



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO FUNCIONAL DEL ASENTAMIENTO OCLUSAL POST-ORTODÓNICO

TESIS DOCTORAL

Doctorando: Eugenio María Cordero Acosta

Directores: Prof. Dr. D. Emilio Jiménez- Castellanos Ballesteros
Prof. Dr. D. Diego Cañadas Rodríguez

Sevilla 2015-2016

Dedicatoria

A mi familia, por el tiempo al que han renunciado.

Dedicatoria

*A mi hermano Juan Luis, y a su esposa Dori,
ejemplo de profesionales sanitarios íntegros,
solidarios y comprometidos.*

INDICE

1. Perspectiva histórica	6
2. La controversia de la oclusión en ortodoncia	11
2.1 Cuestiones generales	11
2.2 Esquemas de oclusión funcional en ortodoncia	13
2.3 Revisión crítica de la literatura	20
2.4. Resumen	44
3. El asentamiento oclusal	46
3.1 Generalidades	46
3.2 Revisión de la literatura	48
3.3 Resumen	55
4. El sistema de análisis oclusal T Scan III	57
4.1 Descripción del equipo	57
4.1.1 Generalidades	57
4.1.2 Fundamentos biológicos	58
4.2 Revisión de la literatura	64
5. Planteamiento del problema	75
6. Material y métodos	76
6.1 Configuración de la muestra	76
6.2 Metodología	77
6.3 Análisis estadístico	79
7. Resultados	86
8. Discusión	101
9. Conclusiones	111
10. Referencias bibliográficas	112
11. Anexos	118

ABREVIATURAS

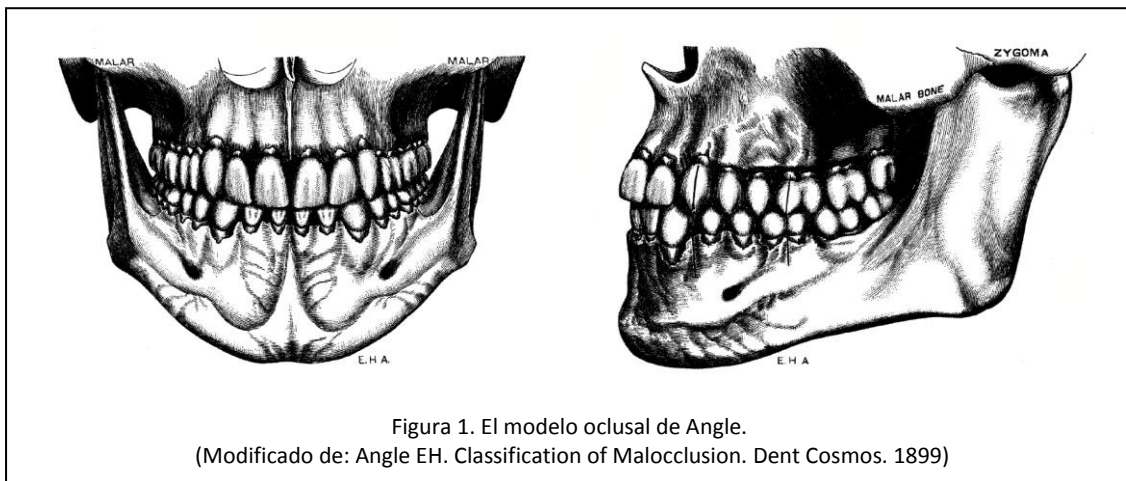
COF	Centro de fuerzas
DCM [†]	Disfunción(es) cráneo-mandibular(es)
DTL	Tiempo de disclusión en lateralidad izquierda
DTP	Tiempo de disclusión en protrusiva
DTR	Tiempo de disclusión en lateralidad derecha
DTM [†]	Disfunción(es) témporo-mandibular(es)
EMG	Electromiografía
F	Femenino
Fig.	Figura
mm	milímetro(s)
M	Masculino
MI*	Máxima intercuspidación
OT	Tiempo de oclusión
PI*	Posición intercuspídea
PRC	Posición retruída de contacto
RC	Relación céntrica
RMN	Resonancia magnética nuclear
SDDM	Síndrome de dolor y disfunción miofascial
TC	Tomografía coputarizada
THC	Tomografía de haz cónico
TS	T-Scan
TTM [†]	Trastorno/s temporo-mandibular(es)

[†] Términos equivalentes

* Términos equivalentes

1. PERSPECTIVA HISTORICA

Durante mucho tiempo los objetivos oclusales en ortodoncia tuvieron como referencia el modelo estático descrito por Angle en su artículo publicado en 1899 "Classification of Malocclusion"¹ (figura 1), posteriormente integrado en la séptima edición de su tratado "Treatment of Malocclusion of the teeth"². Este modelo, extraído de un cráneo al que la literatura se refiere como "Old Glory", que Angle conservaba en su estudio, se caracterizaba por tener una "oclusión ideal" según su propia opinión, oclusión de la que realiza una detallada descripción morfológica. Esta descripción tan precisa es una de las características de lo que Graber³ consideró el "fictional period" en la cronología del desarrollo de la fisiología de la oclusión y que se extiende hasta 1900. Otra de las características de este periodo es la ausencia de percepción de la dentición como un conjunto funcional. La figura de Angle, en realidad, se ubica realmente entre este primer periodo y el siguiente, el "Hypotetical Period", uno de cuyos hitos principales fue precisamente la clasificación de las maloclusiones y, según considera Graber, incluso la descripción morfológica ya referida. En este periodo, que se extiende hasta 1930, se inician las primeras aproximaciones al análisis dinámico de la oclusión a partir de los estudios de Bennet en 19084, que distinguió entre la posición de reposo mandibular (dependiente de la musculatura) y la denominada "posición funcional", dependiente de los dientes en relación de máximo contacto.



Considerar el estudio de Angle desde una perspectiva meramente estática y descriptiva es, sin embargo, una actitud un tanto reduccionista. La descripción que realiza no es puramente morfológica, sino anatomo-funcional. Si bien la definición de oclusión que proporciona ("...definiremos oclusión como las relaciones normales de los planos inclinados de los dientes cuando los maxilares están cerrados"), parece orientarse en un sentido estático y mecanicista, añade a continuación que el concepto

de "dentadura" incluye no sólo los maxilares, los procesos alveolares, dientes y membrana periodontal (que para la ortodoncia, subraya, tiene una considerable importancia) sino también la musculatura de los labios, mejillas, lengua, la vía nasal, el paladar y la faringe, contexto anatómo-fisiológico en el cual los dientes realizan su función. Igualmente, efectúa referencias al periodo eruptivo y la influencia de "las fuerzas que controlan la oclusión", incluyendo la acción de fuerzas musculares ejercidas por las estructuras periorales, así como en la importancia de los tratamientos preventivos en fase de dentición mixta (situándolos al mismo nivel que la corrección del estrabismo o de las escoliosis).

Una contextualización histórica de la obra de Angle (que no es objeto de esta tesis) probablemente pondría de manifiesto que su visión de la oclusión incluía más elementos funcionales que los que ordinariamente se le atribuyen. Y sin embargo su modelo de oclusión frecuentemente es considerado en la literatura ortodóncica como "estático" 5 y como tal ha pasado a la posteridad.

En 1972 Andrews publicó "The six keys to normal occlusion"⁶. Pocos trabajos han tenido para la ortodoncia tanta importancia, tanto desde la perspectiva práctica como desde la teórica. Respecto de la primera, permitió el desarrollo del aparato de arco de canto preajustado y con ello situó a la especialidad en el frontispicio de una nueva era: el tiempo de asistencia en clínica se veía considerablemente reducido; alcanzar los objetivos de tratamiento ya no era algo tan dependiente de los operadores, los resultados eran más predecibles y homogéneos y se posibilitó el acceso al tratamiento a un mayor número de pacientes. Pero respecto de la segunda la importancia fue aún más considerable. Lo que proporcionó Andrews (figura 2) fue una enumeración detallada y objetiva de un conjunto de seis parámetros que estaban presentes en una muestra de 120 pacientes normoclusivos no ortodóncicos cuyas oclusiones se consideraron "normales". Estos parámetros o "llaves" son los siguientes:

1. Relación molar. La superficie distal de la cúspide distolvestibular del primer molar permanente superior ocluye con la superficie mesial de la cúspide mesiovestibular del segundo molar permanente inferior.
2. Angulación de la corona o inclinación mesio-distal. La porción gingival de cada corona es distal a la porción incisal y varía con cada tipo de diente.
3. Inclinación de la corona o inclinación vestibulo-lingual (torque). El eje ocluso-gingival de las coronas sigue un esquema constante:

- Dientes anteriores. La inclinación de las coronas de incisivos superiores e inferiores es suficiente como para impedir la sobre-erupción de los dientes posteriores y permite además el posicionamiento de los puntos de contacto superiores que son posteriores respecto a los puntos de contacto inferiores, permitiendo la correcta intercuspidación de los dientes posteriores.
- Dientes posteriores superiores (desde el canino hasta los molares). Las coronas tienen todas una inclinación hacia lingual. Es constante y similar para caninos y premolares y ligeramente más acusada en molares.
- Dientes posteriores inferiores (desde el canino hasta los molares). La inclinación de las coronas hacia lingual se incrementa progresivamente desde el canino al segundo molar.

4. Rotaciones. No existen rotaciones en ningún diente.

5. Espacios. No existen espacios interdentarios; los puntos de contacto son apretados.

6. Plano oclusal. El plano de oclusión es variable, desde ligeramente curvo hasta completamente plano, siendo esta última situación la que más se ajusta a una oclusión ideal.

Según Andrews estas seis llaves contribuyen individual y colectivamente a la conformación de una oclusión "normal" y constituyen el objetivo del tratamiento ortodóncico. Sin embargo, éste es nuevamente un modelo estático; no menos ni más que el modelo descrito por Angle; de hecho, Aubrey⁷ considera que se trata de una "actualización" del modelo de Angle. Únicamente (aunque muy importante) se han precisado y cuantificado variables ya existentes pero cuya descripción es mérito indiscutible de Andrews⁸, que consideraba que una oclusión estática que cumpliera todas las llaves sería compatible con los requisitos de una oclusión funcional. Esa afirmación, sin embargo, no coincide con los resultados de investigaciones publicadas con posterioridad, aunque esta afirmación es susceptible de ser matizada, ya que en muchas ocasiones proviene de estudios no bien diseñados.

A partir de 1973, Roth publicó una serie de artículos^{9,10,11,12,13} en los que manifestaba la importancia de incorporar criterios de oclusión funcional a los objetivos de tratamiento. Estos trabajos tienen una intrahistoria, no exenta de elementos emocionales. Tras sus primeros años de ejercicio profesional, el Dr. Roth estaba decepcionado por los resultados de los tratamientos a medio plazo. La prevalencia de recidivas en la posición dental, desgastes oclusales, problemas periodontales y

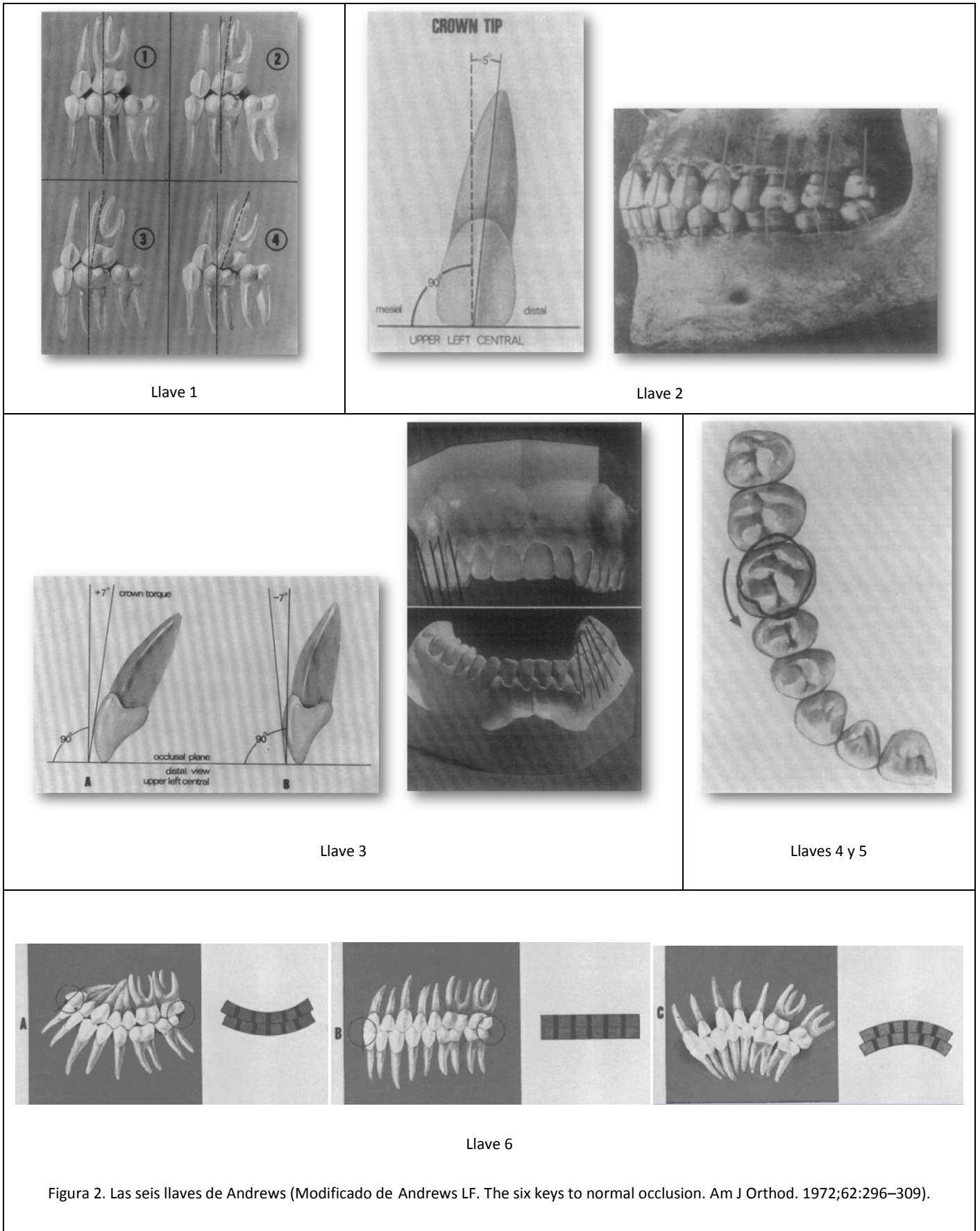


Figura 2. Las seis llaves de Andrews (Modificado de Andrews LF. The six keys to normal occlusion. Am J Orthod. 1972;62:296-309).

síndromes disfuncionales temporomandibulares llegaron a inquietarle hasta el punto de considerar seriamente abandonar el ejercicio de la ortodoncia y volver a la práctica de la odontología general; así se lo manifestó a su maestro, el Dr. Jarabak. Afortunadamente tomó otro camino: inició una aproximación a la gnatología y trasladó sus principios y procedimientos tanto clínicos como de laboratorio a la práctica de la ortodoncia. Bajo la premisa de que "todo tratamiento ortodóncico equivale a una rehabilitación oclusal completa" propuso un nuevo modelo de ejercicio clínico basado en el examen sistemático del complejo temporo-mandíbulo-dentario, el montaje de modelos en articulador semiajustable y en relación céntrica, la utilización sistemática de férulas de desprogramación en pacientes con diverso grado de sintomatología disfuncional, la finalización de los casos en relación céntrica y la utilización de posicionadores gnatológicos. La propuesta de este nuevo paradigma precipitó una nueva controversia en ortodoncia, aún vigente. Tal como afirma Okeson¹⁴ en esta controversia están involucrados aspectos externos a la Ortodoncia, tanto desde una perspectiva académica como clínica. Desde la primera, ha de señalarse que la actividad investigadora se incrementó notablemente tras una sentencia condenatoria en el caso de una reclamación formulada por un paciente en 1987, que afirmaba que el tratamiento de ortodoncia había sido la causa de un trastorno temporomandibular aparecido poco después de haber finalizado el mismo; el juicio se resolvió a favor del paciente e impuso al ortodoncista una onerosa indemnización pecuniaria. Desde la segunda, nada resulta sorprendente si consideramos que Roth dejó constancia en sus artículos y en más de una ocasión¹² de que era consciente de la impopularidad de su modelo, ya que muchos profesionales no estaban dispuestos a incluir conceptos funcionales en el diagnóstico, el plan de tratamiento y los objetivos oclusales porque ello suponía dejar la puerta abierta a una mayor carga de trabajo y esfuerzo, justo lo contrario de lo que la mayoría con seguridad deseaba. Recibió muchas críticas por promover una práctica clínica exigente. Décadas antes, Angle también las había recibido⁴.

A día de hoy ninguno de los índices disponibles para la valoración del resultado de los tratamientos ortodóncicos contiene ni un sólo conjunto estructurado de requisitos funcionales^{15,16}.

2. LA CONTROVERSIA DE LA OCLUSION FUNCIONAL EN ORTODONCIA.

2.1 CUESTIONES GENERALES

Gran parte del origen de la controversia relacionada con la oclusión en ortodoncia reside en dilucidar una cuestión básica: si la unidad anatómica a la que se dirige el tratamiento ortodóncico debe ser sólo el complejo dentario, o bien si es el complejo témporo-mandíbulo-dentario, considerado ahora no sólo como unidad anatómica, sino como unidad anatomo-funcional, que es tanto como decir el aparato estomatognático en su conjunto. Esta disyuntiva difícilmente se hubiera planteado en otros campos de la Odontología, como la prótesis, o la odontología restauradora; no así en ortodoncia. Y más recientemente parece extenderse a otras especialidades, de forma que la situación actualmente planteada dista mucho de estar resuelta.

Desde una perspectiva sistemática, las publicaciones sobre esta materia podrían agruparse en las siguientes categorías:

1) Publicaciones que comparan los factores oclusales (contactos estáticos y dinámicos) en sujetos no tratados y pacientes ortodóncicamente tratados. El planteamiento subyacente en la mayoría de estos trabajos parece dirigirse a confirmar el siguiente enunciado: si se constata la existencia de los mismos factores en ambos grupos, el tratamiento ortodóncico no supone factor de riesgo en el desarrollo ulterior de patología disfuncional asociada a la oclusión. No obstante, muchos artículos dirigen sus conclusiones en otro sentido: existe relación entre el tratamiento ortodóncico y la prevalencia de patología disfuncional en sujetos ortodóncicamente tratados; la gran mayoría de estos trabajos es cronológicamente anterior.

2) Publicaciones que, con mayor o menor independencia de la oclusión, centran sus objetivos en comparar síntomas y signos de disfunción temporo-mandibular entre pacientes tratados y sujetos asintomáticos (a los que en algunos casos se considera "normales"); si en estos últimos se constatan signos de disfunción temporo-mandibular (que existe en estado por tanto subclínico) y la prevalencia de la disfunción no es mayor en pacientes post tratamiento ortodóncico, no se puede afirmar que entre ortodoncia y disfunción haya relación causa-efecto.

3) Publicaciones que estudian la morfología y función de los componentes articulares en sujetos asintomáticos y sintomáticos, tanto si son candidatos a ser tratados ortodóncicamente como si no lo son. Frecuentemente la conclusión de estos estudios es que en grupos de pacientes asintomáticos existe disfunción subclínica y alteraciones morfológicas incluso severas, y que una elevada proporción de candidatos a tratamiento ortodóncico tienen factores de riesgo.

Desde un punto de vista cronológico, se diferencian claramente tres épocas:

1) En un primer momento se acepta que los factores oclusales son relevantes (hasta el punto de darse por cierta la hipótesis de causalidad) en la etiopatogenia de las disfunciones cráneo-mandibulares y por tanto las modificaciones oclusales introducidas por el tratamiento ortodóncico están en relación directa con aquéllas.

2) En un segundo momento, caracterizado por la generalización de los estudios estadísticos de muestras más o menos amplias de sujetos agrupados según distintos criterios, y se caracteriza por cuestionar la hipótesis de causalidad hasta el punto de negarse tal relación. Los autores comienzan a poner en duda la validez de los modelos oclusales funcionales.

3) Un tercer momento, el actual, en el que no sólo se cuestiona de manera definitiva la relación entre los resultados oclusales del tratamiento con las disfunciones cráneo mandibulares, sino que además se desprovee de relevancia, e incluso se niega dicha relevancia a los factores oclusales, afirmando que a lo más serían un factor más de los muchos implicados en esta compleja patología. Este momento coincide con la aparición en Odontología de un nuevo paradigma que pretende imponerse sobre las teorías generales de oclusión, relegándolas a un plano secundario (o más allá si fuera posible), y propone una aproximación bio-psico-social¹⁷, para el abordaje de los trastornos temporo-mandibulares y patología asociada. La coexistencia de ambos modelos no se adivina pacífica; citando a Crawford¹⁷, parece que la tendencia en Odontología, incluyendo a la Ortodoncia ignora actualmente la importancia que juega la oclusión en la disfunción temporomandibular y la desarmonía del sistema masticatorio. Las publicaciones a lo largo de los últimos años son

responsables de ello; cada vez es más difícil publicar estudios que encuentren relación entre la posición condilar, la oclusión y los desórdenes temporomandibulares mientras que los estudios que apoyen lo contrario parecen encontrar vía libre hacia la publicación. El autor afirma que esta tendencia ha generado una base de conocimiento espurio sobre la que se basan las posiciones académicas. El resultado es, no sólo una falta de entendimiento de lo que es la fisiología del sistema estomatognático, sino que también promueve una nueva percepción según la cual el concepto que se tiene de la oclusión no viene a coincidir con las observaciones clínicas verificadas durante muchos años. En ortodoncia, la articulación en general y la posición condilar en particular son ignoradas, dejando al ortodontista desprovisto de uno de los objetivos clave del tratamiento. Y añade: cuando la investigación contradice al sentido común y a la observación fiable, debe ser cuestionada.

