Cadiax und JMA. *Zahnärztl Welt* 2000;109:603-609.
161. Wagner A, Seemann R, Schicho K, Ewers R, Piehslinger E. A comparative analysis of optical and conventional axiography for the analysis of temporomandibular joint movements. *J Prosthet Dent* 2003;90:503-509.
162. Bernhardt O, Kuppers N, Rosin M, Meyer G. Comparative tests of arbitrary and kinematic transverse horizontal axis recordings of mandibular movements. *J Prosthet Dent* 2003;89(2):175-179
163. Forcén A, Ruiz M, Serrano I. Axiografía, un estudio sobre su fiabilidad y validez. *Rev Eur Odontoestomatol* 2004;16:39-44.
164. Dos Santos Jr J, Nelson S, Nowlin T. Comparison of condylar guidance setting obtained from a wax record versus an extraoral tracing: a pilot study. *J Prosthet Dent* 2003;89:54-59.
165. Boulos PJ, Adib SM, Naltchayan LJ. The horizontal condylar inclination: clinical comparison of different recording methods. *Gen Dent* 2007;55(2):112-116.
166. Domínguez Fresco M, Jiménez-Castellanos E. Valoración de la ITC mediante registros gráficos y plásticos. Estudio experimental sobre 25 casos. *Rev Eur Odontoestomatol* 1989;1:365-370.

167. Reicheneder C, Gedrange T, Baumert U, Faltermeier A, Proff P. Variations in the inclination of the condylar path in children and adults. *Angle Orthod* 2009;79(5):958-963.
168. Rammelsberg P, Pospiech P, May HC, Gernet W. Evaluation of diagnostic criteria from computerized axiography to detect internal derangements of the TMJ. *Cranio* 1996;14(4):286-295.
169. Schwahn B, Bernhardt O, Genz T, Meyer G, Biffar R. Kranio-mandibuläre Dysfunktion: Vergleichende Untersuchung mit Hilfe der SAS- Achsographie und des MRT. *Dtsch Zahnärztliche Z* 1996;51:420-423.
170. Leader JK, Boston JR, Rudy TE, Greco CM, Zaki HS. The influence of mandibular movements on joint sounds in patients with temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 1999;81(2):186-195.
171. Yoon HJ, Zhao KD, Rebellato J, An KN, Keller EE. Kinematic study of the mandible using an electromagnetic tracking device and custom dental appliance: introducing a new technique. *J Biomech* 2006;39(12):2325-2330.
172. Seedorf H, Scholz A, Kirsch I, Fenske C, Jude HD. Pivot appliances - is there a distractive effect on the temporomandibular joint?. *J Oral Rehabil* 2007;34(1):34-40.
173. Baltali E, Zhao KD, Koff MF, Durmuş E, An KN, Keller EE. Kinematic assessment of the temporomandibular joint before and after partial metal fossa eminence replacement surgery: a prospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(7):1383-1389.
174. Han BJ, Kang H, Liu LK, Yi XZ, Li XQ. Comparisons of condylar movements with the functional occlusal clutch and tray clutch recording methods in CADIAX system. *Int J Oral Sci* 2010;2(4):208-214.
175. Reverdito M, Piancino MG, Frongia G, Bracco AA, Fresi MG, Debernardi CL, Bracco P. Functional cephalometry analysis and computerized axiography before and after therapy with "Function Generating Bite" in a deep bite patient. *J Stomat Occ Med* 2011;4:67-71.
176. Ahangari AH, Torabi K, Pour SR, Ghodsi S. Evaluation of the Cadiax Compact® II accuracy in recording preadjustable condylar inclinations on fully adjustable articulator. *J Contemp Dent Pract* 2012;13(4):504-508.
177. Krzemien´ J, Baron S. Axiographic and clinical assessment of temporomandibular joint function in patients with partial edentulism. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 2013;15(1):9-26.
178. Torabi K, Pour SR, Ahangari AH, Ghodsi S. A clinical comparative study of Cadiax Compact II and intraoral records using wax and addition silicone. *Int J Prosthodont* 2014;27(6):541-543.

179. Schierz O, Klinger N, Schön G, Reissmann DR. The reliability of computerized condylar path angle assessment. *Int J Comput Dent* 2014;17(1):35-51.
180. Prasad KD, Shetty M, Chandy BK. Evaluation of condylar inclination of dentulous subjects determined by axiograph and to compare with manual programming of articulators using protrusive interocclusal record. *Contemp Clin Dent* 2015;6(3):371-374.
181. Hue O. The Sagittal Condylar Paths in Edentulous Patients: Analysis with Computerized Axiography. *Int J Prosthodont* 2016;29(1):11-16.