Aunque la tendencia general en la actual filosofía de tratamiento en Odontología considera que la disarmonía entre MI y RC y su relación con la DTM es una cuestión no aclarada, debe afirmarse junto con Kulbersh¹⁸ et al. que "el más conspicuo error de lógica es seguramente la afirmación de que la mayoría de los estudios no muestran asociación entre los factores oclusales y la TMD y por lo tanto no hay relación de causalidad. La reiteración de ese error de razonamiento tan evidente en las publicaciones sólo sirve para desorientar los esfuerzos de los investigadores. La ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia.

2.2. ESQUEMAS DE OCLUSIÓN FUNCIONAL EN ORTODONCIA

La literatura ortodóncica toma como referencia, para establecer el concepto o los conceptos de oclusión funcional, las publicaciones de Beyron²⁰ y D'Amico²¹ que dieron lugar a los esquemas de "función de grupo" y de "guía canina". Cuando se realiza un movimiento de lateralidad, existe función de grupo cuando en el lado de trabajo contactan todos los dientes desde el canino hacia distal y guía canina cuando sólo contacta el canino. Ambas teorías tienen en común la ausencia de contactos en el lado de no trabajo o mediotrusión. Hay un consenso general acerca de que ambos son esquemas funcionales aceptables, pero se ha subrayado que la existencia de guía

canina reduce o elimina las fuerzas inter-arcadas y especialmente aquellas con componente horizontal reduciendo el desgaste y las cargas parafuncionales, por lo que se ha sugerido que podría tener ventajas sobre la función de grupo. Clark⁵ afirma que el tipo ideal de oclusión aún no ha sido establecido de manera concluyente, pero parece claro que ciertos tipos de contactos perjudican al sistema masticatorio. Entre éstos se encuentran los contactos en el lado de no trabajo^{22,23,24}, los contactos unilaterales en posición retruida de contacto^{22,24,25}, los deslizamientos mayores de 1 mm. entre la posición retruida de contacto y la posición intercuspídea así como la asimetría en el deslizamiento entre ambas posiciones^{26,27,28}. A lo anterior habría que añadir la disclusión de los dientes posteriores en movimientos protrusivos²⁸. Los estudios epidemiológicos han puesto de manifiesto la frecuencia de las interferencias y prematuridades en la población general, de tal forma que podría decirse que hay más individuos con oclusión funcional no ideal que con signos o síntomas de desórdenes témporo-mandibulares.^{28,29,30,31} Sin embargo, esto no debería conducir al descuido en la práctica clínica de forma que se desatiendan los principios generales básicos durante el tratamiento ortodóncico. La adaptación gradual de músculos y elementos articulares que suceden a lo largo del lento proceso de crecimiento para adaptarse a un tipo concreto de función oclusal podrían no encontrar correspondencia con los cambios introducidos por un proceso mucho más rápido como el que representa el tratamiento.

La importancia de incluir entre los objetivos de tratamiento la consecución de objetivos funcionales fue subrayada por ortodoncistas como Roth¹¹ y previamente por Ingervall²² para quien el problema que se debe afrontar en ortodoncia es similar al que se plantea en prostodoncia ante una rehabilitación oclusal completa, pero el marco en el que se desarrolla es más complejo porque en los pacientes en crecimiento las estructuras anatómicas aún no han alcanzado sus formas y tamaños definitivos. Se asume que en el futuro la oclusión en estos pacientes, de no recibir tratamiento, se presentarán anomalías anatómicas y funcionales. El reto consiste en procurar que una vez armonizada la oclusión al final de tratamiento, dicha armonía se mantenga y persista a lo largo de la edad adulta y por tanto se deben definir los requisitos que debe alcanzar el tratamiento. Dichos requisitos deben referirse tanto a los aspectos morfológicos como a los funcionales, que comprenden los aspectos anatomofuncionales de la actividad del aparato estomatognático.

Ingervall propuso el siguiente esquema oclusal funcional:

I. Movimientos de cierre libres de interferencias. Durante el movimiento de cierre desde la posición de reposo, la mandíbula debe poder alcanzar directamente la posición intercuspídea (MI), sin ser dirigida hacia dicha posición por contactos dentarios. Tomando como referencia la PRC, la posición intercuspídea se encuentre en promedio 1 mm. por delante (el rango está en 0-2 mm.). Los deslizamientos mayores de 2 mm. implican que al menos uno de los cóndilos no está centrado en la fosa cuando se alcanza la posición intercuspídea, lo que supone una demanda funcional muscular adaptativa. Además, no deben existir deslizamientos laterales entre PRC y MI.

II. Posición intercuspídea estable, con contactos bilaterales y simultáneos de forma que la mandíbula quede estabilizada contra el cráneo sin actividad muscular adicional innecesaria.

III. Contactos durante los movimientos excéntricos. Los contactos en el lado de no trabajo que ocasionen disclusión en el lado de trabajo se consideran interferencias, son frecuentes en pacientes disfuncionales y muy infrecuentes en pacientes normofuncionales.^{20,32,33} También se asocian frecuentemente al bruxismo.^{26,34} Los movimientos de deslizamiento bilaterales deben ser suaves sin trayectorias demasiado inclinadas; esto favorece un desarrollo normal de la dentición en el largo plazo.^{32,33} En denticiones naturales la oclusión con función de grupo (contacto entre las vertientes internas de las cúspides vestibulares superiores y la vertientes externas) de las cúspides vestibulares inferiores en lateralidades, y contacto de varios dientes anteriores en movimientos protrusivos) es más frecuente que la oclusión con guía canina.³⁵ La función de grupo debería ser el objetivo del tratamiento ortodóncico no obstante la protección canina también es admisible.

IV. Necesidad de análisis funcional previo y posterior al tratamiento. En concordancia con lo expuesto se estima necesario el examen funcional para determinar los objetivos del tratamiento; los requisitos para evitar posteriores afecciones disfuncionales serían por lo tanto:

- a) La PI y la PRC deberían estar en el mismo plano sagital y la distancia no debería ser mayor de 1 mm.

- b) Deben existir contactos bilaterales y estables en la máxima cantidad posible de dientes en PI.
- c) Los movimientos de deslizamiento deberían poder ser realizados según trayectorias poco inclinadas; debería haber múltiples contactos en el lado de trabajo así como en el movimiento protrusivo y ausencia de interferencias en el lado de no trabajo.
- d) No puede considerarse completado un tratamiento ortodóncico sin un examen final del aparato masticatorio.

Roth¹³ propuso que los objetivos oclusales del tratamiento ortodóncico se fijaran de acuerdo con principios gnatólogicos. Estos objetivos gnatólogicos, que definen el patrón de oclusión mutuamente protegida, son los siguientes:

- La posición de máxima intercuspidad debe coincidir con la relación céntrica. Todos los contactos céntricos deben establecerse al mismo tiempo. Las cargas oclusales deben dirigirse en el eje mayor de los dientes posteriores. Los dientes anteriores no deben contactar, sino tener una separación mínima (0,0005")
- A medida que la mandíbula se mueve fuera de relación céntrica, los dientes anteriores deben contactar suavemente para que los posteriores desocluyan progresivamente. Ello requiere suficiente cantidad de sobremordida y resalte para permitir un deslizamiento progresivo.
- Este deslizamiento debe ser realizado bajo condiciones de mínimo estrés y ser compatible con el modo en que la mandíbula se mueve.
- La mandíbula debe poder ejecutar todo el rango de movimientos que permita el envolvente sin interferencias de los dientes.
- Los dientes deben dirigir y mantener la centricidad de los cóndilos en posición de cierre.

Roth era consciente de la rigidez de estos objetivos y de la imposibilidad de conseguir el cumplimiento de todos los requisitos, por eso distinguía entre "lo ideal" y "lo posible", y es "posible" finalizar un tratamiento lo suficientemente cerca de relación céntrica como para que la discrepancia entre ésta posición y la de máxima intercuspidad sea apenas discernible haciendo mínimamente necesario el equilibrado oclusal.

El modelo que mejor representa el esquema oclusal propuesto por Roth³⁶ es el modelo bioestético de oclusión mutuamente protegida descrito por Robert Lee³⁷ (figuras 3 y 4) :

- En máxima inercuspidación con los cóndilos situados en RC debe existir 4 mm. de sobremordida vertical y de 2 a 3 mm. de resalte desde los bordes incisales de los incisivos superiores a las superficies vestibulares de los incisivos inferiores.
- Las cúspides de los caninos superiores deben deslizarse hasta contactar con el canino y el premolar inferior. Debe haber 1 mm. de resalte desde la punta de la cúspide del canino superior hasta la superficie vestibular del canino inferior.
- Debe existir un espacio de 0,0005 de pulgada (12 µm) entre los bordes incisales y puntas de las cúspides de los caninos inferiores. Los caninos superiores deben tener una adecuada inclinación mesio-axial para realizar la guía y en los movimientos de lateralidad han de contactar y permitir que todos los dientes posteriores desocluyan.
- En protrusiva, los incisivos deben contactar y desocluir los dientes posteriores.
- El plano oclusal debe tener una leve curva de Spee que ha de apartarse lo más posible de la inclinación de la eminencia.

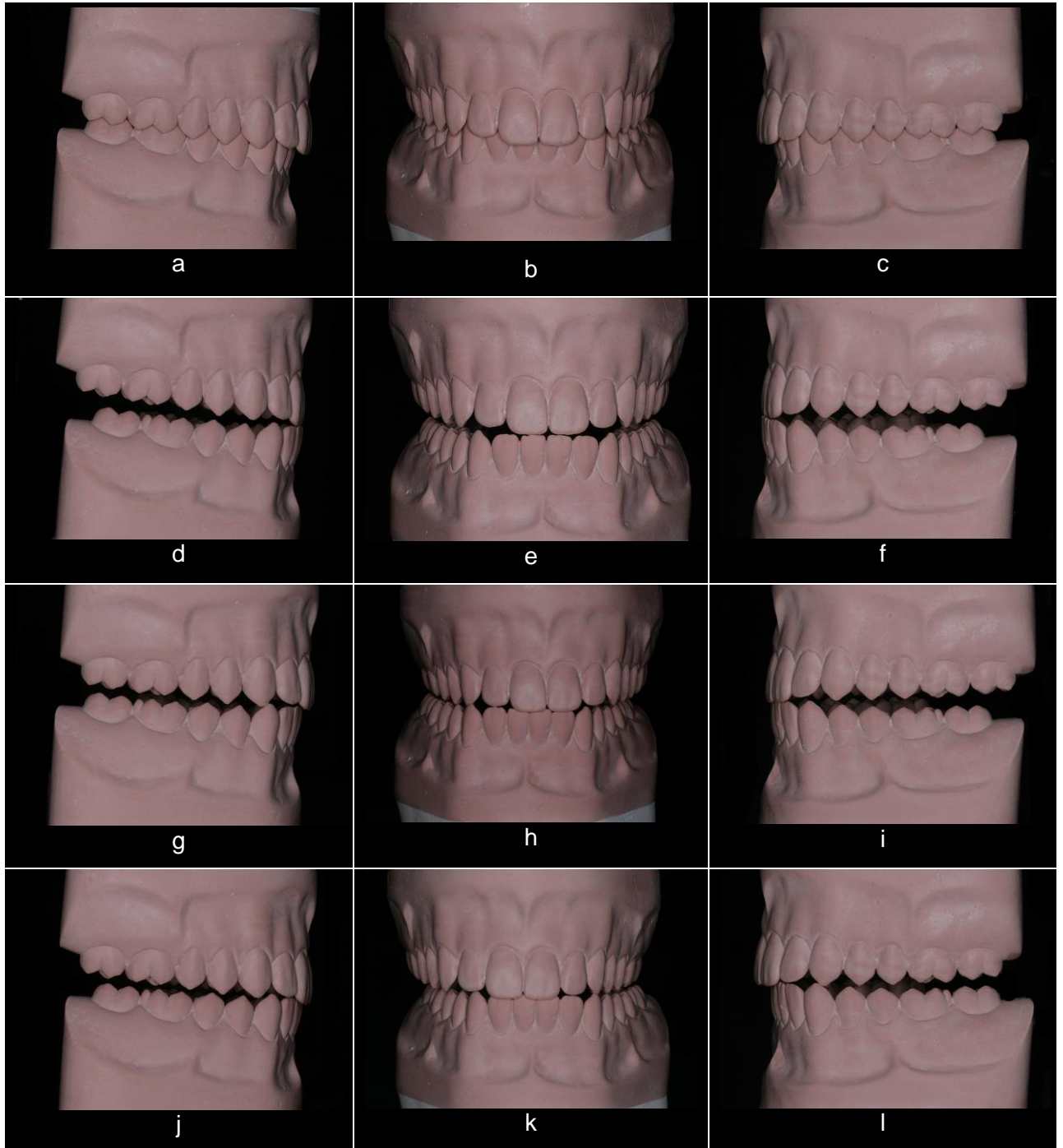


Figura 3. Modelo bioestético (R. Lee). a,b,c: máxima intercuspidadación en relación céntrica. d,e,f: movimiento protrusivo. g,h,i: movimiento de lateralidad derecha. j,k,l: movimiento de lateralidad izquierda

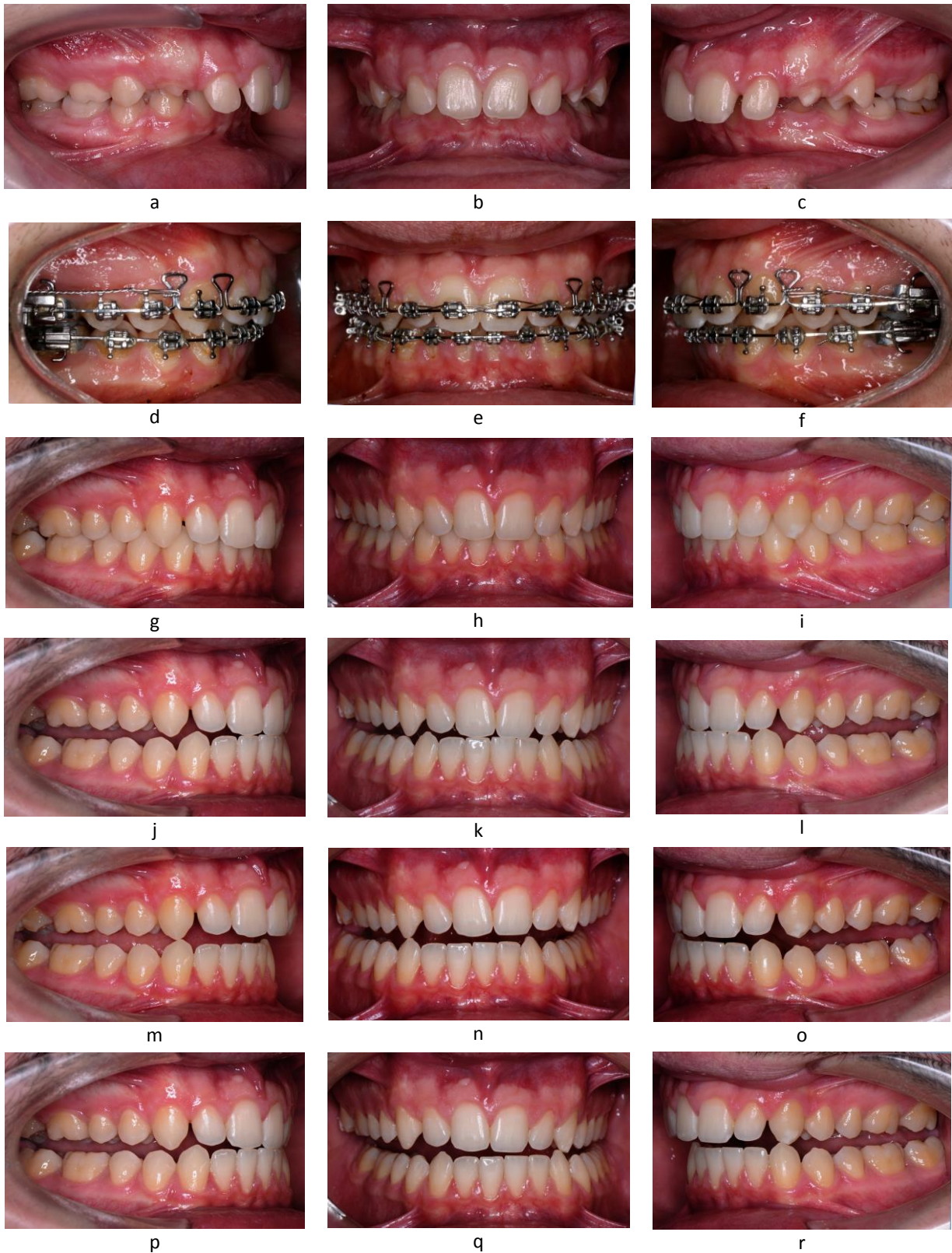


Figura 4a. Tratamiento ortodóncico dirigido a objetivos oclusales (modelo gnatológico). a,b,c: maloclusión de clase II div. 1^a. d,e,f: tratamiento en curso. g,h,i: tratamiento finalizado en relación céntrica. j,k,l: movimiento de protrusiva. m,n,o: movimiento de lateralidad derecha con guía canina. p,q,r: movimiento de lateralidad izquierda con guía canina.

Tras realizar una revisión de la literatura Clark³⁸ resumió las características oclusales funcionales recogidas en las publicaciones examinadas teniendo en cuenta que: (1) los criterios descriptivos de lo que debe ser una oclusión funcional ideal no han sido establecidos de una forma concluyente. (2) La evidencia actualmente disponible proviene de investigaciones que adolece de serias limitaciones. (3) En tanto que se desarrollen futuras investigaciones, existe un conjunto de criterios que se consideran compatibles con una oclusión funcional "ideal":

- Contactos bilaterales en PRC.
- Coincidencia entre PRC o PI o existencia de un deslizamiento no mayor de 1 mm. entre ambas posiciones.
- En los movimientos de lateralidad, contactos entre dientes opuestos del lado de trabajo. Estos contactos pueden estar limitados a los caninos solamente ("protección canina") o extenderse posteriormente incluyendo uno o más dientes ("función de grupo")
- Inexistencia de contactos en el lado de no trabajo.
- Dado que tras la retirada de aparatos se suceden una serie de cambios durante el llamado "proceso de asentamiento", una evaluación final de la oclusión funcional sólo puede realizarse una vez que la retención ha finalizado.

Conviene, por último, enunciar los principios para la estabilidad oclusal propuestos por Dawson²⁹ citados frecuentemente en la literatura ortodóncica. Se trata de una serie de directrices para la evaluación de cualquier oclusión, considerando que no existen estereotipos oclusales ni promedios que puedan aplicarse a todos los pacientes. Son los siguientes:

- En relación céntrica, es decir, estando alineados correctamente los complejos cóndilo-disco, todos los dientes deben contactar establemente
- Debe existir una guía anterior en armonía con los movimientos bordeantes de la envolvente funcional.
- Todos los dientes posteriores ha de discluir durante los movimientos protrusivos.
- Todos los dientes del lado de no trabajo deben discluir.

- Ausencia de interferencias de todos los dientes posteriores en el lado de trabajo tanto con la guía anterior lateral como con los movimientos bordeantes de los cóndilos.

2.3 REVISIÓN CRÍTICA DE LA LITERATURA

La revisión de la literatura se ha efectuado tomando como base una búsqueda avanzada en la base de datos Pubmed empleando en el campo inicial la palabra clave "orthodontics" y en los sucesivos, las siguientes: centric relation, functional occlusion, mutually protection occlusion, occlusal interference, literature review, orthodontics, static occlusion, systematic review, temporomandibular dysfunction y temporomandibular disorders. No se efectuó acotamiento por fechas. Dado el considerable ruido bibliográfico obtenido, se recuperaron 18 revisiones sistemáticas y meta-análisis cuyo objeto era la revisión y/o análisis de publicaciones sobre ortodoncia, oclusión y trastornos témporo-mandibulares. Además de estos 18 artículos, se obtuvieron hasta un total de 200 a partir de la bibliografía referida y otras referencias cruzadas de artículos recuperados de este modo. Los criterios para la segunda y sucesivas selecciones fueron: (1) si las publicaciones identificaban claramente el objeto de la investigación; (2) el tamaño de la muestra y la descripción de los integrantes de la misma (preferiblemente niños y adolescentes); (3) el tipo de tratamiento realizado (sólo tratamientos con aparatos fijos; se excluyeron los tratamiento quirúrgico-ortodóncicos); (4) el tipo de diseño (preferiblemente estudios prospectivos); (5) la extensión en el tiempo de los estudios (preferiblemente estudios a largo plazo) y (6) frecuencia de citas (preferiblemente artículos citados más de 5 veces).

De las publicaciones revisadas, se incluyen a continuación resúmenes de las más directamente relacionadas con el objeto de esta Tesis. El siguiente análisis de la literatura contiene trabajos ordenados cronológicamente, sin perjuicio de que, por razones de conexidad, algunos trabajos no sigan estrictamente este orden. La justificación para haber adoptado un criterio cronológico es que la crítica de los contenidos frecuentemente se realiza sobre la base de conocimientos adquiridos con posterioridad.

Sadowski y BeGole³⁹ evaluaron la oclusión funcional en 75 sujetos con edades comprendidas entre 25 y 55 años que habían recibido tratamiento ortodóncico entre 10 y 35 años antes. Compararon los resultados con un grupo similar de adultos con maloclusiones no tratadas. En ambos grupos la prevalencia de signos y síntomas de DTM eran similares, habiéndose evaluado la máxima apertura, sonidos articulares, deslizamiento mandibular desde PRC (apreciado visualmente), contactos oclusales durante la función tanto en el lado de trabajo como en el de no trabajo (registrados con un solo espesor de papel de articular en el primero y doble en el segundo) y presencia o ausencia de contactos posteriores en protrusiva. En el artículo no se especifica el espesor del papel de articular y se justifica el doble espesor empleado en el lado de no trabajo para detectar contactos leves que de otra manera pasarían desapercibidos. Los resultados mostraron que los sujetos tratados tenían menor prevalencia de problemas disfuncionales que los adultos maloclusivos no tratados, aunque la diferencia no alcanzaba significación estadística. La prevalencia de contactos no funcionales era alta tanto entre los pacientes tratados como en el grupo control; en este último sin embargo la prevalencia del deslizamiento en céntrica era mayor. No se halló correlación entre los signos y síntomas de DTM y la presencia de contactos no funcionales y deslizamientos. Las referencias sobre la fiabilidad del papel de articular para el registro de los contactos oclusales se incluyen más adelante.

Jason y Hasund⁴⁰ estudiaron la prevalencia de problemas disfuncionales en una muestra de 60 sujetos ortodóncicamente tratados (30 sin extracciones y 30 con extracciones de los cuatro primeros premolares, todos diagnosticados de maloclusión de clase II de Angle división 1^a y compararon los hallazgos con un grupo de 30 sujetos no tratados. Evaluaron la función articular, el dolor durante el movimiento, el dolor muscular, el dolor articular y la capacidad de movimiento. No encontraron diferencias significativas entre los grupos que hicieran suponer que el tratamiento ortodóncico supusiera un riesgo para la aparición de disfunciones y que en los pacientes diagnosticados de clase II división 1^a. Los autores, tras la revisión de otros estudios similares llegan también a la conclusión de que los resultados del tratamiento ortodóncico deberían ser evaluados en relación con casos no tratados portadores del mismo tipo de maloclusión. Esta consideración no ha sido tenida en cuenta en trabajos posteriores, en los que prácticamente nunca seorean las muestras de sujetos problema y de sujetos control por tipo de maloclusión.

Rinchuse y Sassouni⁴¹ estudiaron los contactos oclusales generados durante movimientos de lateralidad y de protrusión en dos grupos de pacientes: 49 tratados

ortodóncicamente con y sin extracciones de premolares y 27 con una oclusión estática ideal. Los registros se realizaron con material elastomérico. En ninguno de los pacientes tratados se embandaron los segundos molares. En cuanto al resultado del tratamiento, se consideró que habían sido "bien tratados". Los resultados del estudio fueron: en ningún caso se observó patrón de oclusión con guía canina; todos exhibían oclusión balanceada bilateral o unilateral. El número de contactos en el lado de no trabajo era alto tanto en los grupos tratados como en el grupo no tratado con oclusión estática ideal, lo cual resultó un tanto sorprendente para los investigadores. Los autores atribuyen la prevalencia de contactos a nivel de segundos molares en su localización cerca de la rama ascendente, a la curva de Spee natural y a la cronología de la erupción.

No se define qué consideran los autores "oclusión estática ideal", aunque parece difícil que se refieran al modelo de Andrews ya que una de las llaves de la oclusión es la curva de Spee plana, lo que no resulta compatible con la alta prevalencia de contactos en los segundos molares. Tampoco se especifica el grado de atrición de las cúspides de los caninos, que siempre se asocia un cambio del patrón de oclusión de guía canina a función de grupo. Tampoco se relaciona la alta prevalencia de contactos en segundos molares con el hecho de que ninguno fue embandado. Por tanto los resultados de este estudio deben ser observados con cautela.

Sadowsky y Polson⁴² estudiaron la prevalencia de disfunciones temporomandibulares y el patrón de contactos oclusales en dos muestras independientes de pacientes que habían finalizado el tratamiento ortodóncico como mínimo 10 años antes. En la primera de las muestras la prevalencia de contactos en el lado de no trabajo era del 85 % en el grupo de pacientes tratados y en el grupo control del 87,4 %. En protrusión la prevalencia era del 50 % y del 51,5 % respectivamente. En la segunda de las muestras la prevalencia para el lado de no trabajo era del 41,4 % y del 45 % respectivamente y para el movimiento de protrusión del 20,7 y del 18,9 % respectivamente. En cuanto al deslizamiento entre RC y MI, en la primera de las muestras el 61 % de los pacientes tratados era de 1 a 3 mm. y solo el 1 % mayor de 3 mm.; en el grupo control las cifras eran: 70,9 % y 6,8 % respectivamente, alcanzando significación estadística. Los deslizamientos laterales fueron detectados pero no cuantificados. La prevalencia era del 9,4 % en los pacientes y del 29,4 % en los controles, siendo una diferencia significativa. En la segunda muestra el 15,3 % de los pacientes y el 11,7 % de los controles presentaban deslizamientos entre RC y MI de entre 1 y 2,5 mm. y ningún paciente presentaba deslizamientos iguales o mayores de

3 mm. Sólo un control presentaba un deslizamiento de 3 mm. o mayor. Los deslizamientos laterales afectaban al 2,7 % de los pacientes y un 4,5 % de los controles, cifras no significativas. No se hallaron diferencias significativas entre los pacientes tratados y los de los grupos-control en cuanto a prevalencia de signos y síntomas disfuncionales; tampoco se hallaron entre el número de interferencias en el lado de trabajo ni en protrusiva. Los autores concluyen, que la presencia de malocusión funcional es más importante que la de maloclusión morfológica para explicar la existencia de disfunción temporo-mandibular (a una conclusión similar llegaron Egemark-Eriksson et al.⁴³). Consideran los autores que no queda acreditado que el tratamiento ortodóncico mejore la salud de la articulación temporomandibular, pero tampoco que induzca desórdenes de la misma. Sin embargo una vez se decide instaurar tratamiento parece prudente intentar conseguir una oclusión tan funcional como sea posible mediante una correcta planificación de la mecanoterapia sin descuidar objetivos oclusales; esta es la misma idea expresada por otros autores, el más reciente de ellos, Okeson⁴⁴. Como dato a destacar, la prevalencia de los contactos no funcionales entre los dos grupos de pacientes tratados era considerablemente diferente; los autores sugieren que ello podría deberse a los diferentes métodos empleados para realizar los registros, la variabilidad inter-examinador, la diferencia en la técnica ortodóncica y las diferencias en las características de ambas muestras. Debe subrayarse que la cuantificación del deslizamiento en céntrica se apreció "visualmente"; resulta difícil admitir que por este medio se pueda distinguir entre un deslizamiento ligeramente inferior o ligeramente superior a 3 mm, lo que podría repercutir en las cifras de prevalencia.

Clark y Evans⁵ estudiaron los contactos oclusales en modelos de 37 pacientes tratados con aparatología preajustada, montados en PRC en un articulador semiajustable. Los modelos fueron tomados 7 días después de la retirada de aparatos sin haber llevado ningún dispositivo de contención. Los registros interoclusales fueron tomados previa utilización de un "jig" de Lucia durante. Se midió el deslizamiento entre PRC y MI y los contactos en lateralidad, desplazando la rama del articulador 1,5 y 3 mm. hacia cada lado. El 65 % de los casos tenían un único contacto en PRC. En cuanto a los contactos en lateralidad derecha a 1,5 mm. el 57 % de los casos tenían guía canina y el 16 % contactos en el lado de no trabajo. A 3 mm. el 73 % de los casos tenían guía canina y solo el 3% función de grupo; el 16 % tenía contactos en el lado de no trabajo. Los contactos en lateralidad izquierda se distribuían del modo siguiente: a 1,5 mm. el 73 % tenían guía canina, el 8 % función de grupo y el 46 % contactos en lado de no trabajo. A 3 mm. de desplazamiento lateral el 84 % tenían guía canina y

sólo el 3 % función de grupo. Todos los contactos en el lado de no trabajo se localizaban en segundos molares. El deslizamiento sagital entre PRC y MI era inferior a 1 mm. en el 57 % de los casos; entre 1 y 2 mm. en el 27 % y mayor de 2 mm. en el 16 %. Verticalmente el 68 % tenían deslizamientos menores de 1 mm; el 27 % entre 1 y 2 mm. y el 5 % mayores de 2 mm. Los deslizamientos laterales menores de 0,5 mm. se registraron en el 51 % de los casos y mayores de 0,5 mm. en el 22 %. El 27 % no tenía deslizamiento detectable. En el artículo no se especifica si los segundos molares fueron o no embandados. Los autores consideraron que la oclusión estática de los casos era "buena" aunque no especifican si tomaron como referencia el modelo de Andrews u otro, a pesar de lo cual consideran que queda acreditado que el modelo de oclusión ideal propuesto por Andrews no asegura un patrón de contactos oclusales ideal, al contrario de lo postulado por dicho autor⁸. Como observación de carácter general, estos resultados deben ser interpretados con cautela ya que el asentamiento de la oclusión se extiende a lo largo de un periodo prolongado en el tiempo, desde luego mucho mayor que los 7 días, momento en el que se obtuvieron los modelos en los pacientes estudiados en este trabajo.

Milosevic y Samuels⁴⁵ estudiaron la prevalencia de contactos oclusales (detectados utilizando seda dental) en una muestra de 188 pacientes (66 % F y 34 % M) de 17 años de edad media, tratados con distintas prescripciones (prescripción de Andrews, técnica bioprogresiva, técnica de Begg, técnica de canto estándar y prescripción de Roth), correlacionándolos con el índice de Helkimo. Se encontró en un 18 % de los casos discrepancias entre MI y RC, en el 32 % interferencias en el lado de no trabajo y en el 24 % interferencias en protrusiva. Las interferencias, tanto posteriores como en el lado de no trabajo disminuían significativamente cuando la sobremordida era igual o mayor a 2,4 mm. El 80 % de los sujetos estaban libres de sintomatología y el 20 % restante no estaban afectados en forma severa. El número de contactos interferentes como resultado del tratamiento era muy operador-dependiente: mayor en los casos tratados por estudiantes de postgrado y menor en los casos tratados por el equipo docente. No se encontró diferencia significativa entre los casos tratados con o sin extracciones de premolares (67 % de los casos) u otros dientes (22 %). Los segundos molares superiores se embandaron en el 25 % de los casos y los inferiores en el 44 %, pero no se especifica en qué proporción de casos se embandaron ambos ni la influencia de este dato en los resultados. El tiempo transcurrido desde la finalización del tratamiento fue, en promedio, de 6,5 meses. Nuevamente puede criticarse el diseño del estudio, pues este periodo de tiempo no es suficiente como para esperar un asentamiento oclusal completo. Llama la atención que

la prevalencia de contactos interfirientes sea tan distinta a la reportada en el estudio de Sadowsky y Polson citado anteriormente y asimismo que la sintomatología disfuncional afecte a menos de la mitad de los pacientes que reportan en su estudio Olsson y Lindqvist (20 % frente al 45 %), estudio que se analiza a continuación.

Olsson y Lindqvist^{46,47,48} realizaron una serie de estudios prospectivos caracterizados por seguir diseño metodológico muy exigente, en los que se analiza la función mandibular antes y después del tratamiento ortodóncico así como las interferencias oclusales en esas mismas circunstancias.

En el primer estudio realizaron una valoración funcional previa al tratamiento sobre una muestra de 245 pacientes y 245 controles pareados por sexo y edad; los controles tenían mínimas necesidades, si acaso, de tratamiento ortodóncico. La valoración se basó en el índice de Helkimo. Los pacientes respondieron un cuestionario estandarizado. Se registraron los ruidos articulares, desviaciones en apertura y cierre, sensibilidad a la palpación en ATM y grupos musculares, capacidad de movimiento mandibular, interferencias oclusales e interferencias articulares, así como desgastes. Los sujetos fueron clasificados en cuatro grados dependiendo de su reacción a la palpación. También se registraron datos relativos al status oclusal: sobremordida, resalte, máxima protrusión, deslizamientos en lateralidad y dolor durante el movimiento mandibular.

La prevalencia de síntomas y signos de DTM, ruidos articulares, desviaciones en movimientos mandibulares, hallazgos a la palpación, severidad de los síntomas y dolor en máxima apertura fue siempre significativamente mayor en los pacientes que en los controles (el 33,5 % de los pacientes y el 21,6 % de los controles tenían una disfunción moderada según el índice de Helkimo, y el 18,9 % y 7,8 % respectivamente tenían disfunción severa; en cuanto a los síntomas, afectaban al 16,7 % y al 4,9 % respectivamente). No se encontró correlación entre los desgastes y signos o síntomas de DTM.

Los autores concluyen que los pacientes candidatos a tratamiento ortodóncico tienen un mayor riesgo de desarrollar desórdenes cráneo-mandibulares que los sujetos con mínimos requerimientos de tratamiento.

En el segundo estudio se comparó la función mandibular antes y después del tratamiento ortodóncico dirigido a obtener oclusiones conformes al modelo de Andrews, procurando evitar los deslizamientos laterales tanto en PRC como en MI, ni

contactos en el lado de mediotrusión. El deslizamiento entre RC y MI no debía ser mayor de 0,8 mm. Los resultados de los tratamientos se clasificaron de acuerdo a una escala de 5 grados (grado 5: todos los objetivos conseguidos; grado 0: ninguna mejoría) considerándose aceptables los casos incluidos como mínimo en el grado 3. Se realizó tallado selectivo tras 3-5 meses después de la fase de retención en las condiciones ya expresadas con anterioridad. Los objetivos del tratamiento se consiguieron totalmente (grado 5) en el 11 % de los casos y el 93,8 % estaban dentro de límites aceptables. El equilibrado oclusal se consideró necesario en el 52,7 % de los casos y se inició a los 8 meses de la retirada de aparatos. Las facetas de desgaste que afectaban a la dentina (en dientes permanentes) se incrementó a lo largo del tratamiento. Se observó una disminución en la prevalencia de los síntomas de DTM que era del 16,7% al inicio del tratamiento y del 6,7 % de los pacientes al final. La proporción de sujetos sin signos ni síntomas se incrementó desde el 26,7 % al 46,2 % respectivamente. También mejoró el índice de Helkimo, que era moderado del 31,4 % de los pacientes y severo en el 13,8 % antes del tratamiento y después del 14,3 % y del 5,7 % respectivamente. Los autores concluyen que el tratamiento ortodóncico puede, dentro de ciertos límites, prevenir o curar el desarrollo de DTM.

En el tercer estudio analizaron la prevalencia de interferencias oclusales en una muestra de 210 de los 245 pacientes de la muestra inicial (27 de los cuales no pudieron seguir siendo estudiados por haberse trasladado de domicilio y 8 no aceptaron seguir tratamiento) tratados ortodóncicamente entre los 12 años y 8 meses y los 16 años y 10 meses y en un grupo control de pacientes pareados por sexo y edad, con mínimos requerimientos ortodóncico. Se fijaron como objetivos oclusales conseguir una oclusión estática según el modelo de Andrews y además, deslizamientos en céntrica como máximo de 0,8 mm. y sin interferencias entre PRC y MI tanto en protrusiva como en el lado de no trabajo. No se registraron los contactos en el lado de trabajo por no ser considerados perjudiciales. El porcentaje de pacientes con un deslizamiento en céntrica de entre 0,1 y 0,8 mm. se mejoró desde el 43,8 % pre tratamiento al 82,3 % post tratamiento. Los deslizamientos laterales en céntrica post tratamiento eran menores que en el grupo control, aunque la diferencia era mínima. También disminuyeron los casos con una combinación de interferencias en el lado de no trabajo asociada a deslizamiento desde PRC a MI (17,2 % al inicio y 1,9 al final del tratamiento). La prevalencia de las interferencias en el lado de no trabajo no varió significativamente tras el tratamiento (los autores atribuyen esto a la erupción de segundos y terceros molares y al hecho de que dichas interferencias se asocian frecuentemente a problemas basales, como maloclusión de clase III o mordidas

abiertas). El tratamiento incluyó el equilibrado oclusal mediante tallado selectivo en el 52,4 % de los casos, tallado que fue efectuado una vez finalizado el periodo de retención (15 meses) y su objetivo fue eliminar las interferencias que no se pudieron resolver ortodóncicamente. Se repitió hasta 3 veces en periodos separados 3 meses el uno del otro, hasta que se comprobó que las interferencias no recidivaban. El 13,8 % de los casos recidivó y fue excluido del estudio. Los autores consideran que el equilibrado oclusal forma parte del estudio ortodóncico. Se concluyó que un tratamiento ortodóncico correctamente ejecutado asociado en algunos casos a un procedimiento de tallado selectivo disminuía la prevalencia de contactos no deseables y que las discrepancias entre MI y RC frecuentemente están ocasionadas por variaciones en la forma, tamaño y posición de los dientes y son más fáciles de eliminar que las interferencias mediotrusivas; este tipo de interferencias frecuentemente aparecen asociadas a alteraciones morfológicas basales. Debe destacarse que esa publicación no fue diseñada para estudiar los posibles cambios en la oclusión durante el periodo de asentamiento. No disponemos de información sobre el método de registros de los contactos, y más del 50 % de los tratamientos comenzaron antes de la erupción del segundo molar (no se especifica si se embandó durante el tratamiento ni en qué casos).

Droukas et al⁴⁹ estudiaron transversalmente una muestra de 48 adultos (23 de sexo femenino y 25 masculino; edad media: 25 años) con dentición natural las posibles relaciones entre los factores oclusales y la DCM. Se registraron los signos y síntomas, existencia de desgastes y los contactos oclusales en IP y en RCP (mediante ceras de oclusión y/o considerando la sensibilidad propioceptiva de los pacientes), los contactos en movimientos excursivos, se detectaron por observación directa a una distancia de 3 mm. de IP; la distancia entre RCP e IP tanto en sentido antero-posterior como vertical también fue registrada pero no se especifica cómo; probablemente también mediante observación directa. Se consideró que una oclusión era "ideal" cuando: (1) el número de dientes presentes era mayor o igual que 28; (2) el número de dientes superiores en oclusión era igual o mayor de 12; (3) no existían deslizamientos entre PRC e IP antero-posteriores y/o verticales mayores de 2 mm. ni laterales mayores de 0,5 mm. ni contactos en PRC unilaterales; (4) en los movimientos laterales mayores de 3 mm sólo contactaban los caninos solos o junto con los dientes adyacentes; (5) en un movimiento protrusivo de 3 mm. existían contactos bilaterales (los unilaterales se consideraron interferencias). Aunque la prevalencia de síntomas era baja y los sujetos consideraban tener una buena función masticatoria el 29 % creían que tenían algo "no confortable" en su región oral; el 44 % presentaban algún

tipo de parafunción (el 25 % eran conscientes de que apretaban o bruxaban), y 7 presentaban síntomas severos. Clínicamente el 40 % tenían sensibilidad muscular a la palpación y el 35 % afectación de la función articular (principalmente "clicks"). De acuerdo con el índice de Helkimo el 64 % tenía un grado de disfunción igual o superior a 1. Sólo 3 sujetos tenían una "oclusión ideal" de acuerdo con los criterios establecidos; el 94 % por tanto presentaba alguna desviación con respecto a los mismos, como contactos bilaterales en movimientos de lateralidad (el 42 %). El 40 % presentaba atriciones que llegaban a la dentina. El análisis estadístico reveló la inexistencia de relaciones significativas entre el grado de signos y síntomas disfuncionales y las variables oclusales registradas. Los autores sugieren que los factores oclusales tienen escasa importancia en la etiología de la DTM y proponen un modelo multifactorial. De este estudio llaman la atención al menos los siguientes aspectos. En primer lugar, el modelo de oclusión "ideal" propuesto en este caso no sigue un referente estático, no puede saberse qué tipo de maloclusión tenían los pacientes de acuerdo con la clasificación de Angle; se trata de un modelo funcional. En segundo lugar, el número de sujetos con oclusión con guía canina bilateral era sólo de 9 y en la tabulación de los datos se consideran oclusiones con protección canina las que expresan guía canina sólo en un lado y por tanto no pueden considerarse oclusiones mutuamente protegidas; 3 de ellos tenían un grado de disfunción 0 y cinco un grado de disfunción de 1; sólo 1 sujeto tenía un grado de disfunción 2 o 3 (no especificado en el estudio). Aún así, dado que se consideraba normal la presencia de contactos posteriores bilaterales no podemos saber exactamente cuántos sujetos tenían realmente (si es que había alguno) una oclusión mutuamente protegida, ya que este patrón oclusal exige la ausencia de contactos posteriores en protrusiva. En tercer lugar, la lateralidad se registra a 3 mm. No se han registrado posiciones intermedias, y no se puede saber por tanto si antes de los 3 mm. existían contactos tanto en el lado de trabajo como en el de no trabajo. Conviene considerar que 3 mm. de lateralidad prácticamente está fuera de rango funcional habitual. Por último, el método para detectar los contactos en los movimientos excéntricos ("inspección visual") ni en RC ("la sensibilidad táctil de la persona y solo en caso de incertidumbre, cera de oclusión") no constituye realmente un sistema de registro. En tercer lugar debe subrayarse que este estudio es transversal y no controlado, con los inconvenientes asociados a este tipo de diseño; por ejemplo, desconocemos el grado de desgaste de los caninos en el pasado y si ha habido por tanto un cambio de patrón (desde uno originalmente mutuamente protegido a uno actual balanceado uni o bilateralmente) que pudiera estar asociado a la prevalencia de patología disfuncional.

Utilizando la misma metodología, los mismos autores⁵⁰ estudiaron transversalmente una muestra de 50 pacientes (37 de sexo femenino y 13 masculino; edad media de 26 años) que habían sido referidos para ser tratados por presentar sintomatología disfuncional. Tras constatar (al igual que en el estudio previo) que las condiciones oclusales presentaban una gran variación, no hallaron correlaciones entre éstas y los signos y síntomas de disfunción craneo-mandibular, por lo que vuelven a concluir que las variables oclusales no contribuyen a la severidad de la disfunción cráneo-mandibular.