ANEXO

8. ANEXO

8.1 HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LOS PACIENTES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

Fecha:

Caso número:

Yo, Dn/Dña

Edad / Sexo

doy mi consentimiento para participar en el estudio Observacional Descriptivo y Odontológico, con método no invasivo, realizado por el Dr. José Luis Sanz Chinesta.

Los pacientes participantes en el estudio provienen de las consultas del Dr Sanz, ubicadas en la calle Grabador Esteve 7, piso 2, pta 3, código postal 46004 y en la calle Barraca 97, piso 1, pta 1, código postal 46011; teléfono 96-356-30-70, email: jlsanzc@infomed.es , ambas en Valencia capital y en las que se lleva a cabo dicho estudio.

Se me van a realizar mediciones con un arco facial convencional (marca Dentatus) y con otro arco facial que funciona con ultrasonidos (Arcus Digma de la marca Kavo) que registra sus mediciones por medio de un ordenador. El arco facial es un instrumento que permite transferir la posición de las arcadas dentarias del paciente a un articulador, que es un aparato mecánico que representa las articulaciones mandibulares y componentes de los maxilares al que se incorporan los modelos dentarios en yeso del paciente del maxilar y de la mandíbula para simular su movimiento. Su función es actuar como si fuera un paciente en ausencia del mismo. Y también se me tomarán unas impresiones de mis arcadas dentarias, así como unas ceras de mordida, para poder montar mis modelos dentarios en un articulador con ayuda del arco facial convencional, y así poder practicar unas mediciones y ver si hay diferencias. El objetivo de este proyecto de investigación es establecer una comparativa de precisión entre ambos arcos faciales, para determinar si el arco ultrasónico Digma aporta mayor utilidad y comodidad para su uso posterior en mediciones en pacientes con trastornos de las articulaciones de la mandíbula.

Puedo revocar mi consentimiento a la participación en este proyecto en cualquier momento y sin tener que dar ninguna justificación para ello.

El procedimiento me ha sido explicado a fondo por el doctor en cuestión, ventajas e inconvenientes de las técnicas usadas, y estoy dispuesto/a a participar en este estudio sin ninguna coacción o presión.

Presto mi consentimiento para que se lleven a cabo las exploraciones arriba mencionadas.

Firma del Paciente

8.2 HOJA DE PROTECCIÓN DE DATOS DE CARÁCTER PERSONAL PARA LOS PACIENTES
PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

Le informamos en cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, que los datos que usted nos ha proporcionado pasarán a formar parte de la base de datos de historias clínicas cuyo responsable es el Dr José Luis Sanz Chinesta. Podrá ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición de sus datos mediante carta dirigida a calle Grabador Esteve, 7, 2º, pta 3 , 46004 , Valencia. El Dr José Luis Sanz Chinesta le garantiza la adopción de las medidas de seguridad oportunas para garantizar el tratamiento confidencial de dichos datos.

Fdo: José Luis Sanz Chinesta

Responsable fichero de protección de datos.

En.....a.....de.....

Nombre y Apellidos del paciente:

Firma

8.3 HOJA DE REGISTROS DEL ARCO DENTATUS Y DEL ARCUS® DIGMA

RESULTADOS										
PARTICIPANTES			Arco Dentatus		Arco Dentatus		Arcus Digma		Arcus Digma	
Nº	SEXO	EDAD	ITC Der	ITC Izq	B Der	B Izq	ITC Der	ITC Izq	B Der	B Izq
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

D. Ángel Gil de Miguel, Presidente del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Rey Juan Carlos,

CERTIFICA

Que este Comité ha evaluado el proyecto de investigación titulado:

ESTUDIO COMPARATIVO DE VALORES DE ITC (INCLINACIÓN TRAYECTORIA CONDÍLEA) Y ÁNGULO DE BENNET REGISTRADOS CON ARCUS DIGMA Y TOMA DE ARCO FACIAL PARA ARTICULADOR SEMIAJUSTABLE

Con número de registro interno: 030620166116

y considera que:

- Se cumplen los requisitos éticos necesarios del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para los participantes.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

Por lo que ha decidido emitir un dictamen **FAVORABLE** para la realización de dicho proyecto, cuyo investigador principal es Don **JOSÉ LUIS SANZ CHINESTA**.

Lo que firmo en Mostoles a 19 de Octubre de 2016.



Firmado: D. Ángel Gil de Miguel