Rinchuse y Sassouni⁵¹ registraron el número y tipo de contactos oclusales mediante material elastomérico en una muestra de 49 pacientes ortodóncicamente tratados y en otra de 27 sujetos con una oclusión estática "ideal". De los 49 tratados, 25 fueron seleccionados de un grupo de 100 en los que los resultados conseguidos se juzgaron buenos; en ellos se efectuó extracción de 4 premolares y se persiguió únicamente conseguir una oclusión estática, sin efectuar ningún esfuerzo para conseguir ningún tipo de oclusión funcional ni durante la fase activa del tratamiento ni durante la fase de retención. Los 24 sujetos restantes se seleccionaron de un grupo de 80 casos en retención; en ninguno de ellos se efectuaron extracciones. Los sujetos no tratados se seleccionaron de entre estudiantes de Odontología de primero y segundo año. Se consideró que una oclusión era "ideal" si los caninos y primeros molares estaban en relación de clase I con un resalte mínimo, sobremordida normal, ausencia de espacios interdentes, ausencia de rotaciones y un apiñamiento inferior a los 2 mm. en incisivos inferiores. Según lo descrito este modelo no tiene en cuenta la curva de Spee. En ningún caso los terceros molares estaban erupcionados. Se efectuaron registros interponiendo material elastomérico entre ambas arcadas y partiendo siempre de posición intercuspal (MI), realizando cada movimiento excéntrico hasta una situación cúspide a cúspide (en movimientos de lateralidad) y borde a borde (en movimiento protrusivo). Los contactos registrados en los primeros premolares del grupo de no extracción no se incluyeron en el estudio. Para la clasificación de los patrones de oclusión se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Oclusión con protección canina. En ambos movimientos de lateralidad existen sólo contactos en los caninos del lado de trabajo.
- Función de grupo. En ambos movimientos de lateralidad existen contactos de dos o más dientes distintos de los caninos y no existen contactos en los lados de no trabajo

- Oclusión balanceada bilateral. En cualquier movimiento de lateralidad existen contactos en el lado de no trabajo (en este patrón de oclusión también existe función de grupo en el lado de trabajo, si bien el autor no lo menciona).
- 4 Oclusión balanceada de un lado. Al realizar movimientos de lateralidad, sólo existen contactos en uno de los dos lados de no trabajo (el derecho o el izquierdo), pero no en el otro, en el que todos los dientes discluyen.

Entre los criterios mencionados no se hace referencia a los contactos durante el movimiento protrusivo.

Se contabilizó el número de contactos, su localización y su área en milímetros cuadrados. Se analizó el número y severidad de los contactos del lado de no trabajo no hallándose diferencias significativas en los contactos de no trabajo ni entre los diferentes grupos ni entre los dientes individualmente considerados. Sin embargo, el número de contactos en el lado de no trabajo era significativamente y considerablemente mayor en los segundos molares (particularmente en la mitad distal) y también en el primer molar, tanto en los pacientes como en el grupo no tratado. En cuanto al número y severidad de las interferencias en protrusiva, éstas eran escasas y su distribución por grupos era regular.

Los patrones de oclusión con guía canina y de función de grupo eran infrecuentes en todos los grupos (la oclusión con función canina sólo se encontró en el 1,4 % de los casos y todos eran pacientes tratados sin extracciones y sólo el 6,6 % de los sujetos presentaban oclusión con función de grupo); la gran mayoría (91,8 % de los sujetos) se encuadraban en los otros dos grupos.

Cabe subrayar en este estudio lo siguiente. En primer lugar, en el modelo de "oclusión ideal" descrito no se considera la curva de Spee, rasgo que constituye una de las llaves de Andrews. Cuanto más plana la curva de Spee, menor la probabilidad de que existan contactos en los movimientos de lateralidad. De hecho, el autor reconoce que de haberse embandado los segundos molares el número de contactos en el lado de no trabajo podría haber sido menor. En segundo lugar, el concepto de "severidad" de los contactos no necesariamente ha de estar vinculado al área de los mismos, sino más bien a la intensidad de la fuerza incidente, ya que ésta es la que es capaz de provocar una deflexión mandibular suficiente como para distraer los ligamentos de la cápsula de la articulación. Un contacto puntual, de poca superficie, puede concentrar una fuerza elevada mientras que la misma fuerza, si incide sobre un

área mayor es localmente menos intensa. Y las fuerzas incidentes no han sido medidas en este estudio. Por tanto, la conclusión de los autores ("no se han podido demostrar diferencias en cuanto al número, localización y severidad de los contactos de no trabajo y protrusiva entre sujetos tratados y sujetos con oclusión "ideal") debe ser interpretada con cautela. En otra de las conclusiones, sin embargo, los autores se muestran precavidos: "[en cuanto a la primera de las conclusiones] esto no implica que la oclusión funcional existente en los sujetos no tratados con oclusiones estáticas "ideales" ni en los ortodóncicamente tratados sea "ideal". Y en tercer lugar, el hecho de que se excluyesen los primeros premolares del estudio (en los casos resueltos sin extracciones) en un intento de homogeneizar las muestras, supone que el número total de contactos o la ausencia de contactos y sus posibles implicaciones no han sido factores considerados.

Heikinheimo⁵² llevó a cabo uno de los escasos estudios longitudinales sobre los aspectos funcionales de la oclusión durante el desarrollo de la misma bajo la hipótesis de que éstos deberían ser tenidos en cuenta en el momento del diagnóstico ortodóncico, la planificación y la selección de pacientes ya que el ortodoncista se encuentra en una situación de ventaja para detectar los dignos incipientes de DCM. En una muestra de 167 adolescentes (84 sexo femenino y 83 masculino) se estudiaron los cambios de 13 variables registradas primero a los 12 años y posteriormente a los 15, entre las que se encontraban: máxima apertura, relación entre PRC e IP, ubicación del primer contacto en eje de bisagra, contactos en mediotrusión, contactos en protrusiva, sonidos en la ATM, cambios en las trayectorias mandibulares y dolor durante la función y la palpación. La evolución de las variables no mostró ninguna tendencia concreta. La distancia entre PRC e IP en los planos horizontal y vertical apenas variaron y en sentido lateral el 50,3 % de los sujetos permaneció invariable pero no en el resto; según los autores esto podría tener cierta relevancia ya que este tipo de interferencia se considera importante. La localización del primer contacto en PRC cambió en el 42,5 %. Los contactos en mediotrusión y en protrusión resultaron ser bastante estables (los contactos mediotrusivos no variaron en el 83 % de los sujetos ni los protrusivos en el 62 % por término medio); la sensibilidad muscular a la palpación apareció en unos sujetos y desapareció en otros; la máxima apertura mejoró en el 78,4 % de los casos y empeoró en el 16,2 %. La distancia entre PRC e IP variaba en promedio entre 0,5 y 1 mm. en el 85 % de los sujetos y sólo dos a los 12 años y uno a los 15 tenían un desplazamiento de 2.5 mm. o más. Los contactos en eje terminal eran más frecuentes en el lado izquierdo; los contactos en mediotrusión eran más frecuentes a los 15 años, alcanzando significación estadística. Las interferencias

en protrusiva eran también más frecuentes con 15 años. La sensibilidad muscular a los 12 años era significativamente mayor en el sexo femenino y la tendencia se invertía a los 15 años, alcanzando significación estadística. El dolor durante el cierre en eje terminal, inexistente a los 12 años, existía en el 3 % de los sujetos con 15. En el 6 % de los individuos se detectaron clics a los 15 años. El dolor a la palpación de ambas ATM afectaba al 14,4 % de mujeres y 8,4 % de hombres. La desviación mandibular en apertura se detectó en el 20,4 %. No se encontraron casos de TTM severos. Solo dos adolescentes (a la edad de 12 años) tenían una oclusión ideal caracterizada por (1) contactos bilaterales en PRC sin deslizamientos hacia PI, (2) protección canina en laterotrusión sin contactos en mediotrusión; (3) Contactos bilaterales de dientes anteriores durante la protrusión. Los autores consideran relevante registrar el dolor en la ATM y en los movimientos mandibulares y que el 80 % de los sujetos con dolor en máxima apertura a los 12 años eran sintomáticos tres años después. Aunque el papel de los factores oclusales es controvertido, las interferencias oclusales según los autores se han asociado con disturbios funcionales en anteriores estudios y la maloclusión funcional ha sido considerada más importante que la morfológica en lo relativo a la existencia de TMD. Por otra parte, de los posibles factores etiológicos, los oclusales son los más fáciles de controlar por el odontólogo. En el artículo se resalta que los aspectos funcionales de la oclusión no han sido tenidos en cuenta de forma habitual en la valoración de las necesidades de tratamiento ortodónico. En el presente estudio se ha constatado que a pesar de que las interferencias y los signos clínicos de TTM son comunes, la relativa inconsistencia de los mismos no hace recomendable incluir ninguna variable en particular en los índices utilizados para evaluar la necesidad de tratamiento, pero dado el actual estado del conocimiento se considera apropiado incluir una valoración general de la presencia o ausencia de TTM y la presencia de interferencias y sintomatología clínica debería ser objeto de seguimiento anual en niños y adolescentes y ser tenidos en consideración antes de indicar tratamiento.

Tallents⁵³ realizó una revisión crítica de la bibliografía publicada hasta 1991, agrupándola en trabajos que diesen respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Existe riesgo de desarrollo de problemas disfuncionales en adolescentes?
- ¿Induce el tratamiento ortodóncica cambios en la posición mandibular y, en consecuencia, disfunción?

- ¿Incrementa el riesgo de padecer disfunción el tratamiento con extracciones?
- ¿Demuestran los estudios autópsicos anomalías articulares?
- ¿Es distinta la prevalencia de anomalías articulares distinta entre poblaciones sintomáticas y asintomáticas?

Los estudios epidemiológicos ponen de manifiesto que los signos y síntomas son muy frecuentes entre niños y adolescentes; las cifras varían en el entorno del 35 % aunque algunos estudios la elevan hasta el 67 %, y en muchos casos los sujetos son asintomáticos. El crecimiento mandibular no se ve afectado salvo si existen hallazgos radiográficos, en cuyo caso el crecimiento es asimétrico. Aunque se ha sugerido que existe relación entre sobremordida (vertical y horizontal) y riesgo de desarrollo de TTM, los estudios muestran que la sobremordida de entre 5 y 6 mm. está presente en casi la mitad de los niños, siendo más frecuente hacia los 12 años, disminuyendo después, mientras que los síntomas se incrementan entre los 15 y 17 años. Las correlaciones entre la presencia de síntomas y TTM y la sobremordida horizontal o vertical son débiles, excepto para el grado de apertura y el bruxismo. Los autores concluyen que el riesgo de desarrollar sintomatología afecta a un pequeño segmento de la población independientemente de la ocurrencia de factores iniciadores. Tampoco se encontraron trabajos que relacionaran significativamente en muestras de adultos la sobremordida horizontal o vertical, la posición condilar y los desórdenes témporo-mandibulares.

Los sonidos articulares también son frecuentes en la población pediátrica y en opinión de los autores deben ser considerados más como un factor de riesgo que como un indicador de la existencia de TTM.

La posición condilar y su concentricidad en la fosa ha sido objeto de numerosos estudios. La ubicación condilar en una situación anterior, posterior o centrada se observa en sujetos asintomáticos. La ubicación en el 50 % de los sujetos sintomáticos es posterior, frecuentemente como consecuencia de un desplazamiento anterior del menisco y no como consecuencia de anomalías articulares. No obstante la distribución de la ubicación es similar en voluntarios asintomáticos que en pacientes con desplazamiento sin reducción. En consecuencia la posición condilar no debería ser aceptada como un predictor de anomalías articulares. Exceptuando un estudio, no se han conseguido correlacionar los cambios en la posición condilar con el tratamiento de ortodoncia; esto únicamente sería posible tomando registros de imagen antes de su inicio.

Los estudios sobre las relaciones entre el tratamiento ortodóncico y los desórdenes temporomandibulares, incluso si aparecen muchos años después de finalizado aquél, no constatan diferencias entre los síntomas que exhiben los pacientes y los que exhiben los controles; incluso hay estudios que encuentran una menor prevalencia en los pacientes. La falta de relación se constata también los casos tratados con o sin extracciones y entre diversos tipos de maloclusión. Los síntomas que aparecen a lo largo del tratamiento pueden considerarse más bien relacionados con la edad. Tampoco se han encontrado diferencias significativas en los valores cefalométricos entre sujetos tratados y no tratados. La conclusión tras el análisis bibliográfico era que el tratamiento ortodóncico ni enmascara ni acelera el desarrollo de disfunciones témporo-mandibulares.

Por último, los estudios autópsicos ponen de manifiesto que los cambios en la ATM son más frecuentes con la edad, confirmando los estudios clínicos que ponen de manifiesto que la prevalencia de desplazamientos meniscales en sujetos asintomáticos alcanza incluso el 32 % de los casos; esto sugiere que un considerable número de pacientes que demandan tratamientos odontológicos presentan factores de riesgo, si bien los estudios longitudinales muestran que sólo una pequeña proporción terminan desarrollando TTM.

Debe reseñarse que, la mayoría de los trabajos analizados en este estudio son retrospectivos, y describen las posibles relaciones entre el tratamiento ortodóncico y los TTM comparando pacientes tratados con muestras aleatoriamente seleccionadas; frecuentemente no se valoró el estado funcional previo al tratamiento; tampoco se describieron los objetivos del tratamiento ni cómo fueron conseguidos. No consta el grado de recidiva. La metodología empleada es muy variable y hace difícil homologar las conclusiones. Muchos hallazgos no se cuantifican de forma exacta debido a la ausencia de criterios diagnósticos estandarizados para definir subgrupos clínicos de DTM, y la valoración de los resultados se efectúa frecuentemente por referencia a apreciaciones de los pacientes o los examinadores, que pueden cambiar con el tiempo. Factores como la concordancia inter-operador suelen ser fuente de error⁴⁷, así como el método empleado para la detección de los contactos oclusales cuyo número puede variar en función del material empleado⁵⁴. Muchas muestras no tienen un suficiente tamaño como para eludir la necesidad de realizar calibraciones en subconjuntos de individuos, lo cual por cierto es difícil cuando se valoran parámetros funcionales a lo largo del tiempo. En estas condiciones no es sorprendente que se haya instalado, como si de un estándar se tratara, la conclusión de que "la terapia ortodóncico ni oculta ni acelera el desarrollo de los TTM". Por el contrario, Egermark-

Eriksson y Thilander⁵⁵ encontraron que los sujetos tratados ortodóncicamente tienen una menor prevalencia de DTM que las muestras aleatorias. Pilley et al⁵⁶ hallaron que la prevalencia de la DTM es menor en pacientes tratados que en muestras de sujetos maloclusivos, (algunos de los cuales habían sido tratados y otros no) y Kremenak et al.⁵⁷ encontraron que los pacientes ortodóncicos tenían menor prevalencia de DTM después del tratamiento que antes, misma conclusión a la que llegan Olsson y Lindqvist.⁴⁷ Por otra parte, la ubicación del cóndilo no puede conocerse con precisión no se evalúa con medios instrumentales¹⁹. Finalmente, muchos de los artículos incluidos en este estudio se analizan de forma individualizada en la presente revisión, efectuándose las correspondientes observaciones críticas.

Sonnesen et al.⁵⁸ estudiaron las relaciones entre varios rasgos maloclusivos y sus asociaciones con signos y síntomas de TTM en una muestra de 104 niños de entre 7 y 13 años (56 F y 48 M). Hallaron asociaciones significativas con seis rasgos: distoclusión, resalte extremo, mordida abierta, mordida cruzada unilateral, desplazamientos de la línea media y anomalías en la odontogénesis (agenesias y microdoncias). Las cefaleas se asociaban frecuentemente con distoclusiones y con mordidas cruzadas unilaterales. La sensibilidad muscular en cuello y hombros con resaltes severos y mordidas abiertas respectivamente. La sensibilidad de la musculatura masticatoria, con anomalías en la odontogénesis, así como las luxaciones meniscales. Los desplazamientos laterales en protrusiva con desplazamientos en la línea media. La fuerza en la mordida estaba significativamente disminuida en las mordidas cruzadas unilaterales y el número de dientes erupcionados era menor en pacientes con mordida cruzada unilateral, desplazamientos de la línea media y mordida cruzada anterior. Debe señalarse que este estudio se realizó sobre una muestra de pacientes seleccionados para ser tratados ortodóncicamente de acuerdo con un estándar (Danish procedure for screening the child population for severe malocclusions entailing health risks de 1990). La prevalencia de rasgos maloclusivos en estas muestras es significativamente superior que en muestras no seleccionadas, frecuentemente empleadas como referencia en otros estudios, por lo que las diferencias entre ambas en lo relativo a la ocurrencia de dichos rasgos podría, según apuntan los autores, ser relevante en la interpretación de los resultados de los estudios que investiguen la asociación entre maloclusión y TTM. Concretamente, este estudio avala la existencia de dicha asociación y por tanto los niños con maloclusiones severas tienen un mayor riesgo de desarrollar TTM. Cuando se estudian muestras no seleccionadas este tipo de asociaciones requieren someter a estudio a elevadas cantidades de pacientes (por encima de 1000), por lo que trabajar con muestras

seleccionadas es más eficiente, y, según entienden los autores esto podría explicar los problemas que la literatura encuentra para encontrar esta asociación, además de otros factores de naturaleza metodológica tales como la naturaleza y tamaño de las muestras y el grado de detalle empleado en la recogida de datos. Los resultados del estudio también validarían la conveniencia de incorporar criterios disfuncionales de riesgo en los procedimientos de selección de pacientes para ser tratados ortodóncicamente.

Luther^{59,60}, tras una revisión de la literatura llegó a las siguientes conclusiones: (1) el valor de las conclusiones de los estudios que intentan valorar la articulación mediante radiología en dos dimensiones debe ser cuestionado seriamente; no puede determinarse si el espacio intra-articular es normal o anormal ni puede deducirse a partir de la posición del cóndilo la ubicación del disco. (2) No existe una definición universalmente aceptada de DTM, seguramente porque falta información sobre el tipo de entidad que es y porque su etiología no está clara. (3) Muchos estudios presentan defectos metodológicos en la valoración y medición de la DTM. Faltan definiciones claras de lo que es o son las DTM, no se han cuantificado totalmente las discrepancias inter e intra-examinador existentes en la cuantificación de variables tales como las diferencias entre RC y MI, los movimientos mandibulares y la existencia de interferencias oclusales; en ocasiones los estudios han encontrado discrepancias inaceptables inter-examinador. Todos estos problemas metodológicos deberían ser tenidos en cuenta y deberían realizarse intentos para controlar tales variaciones. (4) La posibilidad de que el tratamiento ortodóncico cause desplazamiento condilar hacia distal parece ser infundada. Los estudios clínicos sugieren que dicho tratamiento juega un escaso papel, si no ninguno, en el empeoramiento o precipitación de la DTM cuando muestras de pacientes tratados se comparan con sujetos no tratados con o sin maloclusión o cuando se comparan diferentes tipos de tratamientos ortodóncicos. Los estudios longitudinales tienden a mostrar una reducción en los síntomas en los sujetos tratados. (5) No se ha realizado aún el "estudio perfecto" que evalúe las relaciones entre las maloclusiones y la DTM; son necesarios más pasos que los dados hasta ahora para eliminar los sesgos. Las confusiones muchas veces surgen porque se asume que la correlación implica causalidad y esto debe ser evitado. Se necesita aún mucha información relativa a la etiología, diagnóstico y valoración de la DTM y esto debería ser tenido en cuenta para el diseño de futuros estudios. La evidencia disponible parece indicar que ni la maloclusión en sí, ni el tratamiento ortodóncico pueden por sí mismos ni causar ni curar la DTM.

Kim et al.⁶¹ examinaron la literatura publicada entre los años 1996 y 2000, recopilando trabajos que cumplieran con los siguientes criterios: (1) pacientes ortodóncicamente tratados, excluidos los quirúrgicos. (2) los pacientes debían haber sido evaluados clínicamente pre y post tratamiento registrando signos y síntomas de DTM. Se excluyeron los estudios que evaluaban pruebas complementarias por imagen (incluyendo RMN), interferencias y electromiografía. (3) se excluyeron los artículos de opinión y los estudios de de casos o series de casos. (4) los artículos debían estar escritos en inglés.

Se puso especial atención en excluir las publicaciones redundantes, es decir, aquellas que son publicadas por los mismos autores con diferentes títulos o en distintos medios. Sólo 31 artículos de 960 recuperados en la búsqueda en MEDLINE cumplían los criterios de los cuales 18 eran estudios transversales y 13 longitudinales.

Constataron una extraordinaria heterogeneidad en las metodologías empleadas y en los datos obtenidos, debido a lo cual no fue posible realizar un meta-análisis en el sentido estricto del término ("revisión sistemática que emplea métodos estadísticos par combinar y resumir los resultados de varios estudios"). A pesar de ello, los autores afirman que "encontraron resultados consistentes ya que ninguno de los estudios indicaron que el tratamiento ortodóncico incrementase la prevalencia de DTM salvo en el caso de signos leves (clics ligeros y sensibilidad a la palpación), los cuales se aceptan como variables no patológicas en ausencia de dolor o limitación funcional; además, las técnicas utilizadas para la evaluación de los sonidos articulares y la sensibilidad muscular han sido juzgadas poco fiables.

En cuanto a las causas de la heterogeneidad ya aludida, señalan los autores a la etiología multifactorial de la DTM, la variabilidad de la prevalencia de los signos y síntomas según los diferentes estudios, la ausencia de definiciones, métodos de investigación y presentación de resultados estandarizados. No existe acuerdo sobre el grado de fiabilidad de los signos clínicos ni de los índices utilizados (como el de Helkimo, a pesar de su amplio grado de aceptación). Los estándares de investigación propuestos hasta ahora no han sido empleados y se considera necesario el desarrollo y evaluación de una clasificación diagnóstica válida de las DTM.

Este estudio ha fracasado en su objetivo principal: la obtención de datos que permitiera su análisis estadístico. Resulta llamativo que no incluyen trabajos relevantes, algunos por haber limitado la fechas de la búsqueda, como los de Olsson y Lundsqvist^{46,47,48} y otros sin explicación posible, como el de Sonnesen.⁵⁸ Las citadas investigaciones controlan las posibles fuentes de error que los autores del meta-análisis invocan como causantes de la heterogeneidad del los datos como insuficiente

aleatorización y enmascaramiento, muestras no correctamente seleccionadas, transversalidad del estudio, pérdida de datos durante el seguimiento en estudios longitudinales, ausencia de muestras pareadas con los controles, etc. La afirmación de que los clics "ligeros" y la sensibilidad a la palpación, por ser "comunes" deben aceptarse como "variantes normales", teniendo en cuenta la bibliografía consultada y referida a lo largo de esta tesis (particularmente lo referente a la ausencia de sintomatología en pacientes afectados de diverso grado de daño articular interno), debe ser cuanto menos cuestionada, sobre todo teniendo en cuenta que no sabemos si se ha efectuado un seguimiento de estos pacientes para comprobar su evolución en el futuro; los estudios experimentales disponibles^{53,62} demuestran que los desplazamientos del disco afectan negativamente al crecimiento mandibular. Por otra parte, parece más apropiado afirmar que son frecuentes en lugar de "comunes" como se afirma, ya que la prevalencia varía según los distintos estudios; en muestras no seleccionadas de adolescentes se sitúa entre el 10 y el 38 % de los casos, aumentando en muestras de sujetos maloclusivos, en las que llega a ser del 50 %.⁶³ En la población adulta asintomática la prevalencia ronda el 30 % mientras que entre sujetos sintomáticos la cifra se eleva al proporciones variables entre el 70 y el 82 %^{64,65,66}; según estas frecuencias no sería aceptable considerarlos "variantes normales", sino rasgos asociados a patología disfuncional.

Haber acotado la búsqueda a sólo cuatro años ha excluido sin duda información relevante, pues si bien la definición en el tiempo es uno de los objetivos de toda investigación, no debe realizarse a costa de descuidar otros objetivos del protocolo SMART (specific, measurable, attainable, relevant, time-defined), y concretamente que éstos sean medibles (no lo han sido en este meta-análisis), alcanzables (tampoco lo han sido) o relevantes (la investigación no ha demostrado ningún cambio apreciable).

Nebble y Major⁶³ estudiaron los desplazamientos meniscales en una muestra de 194 sujetos de los cuales 138 eran pacientes maloclusivos (75 M, 119 F) diagnosticados en el programa de formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Alberta (no todos presentaban síntomas y/o signos de DTM), y otros 56 referidos por ortodontistas por presentar algún signo o síntoma relacionado con la ATM. Todos los sujetos fueron evaluados antes del tratamiento obteniendo cortes sagitales y coronales mediante RMN. La prevalencia del desplazamiento era del 50 % en el sexo masculino y alcanzaba el 70 % en el femenino. El desplazamiento antero-medial era más frecuente que el antero-lateral y los desplazamientos rotacionales eran más prevalentes en el sexo femenino, así como los desplazamiento completos con

alteración de la morfología del disco. La afectación más frecuente era la unilateral. Los autores presentan una clasificación de los desplazamientos, basada en la obtención de ambos tipos de cortes; sin la información que éstos suministran no se puede categorizar con exactitud el tipo concreto de desplazamiento, lo cual se considera importante ya que muchos de las conclusiones contradictorias a que llegan los distintos estudios seguramente están vinculadas a la ausencia de criterios específicos para definir cuando una articulación es normal o anormal. Los resultados del estudio concuerdan con los reportados en otros estudios similares.

Ikedá y Kawamura⁶² estudiaron la prevalencia de desplazamientos discales en una muestra de 151 pacientes (59 M, 94 F) antes de ser sometidos a tratamiento ortodóncico mediante RMN. Los pacientes se dividieron en 3 grupos (de 6 a 9 años; de 10 a 12 y de 13 a 15). El tipo de desplazamiento se verificó mediante cortes sagitales y coronales, siendo la prevalencia muy elevada (74.4 % de las articulaciones estaban afectadas; sólo 3 pacientes tenían el disco posicionado correctamente en ambos lados). La prevalencia se incrementaba con la edad así como la severidad del desplazamiento, siendo este incremento significativo entre el primer grupo y los otros dos, pero no significativo entre los dos últimos grupos. No se encontró diferencia respecto a la variable sexo.

Katzberg et al.⁶⁶ estudiaron mediante resonancia magnética la prevalencia de trastornos internos de la ATM en un grupo de 76 voluntarios asintomáticos y 102 pacientes sintomáticos. El 33 % de los voluntarios y el 77 % de los pacientes tenían al menos una articulación afectada, predominando el sexo femenino. La afectación era bilateral en el 14 % de los voluntarios y 51 % de los pacientes. La afectación consistía en desplazamiento meniscal sin reducción de una articulación al menos (1 % y 19,6 % en ambos grupos, respectivamente) y con reducción (29 % vs. 41 %). Sólo el 1 % de los voluntarios presentaban ambas articulaciones afectadas, frente al 18 % de los pacientes. El 33,4 % de los voluntarios asintomáticos habían recibido tratamiento ortodóncico frente al 24 % de los pacientes. El 20 % de los pacientes con desplazamiento anterior del disco había sido tratado ortodóncicamente frente al 22 % de los pacientes que tenían el disco posicionado normalmente. De los 102 pacientes, 21 tenían una edad comprendida entre los 10 y 19 años, con un ratio de mujeres/hombres del 4,25. El análisis estadístico no encontró asociación entre el tratamiento ortodóncico y las afecciones temporomandibulares con daño interno en ninguno de los dos grupos. Destaca sin embargo la elevada prevalencia de desplazamientos discales en el grupo de pacientes sintomáticos así como en el 33 %

de los voluntarios asintomáticos. Este estudio no incluyó ningún factor oclusal entre las variables de estudio.

Un estudio similar fue realizado por Tasaki et al.⁶⁵ sobre 300 sujetos, de los cuales 57 eran voluntarios asintomáticos y 243 pacientes con signos y síntomas. Se llevó a cabo una clasificación de la ubicación del disco, en diez categorías. El 17,5 % de los voluntarios tenía desplazamiento unilateral y el 12,3 % bilateral del menisco, frente al 23,9 % y 58,0 % de los pacientes. No se halló relación entre el tipo de desplazamiento y la variable sexo. El 13 % de las articulaciones de los pacientes presentaba luxaciones sin reducción y daño óseo, mientras que en la muestra de voluntarios no se detectó ningún caso. En este estudio no se investigó la existencia o no de tratamientos ortodóncicos en ninguno de los grupos, ni se tuvieron en cuenta variables oclusales.

Rinchuse y McMinn⁶⁷ realizaron un resumen de las revisiones sistemáticas sobre desórdenes temporo-mandibulares, dividiéndolas en las siguientes categorías: (1) Las que estudian la relación causa-efecto, (2) las que tienen por objeto el diagnóstico de las mismas y (3) las que analizan el tratamiento aplicado.

La primera categoría incluía a su vez las siguientes tres subcategorías:

(1.1) estudiaba si la prevalencia de TTM guardaba alguna relación con el tratamiento de ortodoncia o con algún tipo de biomecánica y si las extracciones estaban relacionadas con los mismos. Los estudios eran tan heterogéneos que no podía extraerse ninguna conclusión definitiva. A pesar de ello la conclusión era que no se había encontrado relación significativa y que eran necesarios más estudios.

(2.2) pretendía analizar si existía asociación entre TTM e hipermovilidad. Los estudios incluidos en esta subcategoría no pudieron aclarar si existía o no relación y concluyeron que eran necesarios más estudios.

(3.3) incluía una serie de trabajos que estudiaban la posible asociación entre maloclusión y oclusión funcional por un lado y TTM por otro, en pacientes adultos.

Únicamente encontraron débiles asociaciones, salvo las existentes entre apiñamiento posterior y síntomas subjetivos de disfunción así como la existente entre desgastes y disfunción clínica; no obstante dada la baja calidad metodológica, la conclusión principal, una vez más, fue que estos hallazgos debían ser verificados en el futuro con estudios de mayor calidad.

La segunda categoría incluye sólo un trabajo que trata de evaluar los métodos de diagnóstico por imagen utilizados para localizar el menisco articular. Concluyeron que la artrografía era más fiable para el diagnóstico de los desplazamientos anteriores; la resonancia magnética para los desplazamientos laterales y rotacionales y la tomografía computerizada no era recomendable para el estudio de los desplazamientos meniscales.

La tercera categoría incluía otras cuatro subcategorías:

(3.1) evaluaba la eficacia del biofeedback en el tratamiento de los TTM y en el mantenimiento de los resultados a largo plazo. Se concluyó que era un procedimiento válido, pero que en el futuro deberían emplearse muestras más amplias y estudios controlados para aclarar los efectos específicos de esta terapéutica .

(3.2) estudiaba los tratamientos oclusales habitualmente empleados para el tratamiento de los TTM. Nuevamente se constataron fallos metodológicos debido a los cuales sólo se podían "sugerir" algunas conclusiones, como que la féruloterapia podría ser beneficiosa, los ajustes oclusales eran de eficacia dudosa y (nuevamente) que se necesitaban estudios controlados bien designados para analizar las prácticas clínicas actuales.

(3.3) analizaba la utilidad del ajuste oclusal en el tratamiento y prevención de los TTM. No se encontró evidencia que diera soporte al uso de dichos tratamientos y por tanto no eran recomendable. No obstante, de nuevo, se constató la necesidad nuevos estudios que utilicen criterios diagnósticos y resultados medibles estandarizados.

(3.4) evaluaba la efectividad de las inyecciones intra-articulares de ácido hialurónico para el tratamiento de los TTM. Los resultados eran poco consistentes y de nuevo se apela a la necesidad de estudios controlados bien diseñados para aclarar la efectividad de este tratamiento.

Los autores entienden que de los estudios analizados derivan consideraciones útiles para los ortodoncistas en lo referido a las posibles relaciones entre los factores oclusales y los TTM, señalando que los estudios muestran una asociación más bien secundaria entre ambos; sin embargo, esto no quiere decir que tanto la oclusión como la posición condilar no tengan relevancia en los TTM o que el ortodoncista deba ignorar las posibles relaciones. A pesar de las débiles asociaciones constatadas en todos los estudios y las críticas que los autores les atribuyen, enuncian las siguientes conclusiones:

- El tratamiento ortodóncico no incrementa la prevalencia de TTM.

- La hipermovilidad articular no está claramente relacionada con los TTM.
- La TC no se recomienda para el diagnóstico de los desplazamientos del disco
- Los ajustes oclusales no se recomiendan para el tratamiento o prevención de los TTM.
- No hay suficientes pruebas que afirmen o nieguen la utilidad del tratamiento con inyecciones intra-articulares de ácido hialurónico.
- Las asociaciones entre maloclusion u oclusión funcional y signos o síntomas de TTM son escasas.

He⁶⁸ et al investigaron la correlación entre las discrepancias existentes entre RC y MI y la disfunción de la ATM en una muestra de 107 adultos antes del tratamiento, todos con DTM confirmada de acuerdo al "Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders⁶⁹", y un grupo control de 70 individuos sin signos ni síntomas seleccionados tras un cribado en dos etapas de un grupo inicial de 900. Se llevó a cabo una valoración del estado psicológico además de una valoración funcional de la ATM de acuerdo con los criterios mencionados. La determinación de la discrepancia MI-RC se efectuó instrumentalmente, mediante un indicador de la posición condilar. el 72,9 % de los individuos del primer grupo y el 11,4 % de los controles tenía discrepancias que eran de mayor magnitud en los pacientes que en los controles. La correlación entre la discrepancia y los índices de correlación anamnésica e índice de correlación clínica eran positivas (excepto el primero con la discrepancia transversal), incluso después de corregir para la sobremordida profunda. El modelo de regresión lineal múltiple para evaluar el efecto de la discrepancia y sobremordida profunda en la TMD obtuvo un coeficiente de 0,552 para discrepancia en los tres ejes, que ascendió a 58,6 % al introducir la variable "sobremordida". Al igual que en otros trabajos relacionados con esta materia, los autores consideran que en la práctica clínica debería explorarse la discrepancia entre MI y RC e incluir entre los objetivos del tratamiento conseguir la mayor armonía posible.

Al Nimri⁷⁰ estudió las relaciones entre oclusión estática y dinámica en una muestra de 94 sujetos (39 M y 55 F) de entre 21 y 30 años, ninguno de ellos con marcada atrición. La oclusión estática se verificó visualmente; se clasificaron teniendo en cuenta la relación incisiva, molar y canina de uno y oro lado. Los contactos en

protrusiva y en lateralidad se registraron a 0,5 y 3 mm. de MI mediante shimstock de 8 micrómetros. A 0,5 mm. de lateralidad, el 24,5 % de los sujetos tenía función de grupo bilateral y el 12,7 % guía canina bilateral. A 3 mm. predominaba la oclusión con guía canina: el 50 % tenía guía canina bilateral y sólo el 8,8 % función de grupo. En protrusión se producía disoclusión posterior en el 77,5 % de los casos, contactos posteriores unilaterales en el 12,7 % y bilaterales en el 4 %; sólo el 5,8 % tenía contactos posteriores unilaterales y no anteriores. En cuanto a las relaciones entre oclusión estática y dinámica, a 0,5 mm. de movimiento excursivo el patrón de oclusión dinámica era distinto en relación con varios rasgos de oclusión estática, pero sin alcanzar nivel de significación. Sin embargo, a 3 mm. los patrones de oclusión dinámica en lateralidad estaban significativamente afectados por la relación incisiva mientras que los patrones de protrusión se veían afectados por la relación incisiva, canina y molar. Constatadas estas relaciones, los autores rechazaron la hipótesis nula ("no existen relaciones entre la oclusión estática y dinámica").

Morton y Panchertz⁷¹ constataron la necesidad de prestar atención a los cambios funcionales de la oclusión en el largo plazo a pesar de la inexistencia de criterios aceptados sobre oclusión funcional, lo cual no sucede para el caso de la oclusión estática ideal. A fin de evaluar dichos cambios llevaron a cabo un estudio sobre una muestra de 115 pacientes (51 M, con una media de edad de 15,2 años y 64 F con una media de edad de 15,6 años) cuyos tratamientos ortodóncicos habían finalizado consiguiendo una oclusión estática satisfactoria sin que entre los objetivos del tratamiento figurara conseguir parámetros funcionales. Los registros se tomaron tras la retirada de aparatos (T1) y tras el periodo de contención (T2). Se registraron los deslizamientos anteroposteriores y laterales entre RC y MI (mediante inspección visual), los contactos posteriores en protrusiva y los contactos en lateralidades (visualmente primero y se verificaron con papel de articular). Tras un periodo de retención de entre 14 y 35 meses la muestra se redujo a 101 pacientes. En T1 el 55,7 % de los pacientes exhibían una oclusión funcional satisfactoria y el 44,3 insatisfactoria. En T2 las proporciones eran del 65,3 % y del 34,7 % respectivamente. En el 72,3 % de los pacientes los criterios de oclusión funcional permanecieron invariables, en el 19,8 % mejoraron y en el 7,9 % empeoraron. Según los autores, la oclusión funcional debería ser evaluada antes de la retirada de aparatos para eliminar los contactos no funcionales, ya que no puede confiarse en que el asentamiento oclusal mejore esta condición. Llama la atención en este estudio la baja proporción de contactos en laterotrusión (28.7 %) en contraste con el estudio de Rinchuse y

Sassouni⁴¹ (97 %), que los autores atribuyen a haber incorporado el segundo molar al aparato, al contrario que los autores citados.

2.4. RESUMEN

Son numerosos los estudios transversales y epidemiológicos sobre la DTM que sugieren una etiología multifactorial, invocando factores locales y generales de tipo estructural, funcional, y emocional (estrés). Existe un consenso general sobre la idea de que no es fácil destacar qué factor o factores prevalecen sobre los demás. Algunos estudios^{23,24,25,31,46} concluyen que existe relación entre DTM y maloclusión en tanto que otros^{72,73} afirman que dicha relación no puede establecerse de forma definitiva. Por otra parte, una serie de estudios^{31,56,72,73} han encontrado incremento de síntomas y signos a medida que avanza la edad si bien otros^{74,75} determinan que en este caso afectarían sólo al sexo femenino o bien sólo a los signos de DTM⁵². La posible relación entre el tratamiento ortodóncico y la DTM es confusa^{42,53} según otros autores; sin embargo muchos de los estudios incluidos en las revisiones son retrospectivos y describen los efectos del tratamiento ortodóncico comparando pacientes tratados con muestras aleatorias sin haber efectuado un examen funcional de los pacientes antes del tratamiento, sin describir los objetivos del tratamiento, el modo como fueron conseguidos y el grado de recidiva. La conclusión de estos estudios suele ser reiterativa: el tratamiento ortodóncico ni provoca ni mejora la DTM. Y sin embargo otros autores^{55,56,57} han hallado una menor prevalencia de signos en pacientes tratados que en muestras aleatorias, así como una menor prevalencia que en muestras de pacientes maloclusivos (algunos tratados otros no o menor prevalencia de DTM antes que después del tratamiento).

A lo largo de esta revisión se ha comprobado que los estudios que ponen en conexión los contactos oclusales con los TTM son numerosos y que los datos disponibles no permiten excluir dicha relación. Por otra parte la relación entre oclusión estática y dinámica y su relevancia funcional, aunque estudiada, no es un tema que acumule un gran número de estudios⁷⁰, y los resultados hasta el momento son contradictorios: mientras algunos investigadores encuentran relación entre ambas, otros no⁷⁶. Sin embargo, las deficiencias de estos estudios ha sido puesta de manifiesto¹⁵: no se hace referencia a la posición en la arcada del canino y el grado de

atracción, cuando se estudian patrones de oclusión con guía canina y habitualmente el método empleado para registrar los patrones de contacto oclusal no puede representar bien todo el rango de contactos durante los movimientos excursivos. Además, en muchos estudios no se tiene en cuenta el hecho de que los patrones de contacto cambian a lo largo de la adolescencia^{52,25} y esta variable, así como su correlación (las muestras que incluyan sujetos de edades superiores a la adolescencia podrían ser más representativas) no son tenidas frecuentemente en consideración.

Los estudios que pretendan llegar a conclusiones sobre el desarrollo de TTM deben contemplar un diseño longitudinal, en lugar de descripciones transversales. Este tipo de diseño³¹ no es el más frecuente. Por otra parte los procedimientos e índices para la selección de pacientes candidatos a tratamiento ortodóncico no consideran suficientemente la valoración de los signos y síntomas disfuncionales. Todas estas serias limitaciones han sido subrayadas en sucesivas revisiones y meta-análisis^{14,38,59,60,61,67}. Tras más de 40 años de controversia, no resulta demasiado alentador que incluso la más reciente de las revisiones sistemáticas consultada⁷⁷ no haya cambiado en nada la más frecuente de las conclusiones de todas las anteriores: "aún se necesitan estudios longitudinales y estudios aleatorizados controlados".

3. EL ASENTAMIENTO OCLUSAL

3.1 GENERALIDADES

Los contactos oclusales existentes al final del tratamiento ortodóncico activo cambian tras el cese de las fuerzas ortodóncica⁸³. Estudios a largo plazo^{78,79,80,86,87,95} han demostrado que tras la fase activa del tratamiento suceden cambios en los contactos oclusales durante la habitualmente denominada "fase de asentamiento oclusal", que se extiende a lo largo de varios años y está relacionada con el remodelamiento de los tejidos duros y blandos y también con el crecimiento⁹⁰. Algunos de los contactos existentes al final del tratamiento activo pueden permanecer invariables o disminuir y nuevos contactos pueden aparecer. Algunos de estos contactos se consideran favorables y otros desfavorables para la estabilidad oclusal; estos últimos parecen estar relacionados con las recidivas. Se ha destacado que a mayor número de contactos, menor carga sobre los dientes y tejidos periodontales y que idealmente deberían dirigir las fuerzas en el eje longitudinal de los dientes⁹¹. También se ha subrayado la posibilidad de que se produzcan cambios funcionalmente desfavorables debidos aparición de patrones de contactos no compatibles con la dinámica oclusal: en el lado de no trabajo, en dientes posteriores durante el movimiento protrusivo y los que provoquen deslizamientos acusados entre RC e IP²⁷. El del periodo de asentamiento oclusal suscita, en ortodoncia, un doble interés: académico y clínico. Desde la primera perspectiva porque el estudio de la adquisición de los diferentes patrones de contactos y su evolución en el tiempo ofrece la posibilidad de indagar sus posibles correlaciones con trastornos disfuncionales. Desde le segunda porque, por una parte, si los objetivos oclusales forman parte del plan de tratamiento, deben implementarse estrategias biomecánicas en las últimas fases del mismo para asegurar la consecución de patrones favorables, y por otra, diseñar dispositivos de contención que no interfieran con la oclusión conseguida.

3.2 REVISION DE LA LITERATURA

Se realizó una búsqueda en Pubmed utilizando como palabra-clave principal "Orthodontics" y en campos sucesivos las siguientes: stability, retention period, relapse, retainer, occlusal contact area, occlusion, intercuspation, y occlusal contacts. Se seleccionaron 80 publicaciones siguiendo los criterios expuestos en el capítulo anterior, y otras 100 a partir de referencias cruzadas de las anteriores y sucesivas. No se acotó la búsqueda por fechas. Se resumen a continuación las publicaciones que se consideran más representativas para el objeto de estudio de esta tesis.

Gazit⁸¹ estudió la evolución de los contactos oclusales en 12 pacientes diagnosticados de clase II (en 4 de los cuales se extrajeron 4 premolares) mediante registros plásticos birefringentes⁸² tomados en el momento de la retirada de aparatos, un mes después y un año más tarde. Los pacientes debían morder sobre las planchas dos veces sucesivas y mantener la presión durante 10 segundos. En el primer registro el número de contactos varió entre 5 y 18 (media: 11,2). El segundo mostró una disminución de los contactos en 4 pacientes y un incremento en 12 de ellos. En el tercero todos los pacientes mostraron un incremento notable (en promedio, 17,4, es decir, el 56 % de incremento). Los contactos más intensos se hallaron en el área molar y los más ligeros correspondían al área premolar, sólo ocasionalmente a caninos e incisivos. No existían diferencias apreciables en el número de contactos de ambas hemiarquadas ni entre el grupo de pacientes tratados con y sin extracciones. La autora llama la atención sobre la falta de correspondencia entre los contactos registrados y los que aparentemente se aprecian en los modelos de estudio.

Durbin y Shadowsky⁸³ registraron los contactos en máxima intercuspidad en una muestra de 38 pacientes al final del tratamiento activo (no se evaluó el grado de perfección de los resultados) y tres meses después. Se emplearon retenedores de Hawley en 23 pacientes en la arcada superior y en la arcada inferior también retenedor de Hawley o arco lingual de cementado directo en los 6 u 8 dientes anteriores. En los otros 15 pacientes se empleó posicionador gnatólogico. Los registros interoclusales se tomaron con poliéter y se transfirieron a modelos de escayola, señalando las áreas perforadas. El número de contactos aumentó, en promedio un 14,05 % entre los dos registros, siendo significativo el aumento en los dientes posteriores. No se registró incremento en el sector anterior. En el 37 % de los casos el número de dientes contacto disminuyó en el sector anterior. El número de contactos posteriores aumentó

en el 58 % de los casos y disminuyó en el 18 %. El número total de contactos aumento en el 47 % de los casos y disminuyó en el 16 %. Los casos con menor número de contactos desarrollaron más contatos tras los 3 meses de seguimiento. El incremento en el número de contactos fue mayor en el grupo de retención convencional que en el grupo de posicionador gnatológico. No se halló diferencia alguna entre los casos tratados con y sin extracciones. En ningún caso se consiguió el número de contactos considerado ideal por Ricketts⁸⁴ (48) y mucho menos los considerados por Hellman⁸⁵ (138).

Razdolsky y Sadowsky⁸⁶ continuaron el estudio anterior recuperando 28 de los 38 pacientes y completando la muestra con 12 pacientes adicionales (en total, 40 pacientes; 15 M y 25 F) con una edad media de 18 años y 3 meses, de los cuales 19 fueron tratados sin extracciones y 21 con extracciones. 28 pacientes llevaron retenedores de Hawley superiores y arco lingual inferior; 3 una combinación de posicionador seguido de retenedor de Hawley superior; 8 retenedores de Hawley superior e inferior y únicamente un paciente llevó sólo retenedor de Hawley superior. Se instruyó a los pacientes para llevar los retenedores día y noche durante 6-12 meses y después sólo por las noches. Se tomaron registros interoclusales de poliéter en máxima intercuspidad a las dos horas de retirados los aparatos ortodóncicos y aproximadamente 21 meses más tarde (entre 20,9 y 28 meses). Las perforaciones se transfirieron a los modelos de escayola de cada paciente marcándolas con tinta; también se marcaron las áreas de cuasi-contactos. Se clasificaron los contactos en tres categorías: los que no cambiaron de posición, los que migraron hacia las fosas y los que migraron alejándose de las fosas. El número total de dientes en contacto aumentó de 17,5 a 20,7 en promedio (estadísticamente significativo) y el número total de contactos se incrementó de 36,6 a 58,2, en promedio. El número de contactos en los dientes anteriores no se incrementó significativamente. La mayoría de ellos permanecía en la misma ubicación

Sullivan et al.⁸⁷ estudiaron la evolución de los contactos oclusales en dos grupos de pacientes tratados (19 adolescentes: 12 M y 7 F con una edad media de 13,5 años y 26 adultos: 3 M y 23 F con una edad media de 24 años) y un grupo-control pareado por edad para cada grupo de pacientes. El número de meses transcurrido desde el final del tratamiento en el grupo de adultos fue en promedio de 81 meses; en este grupo se tomaron impresiones y un registro en máxima intercuspidad con material elastomérico. En el grupo de adolescentes se tomaron registros pretratamiento, 1 mes después y 12 meses después. Los contactos

decrecieron significativamente tras 1 mes de tratamiento y aumentaron ligeramente tras 12 meses, pero siempre por debajo de la media de su grupo control. El número de contactos pre tratamiento era muy similar al registrado en el grupo de adultos y este último grupo tenía significativamente menos contactos que su grupo control, lo que sugiere que el tratamiento provoca una reducción substancial del número de contactos que no se compensa durante el periodo de asentamiento, aunque no se ha demostrado que esto tenga importancia funcional. Los autores sugieren que número de contactos podría aumentarse mediante equilibrado oclusal post-tratamiento.

Haydar et al.⁸⁸ registraron mediante silicona fluida los contactos en máxima intercuspidad en un grupo de 20 pacientes tras el tratamiento y 3 meses después. 10 pacientes llevaron retenedor de Hawley (durante todo el día) y otros 10 posicionador gnatólógico (4 horas activamente durante el día más toda la noche). El grupo control está compuesto de 10 sujetos no tratados de edad similar al grupo de pacientes. Tras el tratamiento el número de contactos, en promedio, era de 21,20, 24,80 y 39,40 en los grupos de retenedor de Hawley, posicionador, y control respectivamente y a los 3 meses las cifras eran 22,40, 27,00 y 40,50 respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos de pacientes, pero sí con el grupo control. Después de 3 meses tampoco las había entre los grupos de pacientes ni en la ubicación de los contactos. La mayor parte de los mismos se localizaban en el primer molar; no obstante a los 3 meses se observó una disminución en este molar y un incremento en el segundo molar, que los autores creen debido al mayor potencial eruptivo y a la asunción de mayores niveles de fuerza oclusal por este diente, descargando al primer molar. Los autores sugieren que no debe esperarse un cambio importante en el número de contactos ni en su localización, la oclusión debería perfeccionarse tanto como fuera posible durante la fase activa del tratamiento.

Sauget et al.⁸⁹ estudiaron las diferencias durante el periodo de asentamiento en 30 pacientes de los cuales 13 (8 F y 5 M) llevaron retenedores de Hawley superior e inferior, 2 (F) sólo superior y retención fija inferior y 15 (9 F y 6 M) retenedor termoformado superior e inferior. El retenedor de Hawley se llevaba todo el termoformado sólo durante los tres primeros días y posteriormente sólo por la noche. Los contactos se registraron con polivinilsiloxano en MI en el momento de retirada de aparatos (T1), en el momento de colocación de los retenedores (T2) y tres meses después (T3). En T1 no había diferencias significativas en el número de contactos registrados entre los grupos de pacientes y tampoco en T2. En T3 se observó un mayor número de contactos en todos los grupos, que era significativamente mayor en

el de retenedores de Hawley; se observó una ligera reducción de los contactos en los primeros molares y primeros premolares en el grupo de retenedores termoformados.

Sultana et al.⁹⁰ estudiaron la evolución de la fuerza oclusal y del área de contacto oclusal en una muestra de 20 pacientes (todas de sexo femenino y edad media de 21,6 años) elegidas aleatoriamente; todas habían sido tratadas con extracción de premolares y en todos se habían conseguido los objetivos oclusales programados. Los registros para cuantificar la fuerza de oclusión se tomaron empleando el sistema Prescale (láminas sensibles a la presión) después de la retirada de los aparatos (T1), 1 mes (T2), 6 (T3), 12 (T4), 18 (T5) y 24 (T6) meses después, tras lo cual se dio por finalizado el periodo de contención. Se tomaron los últimos registros (T7) un año después de haber retirado los retenedores. El área de contacto oclusal se evaluó tomando registros interoclusales de silicona. Se eligió un grupo control de sujetos no tratados pareado por sexo y edad. La retención consistió en una placa circunferencial superior (24 horas durante 18 meses y después sólo por las noches) y arcos linguales de cementado directo inferiores. El periodo de retención fue de 24 meses. Se observó un incremento tanto en la fuerza de oclusión como en el área entre T1 y T7 significativamente mayor que en el grupo control, siendo el incremento mayor en el área de los primeros molares entre T1 y T3 y en el área del segundo molar entre T4 y T7.

Dinçer et al.⁹¹ registraron los contactos oclusales en una muestra de 20 sujetos (edad media de 17 años) tratados con extracciones de cuatro premolares en los que la retención se efectuó con placas de Hawley 24 horas durante los primeros seis meses y sólo por las noche tres meses más. Los segundos molares no fueron incorporados al aparato durante el tratamiento. El grupo control estaba constituido por 20 sujetos con normoclusivos. Se tomaron registros de RC, y registros dinámicos de protrusiva y de lateralidades al inicio y al fin del periodo de retención (9 meses) mediante silicona pesada. Los registros permitieron transferir los contactos registrados a modelos de escayola. Dichos contactos se clasificaron en "ideales" o "no ideales" dependiendo de su localización de acuerdo al esquema oclusal de Ramfjord y Ash⁹². Se observó un incremento significativo en el número de contactos del área premolar y sobre todo en el primer y segundo molar, tanto en situación ideal como no ideal. El número de contactos ideales en el lado de no trabajo durante la lateralidad derecha y de cuasi contactos en el lado de trabajo durante la lateralidad izquierda disminuyeron significativamente. Entre el grupo de pacientes y el control se encontraron diferencias

significativas en el número de contactos entre los caninos así como en el lado de trabajo.

Los autores proponen que, dado que durante el periodo de retención se incrementa el número de contactos en situación no ideal (aproximadamente la tercera parte de los contactos posteriores), el asentamiento oclusal debería realizarse durante la última fase del tratamiento activo o bien emplear aparatos de retención tipo posicionador pre-programado. Asimismo es recomendable incorporar al tratamiento activo los segundos molares, ya que en ellos se registraron numerosos contactos en situación no ideal.

Basçiftçi et al.⁹³ evaluaron el número de contactos en MI tras un periodo de contención de 12 meses en una muestra de 40 pacientes, 20 de los cuales (9 M y 11 F) utilizaron como contención una placa de Hawley modificada y los otros 20 (5 M, 15 F) placa de Jensen superior más retención fija inferior de canino a canino. Se utilizó una muestra de 20 sujetos normoclusivos como grupo control. Los registros se tomaron en el grupo de pacientes al retirar los aparatos (T1) y aproximadamente 14 meses después (T2); en el grupo control se tomaron dos registros con una separación de 12 meses, y se realizaron con silicona fluida. Los contactos se transfirieron colocando los registros sobre modelos de escayola. No se incluyeron en el estudio los primeros premolares dado que algunos casos habían sido tratados con extracciones.

Se observó un incremento del número total de contactos entre T1 y T2 de 13,93 a 17,09 (en promedio). en el grupo primero y de 12,36 a 16,52 (en promedio); el incremento se debe sobre todo a contactos aparecidos en sectores posteriores. En el grupo control se incrementó muy ligeramente seguramente por efecto del crecimiento y en todo caso el número de contactos era significativamente mayor que en los grupos de pacientes (38,40 en promedio). No se hallaron diferencias significativas entre los tres grupos estudiados al final del periodo de seguimiento de 12 meses.

Sari et al.⁹⁴ estudiaron las diferencias en el número de contactos durante la fase de retención en dos muestras de pacientes post-tratamiento con distintos dispositivos de contención durante un periodo de 1 año. El primer grupo de pacientes (9 M y 16 F y 15 años de edad media) llevó retenedores de Hawley tanto en el arco superior como en el inferior durante todo el día 6 meses y otros 6 meses sólo durante la noche. El el segundo (6 M y 19 F con una edad media de 17 años) llevó retenedores cementados de canino a canino en ambas arcadas. Ambas muestras estaban integradas por pacientes cuyo tratamiento se efectuó con y sin extracciones. El grupo control estaba integrado por 20 sujetos normoclusivos de 16 años de edad media. Se

tomaron registros interoclusales con silicona fluida en MI tras la retirada de los aparatos (T1) y 14 meses después, durante el periodo de contención (T2). Las perforaciones se transfirieron a los modelos utilizando la técnica ya descrita en otros trabajos. No se contabilizaron los contactos de los primeros premolares. En el primer grupo el número de contactos totales se incrementó de 12,45 a 16,40 (valores promedio) y también aumentó el número de dientes en contacto, de forma significativa los posteriores y no significativa los anteriores. En el segundo grupo el número total de contacto se incrementó de 23,55 a 37,27 (valores promedio) siendo también significativo el aumento de los contactos posteriores, no así el de los anteriores. Durante el periodo de observación de 1 año no se hallaron diferencias significativas en el número de contactos del grupo control.

Esta es la primera publicación de la literatura que evalúa la efectividad de los retenedores de cementado directo. Consideran los autores que la evaluación del número y localización de los contactos oclusales podría constituir un predictor de la estabilizar oclusal, sin embargo esta práctica no forma parte de la rutina clínica. Por otra parte el número de contactos varía dependiendo de la técnica y del material utilizado (papeles de articular, registros de silicona o ceras de oclusión).

El asentamiento oclusal post ortodóncico podría no mejorar la oclusión funcional. Morton y Panchertr⁹⁵ estudiaron una muestra de 115 pacientes (51 M y 64 F) tras la finalización del tratamiento ortodóncico durante 24 meses. Se tomaron registros tras la retirada de aparatos (T1) y 24 meses después (T2). Se valoró la oclusión funcional (deslizamientos en sentido anteroposterior y lateral entre PRC y MI, y contactos en movimientos excéntricos. Los deslizamientos se categorizaron del siguiente modo: (A) inexistentes; (B) menores de 2 mm.; (C) mayores de 2 mm. Los contactos en protrusiva se categorizaron así: (A) guía anterior con función de grupo; (B) guía anterior sin función de grupo; (C) contactos posteriores con o sin contactos anteriores simultáneos. Las categorías A y B se juzgaron satisfactorias y la C insatisfactoria. La categorización de los contactos en laterotrusión fue: (A) guía canina; (B) función de grupo; (C) oclusión balanceada; (D) oclusión hiperbalanceada. Las categorías A, B y C se consideraron satisfactorias y la D insatisfactoria. En T1 el 44,3 % de la muestra tenía oclusiones insatisfactorias dentro de una o más de las 4 categorías funcionales. En T2 la prevalencia era del 34,7 %. El porcentaje de interferencias que no cambió entre T1 y T2 fue del 72,3 %, el 19,8 % mejoró y 7,9 % empeoró. En una revisión de este trabajo efectuada en el Journal of Evidence-based Dental Practice, King⁹⁵ sugiere que, dada la elevada prevalencia de casos finalizados sin cumplir requisitos funcionales y la relativa baja incidencia de mejoras durante el

asentamiento, debería considerarse antes de la retirada de los aparatos el examen funcional de la oclusión e incluso el ajuste oclusal

Dinçer e Isik⁹⁷ llevaron a cabo un estudio prospectivo para evaluar el número de contactos durante la fase de contención mediante retenedores termoplásticos. La muestra de pacientes estaba compuesta por 15 individuos (5 M y 10 F, media de edad 17,2 años) tratados con extracciones de premolares. El grupo control estaba integrado por 15 individuos normoclusivos pareados por sexo y edad. Se tomaron registros interoclusales con silicona fluida tras la retirada de aparatos (T0), a los 9 meses de retención (T1) y a los 2,5 años (T2). Los retenedores termoplásticos fueron llevados permanentemente durante 6 meses y por las noches 3 meses más.

Los contactos se transfirieron a modelos de escayola siguiendo el método descrito por Razdolsky et al.⁸⁶ ya descrita y utilizada por otros autores. La clasificación de los contactos en "ideales" y "no ideales" se realizó de acuerdo con el esquema de Ramfjord y Ash ya referido. No se hallaron diferencias entre T0 y T1 ni en el grupo de pacientes ni en el control. En T2 se encontraron incrementos significativos tanto de contactos ideales como de no ideales, en segundos premolares y segundos molares. El número de contactos ideales en dientes posteriores en los tres periodos estaba por debajo de los valores normales; sin embargo, el número de contactos no ideales en T1 y T2 estaba por encima, salvo los correspondientes a los premolares.

Bauer et al.⁹⁸ estudiaron el asentamiento oclusal posterior en dos grupos de pacientes, el primero de los cuales (11 M y 14 F) utilizó placa de Hawley y el segundo (5 M y 10 F) utilizó primero un posicionador y a partir del segundo mes, placa de Hawley. El periodo de contención fue de 8 meses. Durante el primer mes ambos grupos llevaron retenedores termoformados. Los retenedores fueron utilizados 24 horas. Se efectuaron registros el día de la colocación de los retenedores (T1), dos meses después (T2), seis meses después (T3) y ocho meses después (T4), mediante silicona fluida en máxima intercuspidad. Los registros se digitalizaron para calcular el área de los contactos oclusales. En el primer grupo el área de los contactos se incrementó progresivamente hasta el sexto mes, siendo mayor en los primeros dos meses. El incremento total fue del 130 %. Después del sexto mes el incremento no fue estadísticamente significativo. El mismo patrón evolutivo fue constatado en el segundo grupo; el incremento fue del 104 %. La comparación inter-grupos no mostró diferencias estadísticamente significativas. Los autores concluyen que con independencia del tipo de retenedor utilizado los dientes tienen un potencial de asentamiento limitado y que el equilibrado oclusal no debería realizarse antes del sexto mes de retención.

Gomes et al.⁹⁹ estudiaron las relaciones entre el biotipo facial y la función masticatoria y el área de contacto oclusal en una muestra de 78 sujetos (39 M y 39 F) divididos en tres grupos: sujetos dolicofaciales, braquifaciales y mesofaciales. Los registros interoclusales se tomaron con silicona y fueron digitalizados para calcular el área total de contacto que se expresó en milímetros cuadrados, siendo sus valores promedio de 144,1 mm² para los sujetos braquifaciales, 122,4 mm² para los mesofaciales y 97,5 mm² para los dolicofaciales. Las diferencias fueron todas estadísticamente significativas. La relación entre el patrón facial y la eficiencia masticatoria ha sido puesta de manifiesto por otros estudios^{100,101,102} y no es tenida en cuenta en los distintos estudios publicados sobre la evolución de los contactos oclusales durante el periodo de retención, los cuales suelen clasificar a los pacientes dependiendo de la clase de Angle previa al tratamiento. Debería considerarse la posibilidad de que la variable "patrón facial" actuase como variable confusora en el análisis estadísticos de los datos, así como la asimetría facial; Yamada et al.¹⁰³ observaron que en caso de asimetría en el lado hacia el que está desviada la mandíbula se registran mayores niveles de fuerza y el área de contacto oclusal también es mayor. Fushima et al.¹⁰⁴ observaron que los pacientes con DTM tenían mayor prevalencia de asimetría mandibular; Nielsen et al.¹⁰⁵, que los pacientes con DTM tenían actividad muscular asimétrica y hábito de masticación unilateral y Abekura et al.¹⁰⁶ que tenían un hábito de masticación unilateral. Y, por último, otra variable confusora podría ser la fuerza muscular individual, ya que las instrucciones que reciben los pacientes antes de tomar los registros plásticos suele ser "morder firmemente" (Riise¹⁰⁷ demostró la correlación entre el número de contactos registrados y la fuerza ejercida).

3.3 RESUMEN (remisión)

Los estudios sobre oclusión funcional no analizan realmente variables funcionales, sino variables morfológicas estáticas (fundamentalmente contactos oclusales) registradas durante movimientos mandibulares, funcionales o no dependiendo del criterio recogido en la teoría de oclusión que se aplique. Estas variables, consideradas en conjunto pueden ser tratadas como variables cuantitativas, pero individualmente consideradas no son más de variables cualitativas dicotómicas, que se consideran "normales" o "anormales" también en función de la teoría de

oclusión que se aplique. La ausencia de medida de las magnitudes que intervienen en la dinámica oclusal afecta a la validez de algunas conclusiones que se dan por ciertas. Por ejemplo, una variable que no está sujeta a discusión es la conveniencia de que todos los contactos se establezcan de manera simultánea en máxima intercuspidad. Si este objetivo se consigue, se da por hecho que las cargas oclusales están distribuidas de forma equilibrada. Sin embargo, no es posible efectuar tal afirmación si no se miden las fuerzas en cada uno de los contactos y se efectúa el correspondiente cálculo algebraico. Estos conceptos se desarrollan en la siguiente sección, y por esta razón se efectúa una remisión expresa.

4. EL SISTEMA DE ANALISIS OCLUSAL T SCAN III

4.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

4.1.1. Generalidades

Los dispositivos para la medición de las fuerzas oclusales basados en tecnología electrónica aparecieron hace cerca de 40 años, si bien la mayoría de ellos tuvieron aplicación únicamente en entornos experimentales. Estos dispositivos incluyen los transductores telemétricos instalados en restauraciones dentales^{108,109}, transductores miniaturizados sensibles a la presión^{110,111}, sensores basados en tecnología de semiconductores¹¹², galgas extensiométricas o cristales piezoeléctricos¹¹³. También se han empleado otros indicadores que no registran directamente las fuerzas oclusales instrumentalmente, sino mediante materiales con propiedades colorimétricas, siendo posteriormente necesarios instrumentos lectores basados en la fotodensitometría o en emisión de luz polarizada; estos materiales se fabrican en láminas de aproximadamente 100 µm de espesor y se adaptan a la forma de arcada (sistema Prescale[®] y Photoclussion[®] technique). La experiencia clínica no ha validado la utilización de estos métodos para el uso rutinario. El sistema de análisis digital de la oclusión T Scan tiene considerables ventajas sobre los anteriores por su capacidad de análisis de la oclusión desde una perspectiva dinámico-funcional.

El sistema T Scan fue introducido en 1984 por Maness¹¹⁴ como Sistema T Scan 1, para el análisis dinámico de la oclusión. Los datos tanto estáticos como dinámicos de la oclusión se obtienen instruyendo al paciente para ocluir sobre un sensor (sensor G 1) que se ubica entre ambos arcos dentarios (figura 3) el cual permanece insertado en un dispositivo de soporte que toma lectura de los eventos oclusales y los transmite en formato digital a un ordenador; éste representa la evolución temporal de los contactos y su intensidad relativa en función del tiempo transcurrido desde el inicio de registro. En la segunda mitad de la década de 1980 una serie de estudios¹¹⁵ pusieron de manifiesto deficiencias técnicas relacionadas con la dificultad para el uso clínico y falta de precisión y repetitividad en el registro de datos, si bien otros estudios reportaron lo contrario¹¹⁶. En 1991 se mejoró el sensor (sensor G II) haciéndolo más preciso y fiable; a partir de 1998 se mejoró el sistema de adquisición y tratamiento de datos mediante un "software" basado en el sistema operativo "Windows" y se rediseñó el sensor (sensor G III) para dar cabida a más de 2000 "sensels" o unidades de medida, que podían detectar hasta 256 niveles de fuerza en contraste con los 16 del T Scan I. Distintos estudios^{117,118,119} verificaron que los contactos podían ser registrados

repetidamente de forma constante y fiable con un nivel de precisión del 93 % durante cuatro usos. En 2003 se rediseñó nuevamente el sensor (sensor HD) incrementando el número de "sensels" el 33 % y disminuyendo el área inactiva en un 50 %. Estudios realizados¹²⁰ muestran que la variabilidad en el registro de contactos oclusales y de la magnitud de las fuerzas incidentes es significativamente menor que en el G 3 y que la reproducibilidad de los registros se mantiene a lo largo de 20 ciclos de uso. Este sensor es el actualmente utilizado (figura 4), y está disponible en dos tamaños con diferente ancho y longitud de arcada.

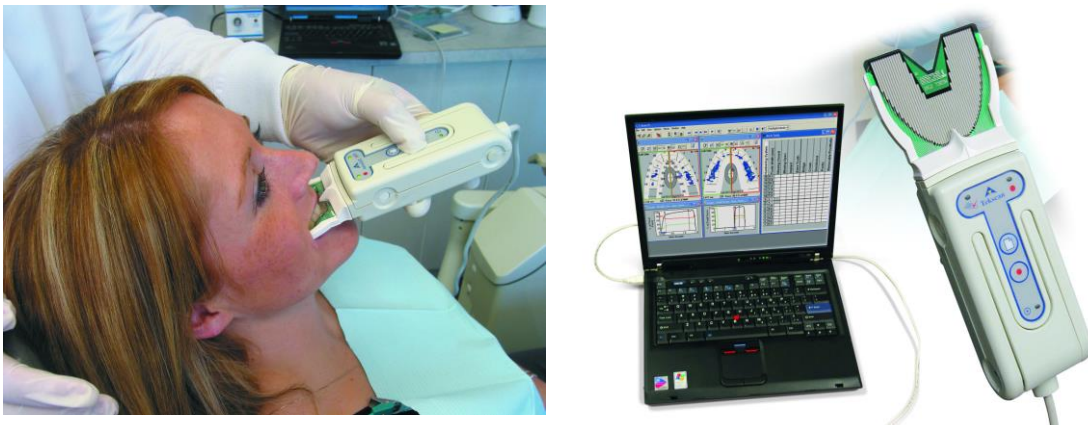


Figura 4. El sistema de análisis oclusal T Scan III

4.1.2 Fundamentos biológicos

Los estudios sobre la oclusión tanto estática como dinámica abordan el problema analizando dos magnitudes: la fuerza y el espacio. Se toman referencias espaciales de la localización de la mandíbula (movimientos bordeantes, intrabordeantes, contactantes y funcionales), se analizan los contactos dentarios (que no son más que manifestaciones de fuerza incidente), las trayectorias descritas por los cóndilos y sus relaciones con las descritas por cúspides y bordes incisales, y se estudian los vectores de fuerza que proveen los elementos musculares. El binomio fuerza-espacio delimita el marco referencial de toda la teoría de la oclusión. Sin embargo, junto a estas dos magnitudes existe otra, de extraordinaria importancia cuya relación precisa con la fisiología de la oclusión solo ha sido posible cuantificar tras el desarrollo de instrumentación tecnológicamente avanzada capaz de capturarla e integrarla en el esquema: el tiempo. En sus términos más básicos, la oclusión es una cuestión de fuerza y tiempo; sobre estas magnitudes se construye el ciclo masticatorio.

La figura 5 muestra de forma esquemática el desarrollo de un ciclo masticatorio en un sistema de coordenadas fuerza-tiempo y las figura 6 la gráfica correspondiente a un movimiento excéntrico. Las figuras 7, 8 y 9 muestran la interfaz gráfica del TS (las gráficas correspondientes a un movimiento de apertura y cierre en MI, uno de lateralidad con guía canina y a uno de protrusión respectivamente) . La figura 10 ilustra un movimiento de lateralidad izquierda con contactos en el lado de mediotrusión. Se incluyen explicaciones junto a las figuras.

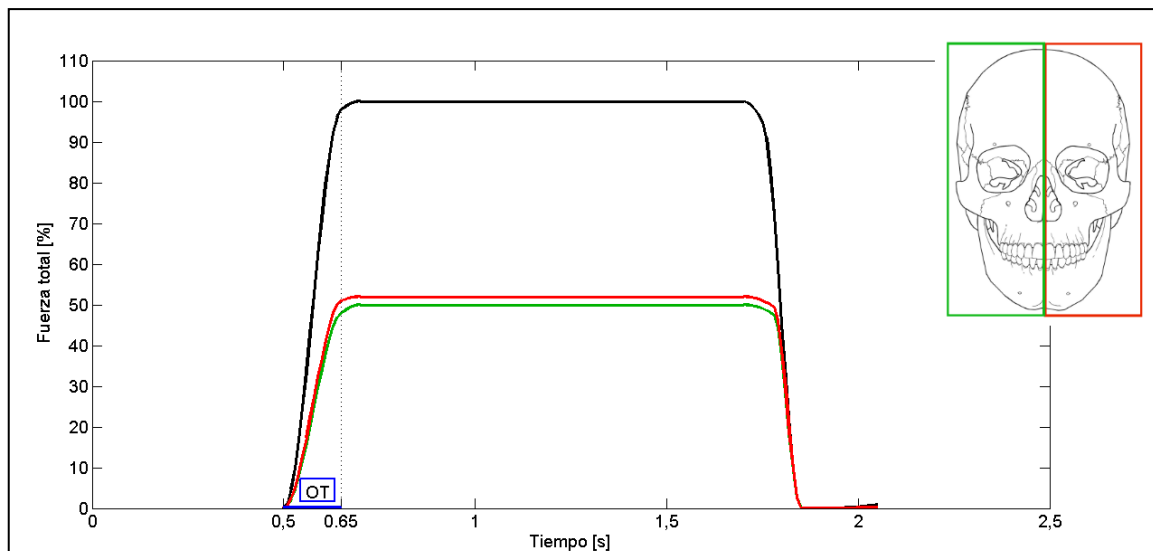
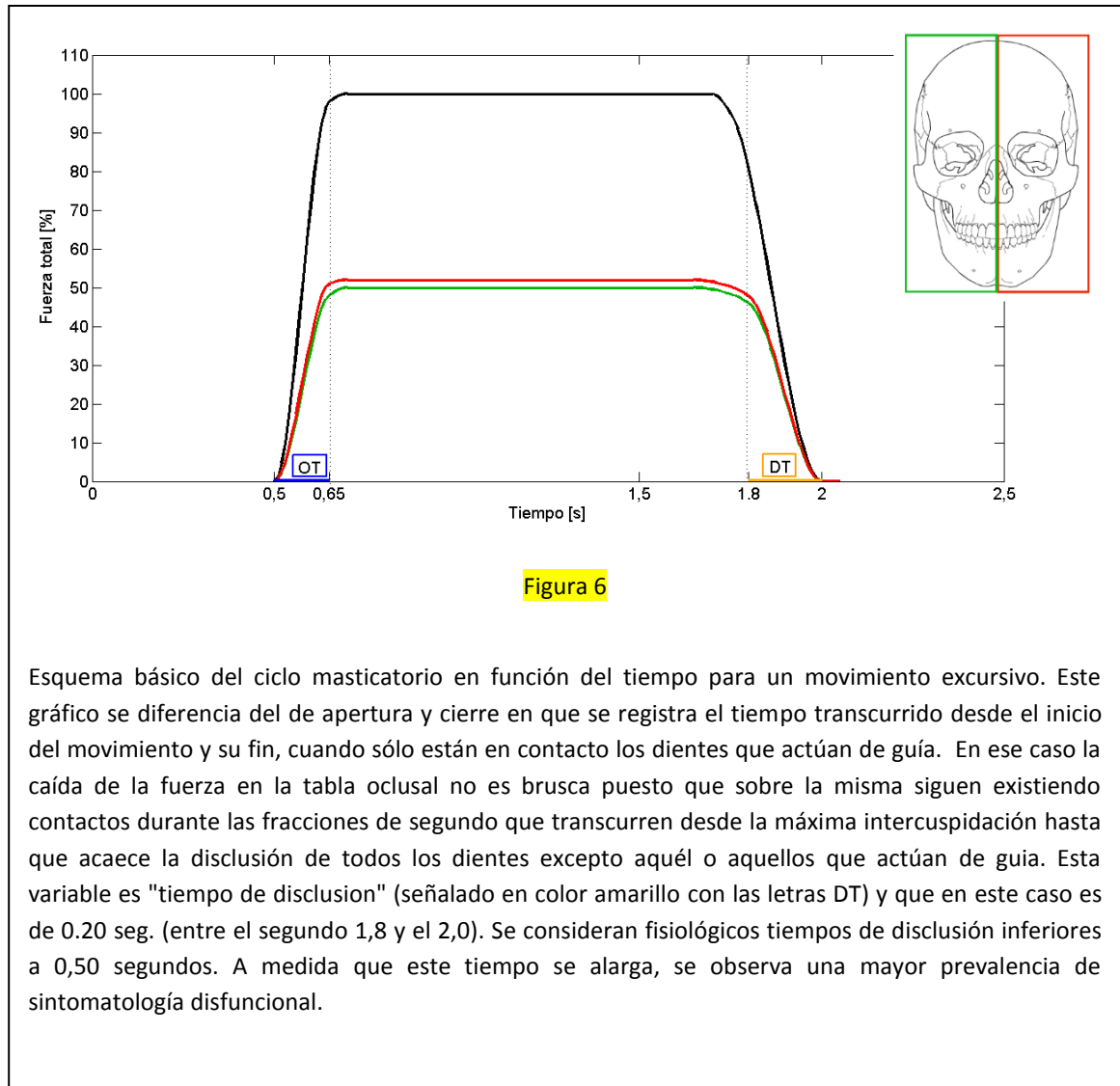


Figura 5

Esquema básico del ciclo masticatorio en función del tiempo. Según un modelo oclusal ideal los contactos céntricos deben ser simultáneos, de forma que no debe existir un primer y un último contacto entre los cuales transcurre una fracción de tiempo. En la práctica, sin embargo, por causas tales como la inestabilidad oclusal o artefactos de técnica puede existir un retardo mínimo (en el rango de décimas de segundo) desde que se establecen los primeros contactos y se completa la máxima intercuspidad. Entre ambos eventos el nivel de fuerza sobre la tabla oclusal sube rápidamente hasta alcanzar un valor máximo relativo del 100 % (curva en color negro). A continuación dicho nivel de fuerza se mantiene durante un periodo variable de tiempo y por último, cae nuevamente de forma muy rápida cuando ambos arcos dentarios se separan. Dado que el sistema estomatognático puede considerarse como integrado por dos subsistemas idénticos dispuestos especularmente respecto de la línea media (con los mismos componentes neuro-musculares, articulares, esqueléticos y dentarios), en condiciones normales el 50 % de la fuerza de oclusión debe ser entregada por cada uno de ellos. Las curvas roja y verde representan estas proporciones de fuerza. El segmento señalado en color azul al inicio del ciclo es la variable "tiempo de oclusión" (OT) que transcurre desde los primeros contactos hasta el asentamiento completo en máxima intercuspidad (en este caso es de 0,15 segundos y acaece entre el segundo 0,5 y el 0,65).

asdfg



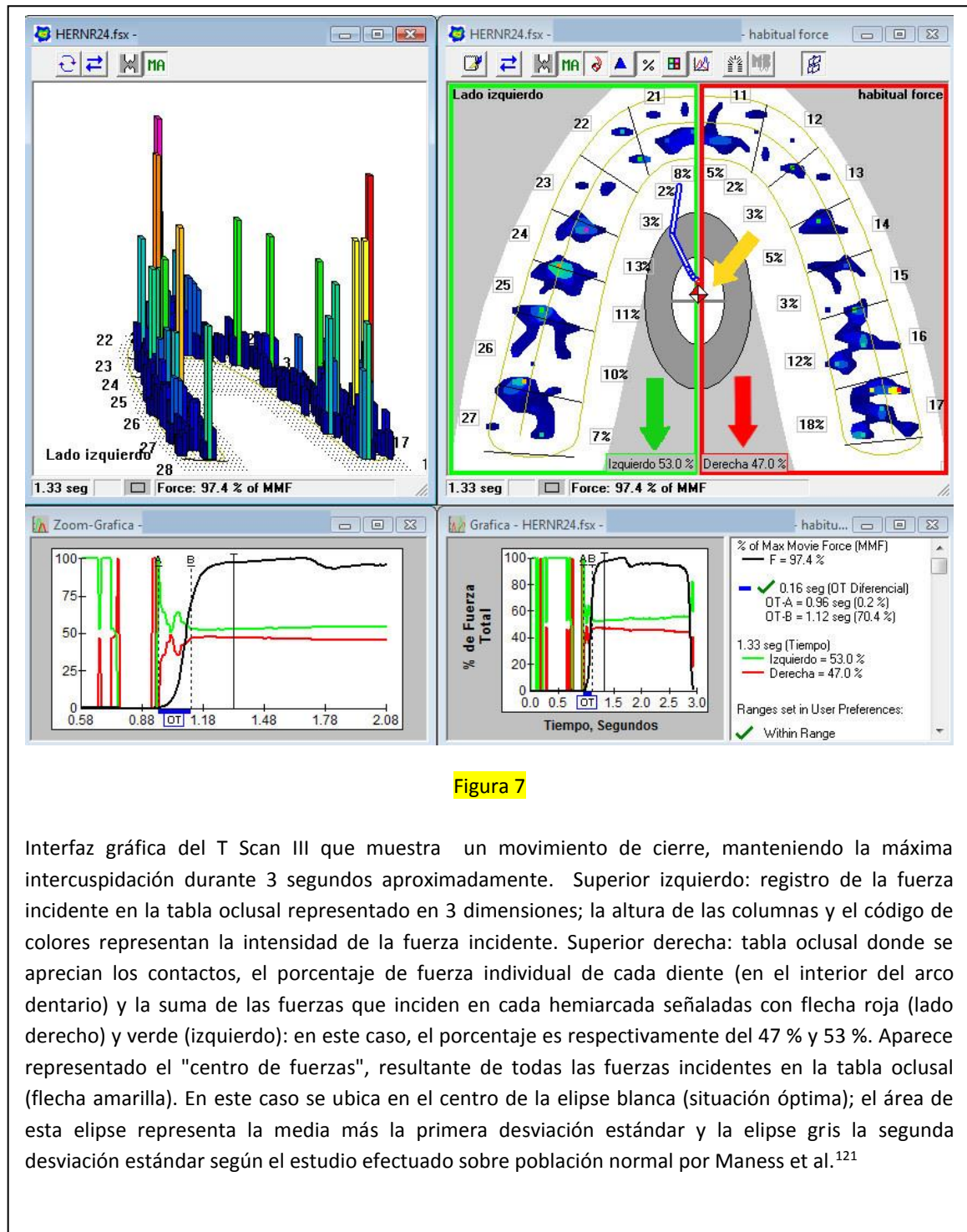


Figura 7

Interfaz gráfica del T Scan III que muestra un movimiento de cierre, manteniendo la máxima intercuspidad durante 3 segundos aproximadamente. Superior izquierdo: registro de la fuerza incidente en la tabla oclusal representado en 3 dimensiones; la altura de las columnas y el código de colores representan la intensidad de la fuerza incidente. Superior derecha: tabla oclusal donde se aprecian los contactos, el porcentaje de fuerza individual de cada diente (en el interior del arco dentario) y la suma de las fuerzas que inciden en cada hemiarcada señaladas con flecha roja (lado derecho) y verde (izquierdo): en este caso, el porcentaje es respectivamente del 47 % y 53 %. Aparece representado el "centro de fuerzas", resultante de todas las fuerzas incidentes en la tabla oclusal (flecha amarilla). En este caso se ubica en el centro de la elipse blanca (situación óptima); el área de esta elipse representa la media más la primera desviación estándar y la elipse gris la segunda desviación estándar según el estudio efectuado sobre población normal por Maness et al.¹²¹

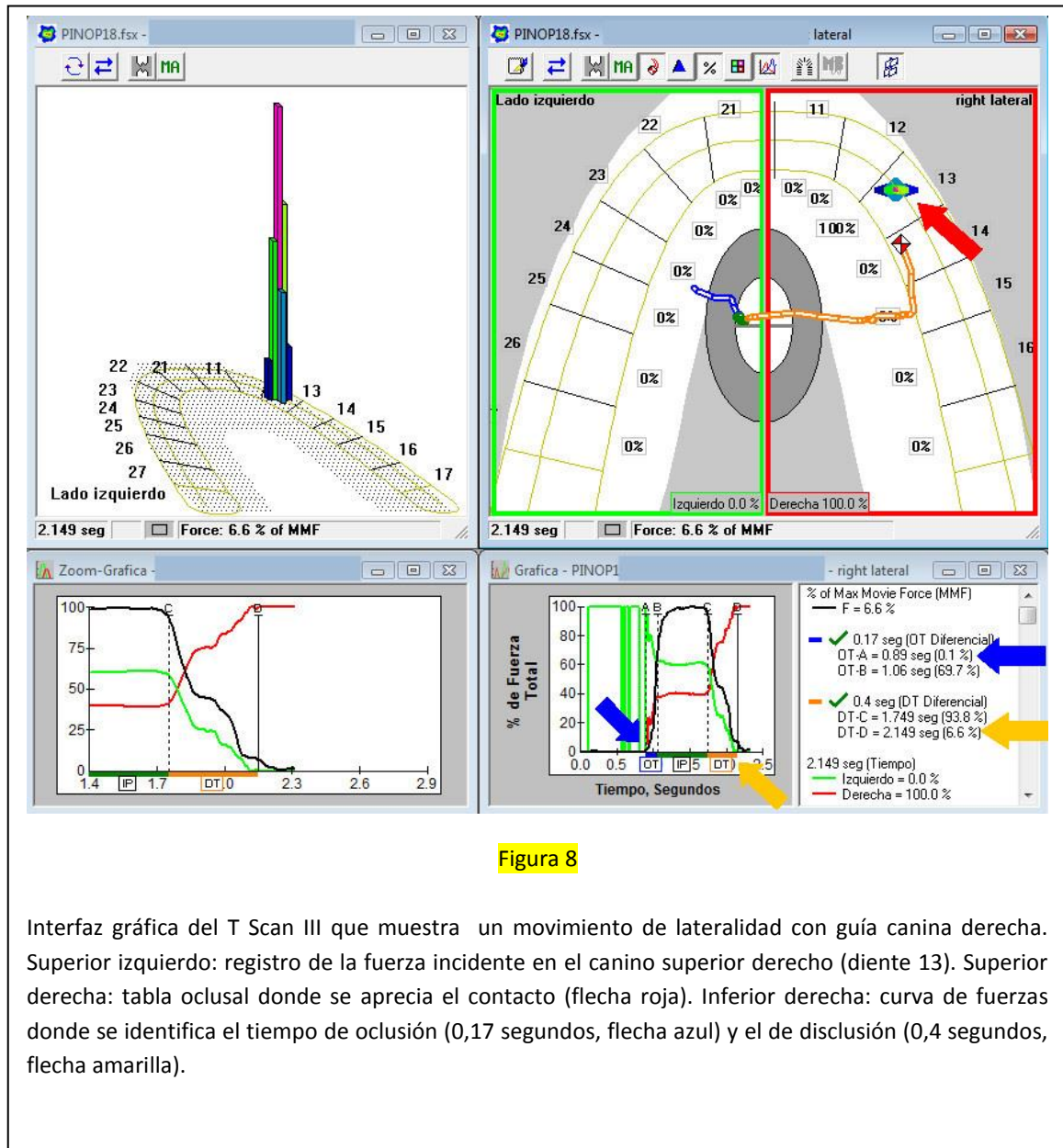
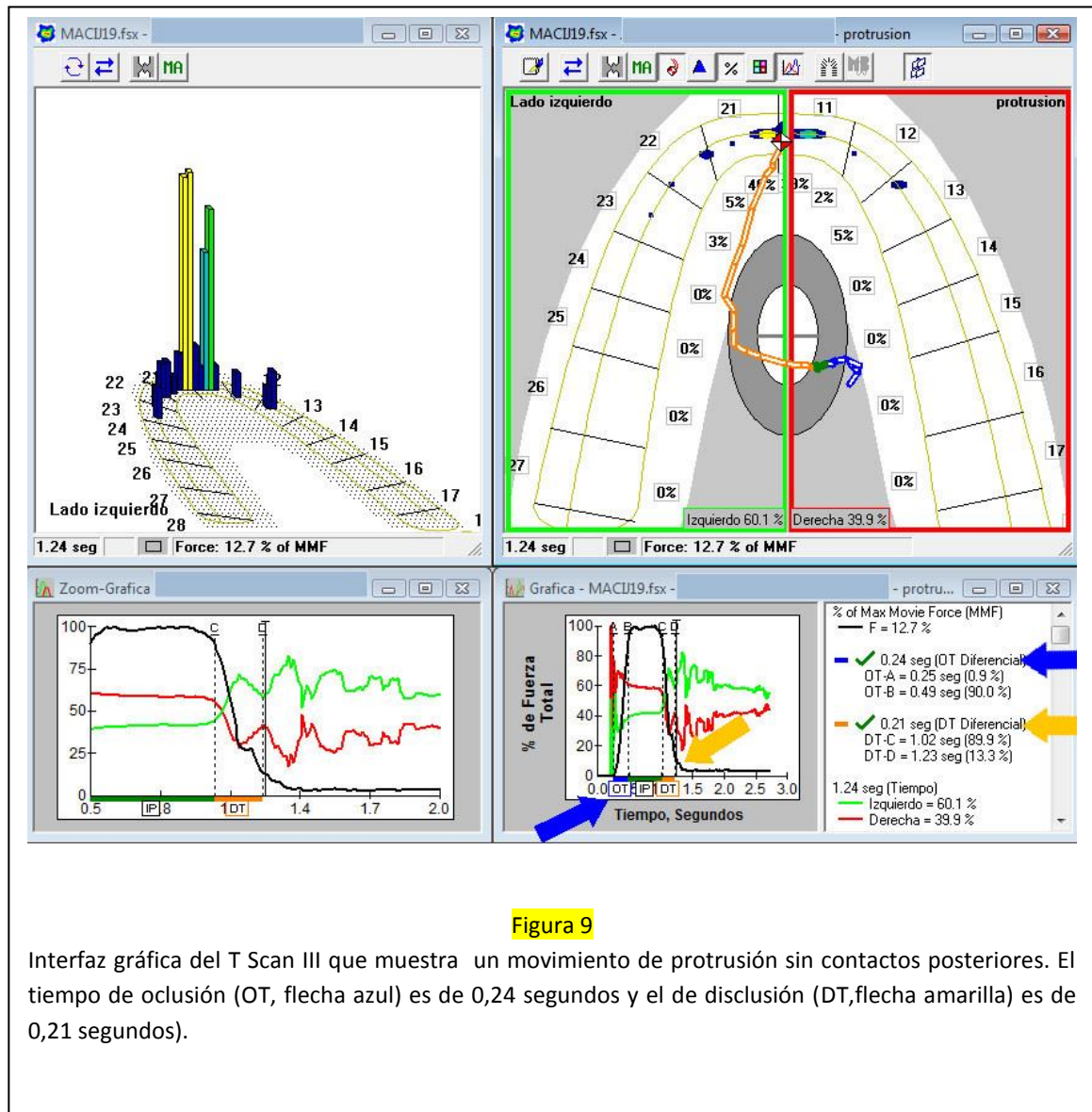


Figura 8

Interfaz gráfica del T Scan III que muestra un movimiento de lateralidad con guía canina derecha. Superior izquierdo: registro de la fuerza incidente en el canino superior derecho (diente 13). Superior derecha: tabla oclusal donde se aprecia el contacto (flecha roja). Inferior derecha: curva de fuerzas donde se identifica el tiempo de oclusión (0,17 segundos, flecha azul) y el de disclusión (0,4 segundos, flecha amarilla).

asdf



Puede definirse por tanto un conjunto de variables que pueden ser medidas cuantitativamente, lo cual contrasta con los procedimientos habitualmente utilizados en el análisis de la oclusión que en la mayoría de los casos son cualitativos sujetos a un mayor o menor grado de subjetividad interpretativa, como sucede como el número y la intensidad de las marcas de los papeles o telas de articular, o la intensidad de las fuerzas en función de la fricción de las tiras de acero laminado ("shimstock"). Así, por

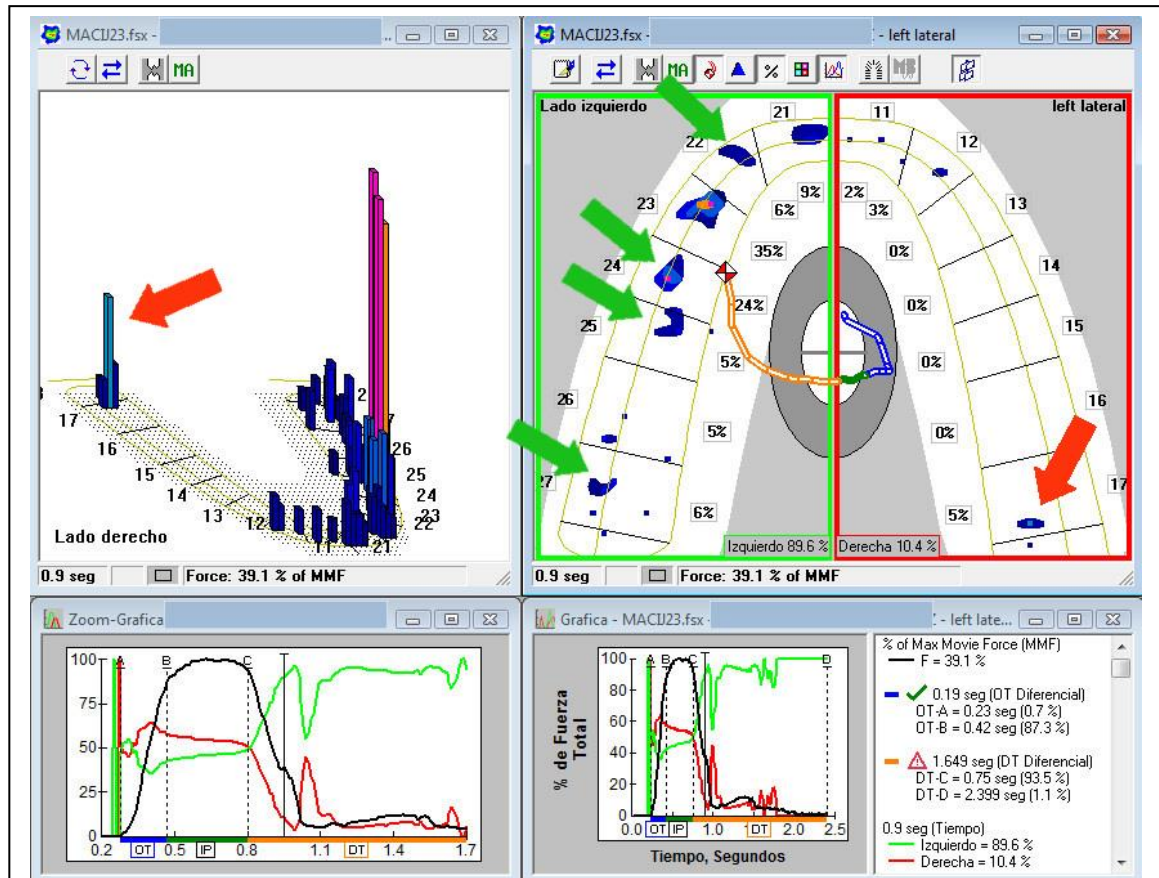


Figura 10

Interfaz gráfica del T Scan III que muestra un movimiento de lateralidad izquierda con función de grupo y contactos en el lado de mediotrusión. Aunque el canino asume la mayor parte de la carga durante la lateralidad (35 % del total de la fuerza incidente), existen múltiples contactos en el lado de laterotrusión (flechas verdes) que asumen entre el 5 % y el 24 % de la carga y un contacto en el lado de mediotrusión (flecha roja) que suma un 5 % de la carga. Dado que no hay disclusión canina, el tiempo de disclusión se alarga hasta 1,649 segundos, muy por encima de los 0,5 segundos que se considera normal.

ejemplo, el hecho de que existan marcas bilaterales no implica que los contactos oclusales sean simultáneos ni que las fuerzas estén repartidas equilibradamente, y el hecho de que la marca sea intensa no necesariamente implica que la fuerza incidente sea elevada, ya que una cúspide aguda que concentre mayor cantidad de fuerza puede perforar el papel de articular y dejar una marca casi imperceptible.

4.2 REVISION DE LA LITERATURA

Se incluye a continuación un resumen de la revisión bibliográfica efectuada a fin de obtener información sobre las siguientes cuestiones:

- ¿Son fiables y precisas las medidas efectuadas mediante el sistema T Scan III?
- ¿Qué ventajas ofrece frente a los métodos habituales para la detección de contactos oclusales?
- ¿Qué significado tiene el equilibrio bilateral de fuerzas incidentes sobre la tabla oclusal y la ubicación de la misma, representada por el centro de fuerzas?
- ¿Cuáles son los valores normales del tiempo de oclusión y disclusión?
- ¿Existe relación entre estas variables y la fisiopatología de la oclusión?
- ¿Qué utilización se ha dado al sistema T Scan III en ortodoncia?

La bibliografía se ha obtenido combinando una búsqueda en Pubmed, cruzando palabras clave (occlusion, computerized analysis, dental, digital occlusion, T scan, pressure sensor) con una búsqueda manual a partir de las referencias recuperadas. Excepcionalmente se incluyen cinco referencias recuperadas de Pubmed correspondientes a trabajos publicados en lengua china, de los que solo se dispone de los resúmenes. Esta decisión se justifica en el hecho de que se trata de los únicos trabajos hallados que estudian variables funcionales con el T Scan en muestras de pacientes ortodóncicos.

1. Fiabilidad de los registros realizados con T Scan

A fin de evaluar la precisión de los registros efectuados con TS, Koos et al.¹²² realizaron registros mediante T Scan en un conjunto de 42 sujetos (23 M y 19 F de entre 20 y 30 años de edad, con una media de 26 años). Cada sujeto realizó 6 registros consistentes en 5 ciclos masticatorios, cambiando el sensor cada 15 ciclos, es decir, se utilizaron 2 sensores por cada sujeto. Los datos fueron sometidos a análisis estadístico para comprobar la precisión, variabilidad y fiabilidad de las medidas intra e interindividualmente consideradas. La distribución de fuerzas por diente varió entre el 0 y el 41 %, siendo los incisivos laterales los dientes que más frecuentemente no ocluían, seguidos por los incisivos centrales y los caninos. Los mayores porcentajes de fuerza (del 30 al 40 %) correspondían al segundo y primer molar. La media de fuerza por diente era del 6,9 % con una desviación típica de 6,3. El

análisis de medidas repetidas no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los valores medidos para los mismos dientes. Los valores registrados independientemente por dos sensores distintos tampoco diferían e forma estadísticamente significativa; el reposicionamiento del sensor tampoco influía en la precisión de los registros. Los autores concluyen que el método de registro es preciso y fiable para la detección de los contactos oclusales y permite en la práctica identificar y reproducir objetivamente los contactos interfirientes.

Cerna et al.¹²³ realizaron un ensayo en laboratorio con sensores HD de dos series distintas aplicando fuerzas calibradas en un rango que se extendía entre los 50 y los 150 Nw. Concluyeron que sensores de la misma serie miden con precisión variable valores de fuerza absoluta y que el cambio de serie requiere la calibración de los mismos, lo cual no es práctico desde un punto de vista clínico. Sin embargo el sistema no está concebido para medir magnitudes absolutas, sino relativas y el sistema permite un rápido y fácil registro de los contactos oclusales, el instante preciso en el que suceden y su distribución de forma fiable o muy fiable en medidas repetidas.

Gacia et al.¹¹⁸ tomaron series de cuatro registros de MI en un grupo de 18 sujetos (5 F y 13 M de edades comprendidas entre 28 y 50 años) concluyendo que la variabilidad entre sujetos era significativamente mayor que intra sujetos, siendo el sistema por tanto capaz de diferenciar entre individuos. En cuanto al índice de coincidencia intra-sujeto en cada uno de los cuatro registros, era 90,3 %. Ha de tenerse en cuenta que el estudio, fue realizado en 1997, fecha en la que el sensor disponible aún era el G II.

Kerstein et al.¹²⁰ llevaron a cabo un estudio experimental para verificar el sensor HD, diseñado para sustituir al anterior G 3, en dicho sensor se incrementó la superficie de los elementos sensibles un 33 % y se disminuyó el área inactiva un 50 %. Se diseñó un dispositivo que reproducía el movimiento de apertura y cierre de ambos arcos dentarios y generaba fuerzas oclusales de 240 Newtons. Se realizó un total de 24 ciclos por cada sensor. Los datos se tabularon y se llevó a cabo un análisis de la varianza comparando los valores obtenidos por dos sensores distintos: el G 3 y el HD. Se concluyó que la desviación típica de los valores de fuerza entregados por éste último era significativamente menor que los de aquél, mientras que no existían diferencias en cuanto a la localización de los contactos.

2. Ventajas sobre los métodos habitualmente empleados para la detección de contactos oclusales.

Maness¹²⁴ comparó la fiabilidad de tres métodos para la detección de los contactos oclusales: papel de articular (Accufilm[®]), tiras de acero laminado de 8 µm (Shim Stock) y TS. Se realizó una prueba en laboratorio con un dispositivo mecánico provisto de un modelo superior y otro inferior de epoxi-resina, que reproducía ciclos masticatorios repetidamente. Sobre el modelo se reprodujeron contactos interferentes en posiciones fijas. Concluyeron que el papel de articular y las tiras de acero por separado no aseguraban adecuadamente la identificación de los contactos y debían ser combinados para alcanzar mayores niveles de fiabilidad. El papel de articular tenía tendencia a registrar falsos positivos, más en el grupo anterior. El TS coincidía con los otros dos métodos y mostró ser el más fiable especialmente si los contactos eran simultáneos y numerosos. Además suministra datos adicionales que se consideran relevantes para el estudio de la función oclusal, particularmente el modo cómo los contactos aparecen a lo largo del tiempo durante el ciclo masticatorio.

Carey et al.¹²⁵ realizaron un estudio simulando la fuerza masticatoria con un dispositivo capaz de provocar impactos de dos modelos de epoxi resina de una magnitud variable entre los 25 y los 450 Nw (valores habituales durante la masticación humana). Las marcas de papel de articular se fotografiaron para analizarlas previa digitalización. Se encontró que no existía una correlación lineal entre el aumento de la fuerza de oclusión y el incremento de la superficie de la marca dejada por el papel de articular y por tanto no debe asumirse que cuanto mayor sea dicha marca mayor es la fuerza incidente. Sólo se encontró un 21 % de coincidencia entre ambos factores y que marcas del mismo tamaño se correspondían con distintos niveles de fuerza. Por tanto el área y la intensidad de las marcas no describe con fiabilidad la carga transmitida, al contrario de lo que habitualmente se admite.

3. Significado del equilibrio bilateral de fuerzas

Maness et al.¹²¹ utilizaron el T Scan para estudiar la distribución de las fuerzas oclusales en una muestra de 93 sujetos normoclusivos. Utilizando un sistema de cálculo cuantitativo observaron que las fuerzas tendían a localizarse simétricamente

en el plano medio-sagital, y en el plano horizontal respecto de un eje que se extiende transversalmente entre los puntos de contacto del primer molar y el segundo premolar de cada lado, configurando los datos calculados distribuciones normales. Concluyeron que el método permitía una fácil identificación clínica de la distribución de los contactos oclusales.

Mizui¹²⁶ et al. realizaron registros mediante TS en una muestra de 60 sujetos con oclusiones normales y sin síntomas de DTM (30 M y 30 M) y en 6 mujeres diagnosticadas de DTM. Corroboraron los hallazgos de Maness en cuanto a la distribución de las fuerzas oclusales en el eje sagital y en el transversal, ubicando el centro de fuerzas (resultante de todas las fuerzas incidentes en la tabla oclusal) centrado en la línea media y antero-posteriormente en un eje que une "la región" de los dos primeros molares. En cambio, los registros efectuados en pacientes disfuncionales determinaron que la localización del centro de fuerzas era sagitalmente asimétrica y antero-posteriormente no siempre localizada en el "área" del primer molar.

4. Valores normales de los tiempos de oclusión y disclusión. Relación con la fisiopatología de la oclusión.

Kerstein y Farrel¹²⁷ trataron mediante equilibrado oclusal un grupo de 53 pacientes (13 M y 40 F; edades comprendidas entre 24 y 43 años) diagnosticados de síndrome de dolor miofascial; 29 pacientes habían sido tratados ortodóncicamente. Todos los pacientes tenían en común la ausencia de libertad de movimientos de la mandíbula en todas las direcciones debido a la existencia de guías anteriores. El tratamiento se dirigió a eliminar las interferencias tanto en el lado de trabajo como en el de no trabajo. Tras la primera sesión de equilibrado 44 pacientes notaron una reducción considerable de la sintomatología y los demás una reducción incompleta, que fue completa tras una sesión adicional de equilibrado. Los ruidos articulares sin embargo no desaparecieron de forma inmediata. Cabe destacar que el los pacientes tratados ortodóncicamente (55 % de la muestra) habían desarrollado síntomas de DTM años después de completado el tratamiento, y presentaban interferencias por lo que no puede decirse que establecer unas relaciones dentarias "ideales" desde el punto de vista vertical necesariamente suponga que los movimientos excursivos estén libres de interferencias y que sean funcional y neuromuscularmente neutrales, por lo que debería practicarse el equilibrado oclusal una vez los dientes hayan alcanzado una posición estable.

Sierpinska et al.¹²⁸ llevaron a cabo un estudio bajo condiciones experimentales para conocer la posible relación entre el área de contacto oclusal, el tiempo de oclusión y la eficiencia masticatoria. La muestra estaba integrada por 25 sujetos dentados (9 M y 17 F con una edad media de 31,6 años) en los que tomaron registros con TS en máxima intercuspidad para determinar el tiempo de oclusión y el área de contacto. La eficiencia masticatoria se evaluó tras la masticación de un fragmento de silicona pesada durante 20 ciclos masticatorios cortos y 80 ciclos largos. Se encontró una correlación negativa entre el tiempo de oclusión y la edad, sin que se apreciaran diferencias significativas por sexo. El tiempo de oclusión decreció significativamente a medida que aumentaba el número de ciclos masticatorios, es decir, cuanto más larga la masticación, menor el tiempo de oclusión. Sin embargo, el área de contacto oclusal permaneció constante. Los autores concluyen que la eficiencia masticatoria está más influenciada por los movimientos de la mandíbula que por dicha área. También confirmaron la fiabilidad del TS para la evaluación de la distribución de los contactos oclusales.

Kerstein y Wright¹²⁹ trataron un grupo de 7 pacientes (F) de entre 25 y 27 años, diagnosticadas de síndrome de dolor miofascial que habían sido tratadas ortodóncicamente y exhibían una relación de clase I estática "ideal". Se tomaron registros con TS de las excursiones laterales anotando el tiempo de disclusión así como registros electromiográficos de superficie en posición de reposo y realizando movimientos excursivos. El tratamiento consistió en un equilibrado oclusal para conseguir una disclusión inmediata y posteriormente para estabilizar la posición de máxima intercuspidad. Entre 5 y 7 días después de conseguida la guía anterior inmediata la sintomatología había desaparecido completamente o reducido considerablemente. Los autores concluyeron que (1) el periodo de contracción muscular de maseteros y temporales es proporcional al tiempo en que los molares están en contacto durante un movimiento de lateralidad; (2) los tiempos de disclusión inferiores o iguales a 0,5 segundos reducen significativamente la actividad contráctil y retornan los potenciales de reposo a niveles más bajos; antes del tratamiento dicho tiempo era, en promedio, de 1,6 segundos; (4) un factor etiológico en el desarrollo del síndrome de dolor miofascial crónico podría ser los tiempos de disclusión prolongados los cuales incrementarían los niveles de contracción muscular y acumular un efecto-fatiga lo largo del tiempo; (5) el desarrollo de una guía anterior inmediata distribuye las fuerzas equilibradamente en la tabla oclusal.

Learreta et al.¹³⁰ introdujeron interferencias de 0,4 mm. bajo condiciones experimentales en una muestra de 50 sujetos asintomáticos monitorizando la respuesta muscular mediante EMG y la localización de dichas interferencias con TS. Estudiaron la actividad bilateral de los músculos temporal anterior, masetero, digástrico y trapecio ubicando la interferencia en los dientes 17 14, 13 y 11. Constataron la aparición de patrones de contracción disruptivos consistentes en disminución de la actividad muscular del temporal, masetero y digástrico cuando se solicitaba a los sujetos que apretaran ambos arcos dentarios con fuerza máxima mientras que el trapecio la aumentaba. Los autores concluyen que podría existir una relación sinérgica entre los músculos temporal anterior y trapecio de forma que éste compensaría la actividad de aquél. La utilización conjunta del TS y el electromiógrafo de superficie mostró ser útil y precisa para la evaluación de la oclusión.

Kerstein¹³¹ comparó el tiempo de disclusión obtenido mediante registros realizados con el TS entre un grupo de 40 pacientes sin síntomas de SDDM (20 M y 20 F, de entre 22 y 38 años) y otros 49 sujetos diagnosticados e SDDM crónico (20 M Y 27 F, de entre 20 y 41 años). Habían sido tratados ortodóncicamente 16 pacientes del primer grupo y 26 del segundo. Obtuvo las siguientes conclusiones: (1) el tiempo de disclusión era mayor en los sujetos con SDDM. (2) Los pacientes con clase III de Angle tenían mayor tiempo de disclusión que los de clase II y éstos mayor que los de clase I. (3) Los pacientes con mordida abierta tenían el mayor tiempo de disclusión, debido a la falta de guía anterior. (4) En el grupo de pacientes disfuncionales, los que habían sido tratados ortodóncicamente tenían el mayor tiempo de disclusión, aunque no existía diferencia estadísticamente significativa comparados con los demás de este grupo. (5) Los sujetos normales tienen en general menores tiempos de disclusión que los pacientes disfuncionales; no obstante parece existir un nivel de tolerancia individual que si es excedido provoca sintomatología ya que muchos sujetos normales tienen un tiempo de disclusión mayor de 0,5 segundos, valor que se ha reportado como frecuente en dichos sujetos. (6) Altos tiempos de disclusión podrían ser importantes como elemento diagnóstico en pacientes disfuncionales. Su análisis previo al tratamiento permitiría verificar si los niveles de contracción de los maseteros y temporales están hiperactivados debidos al esquema oclusal existente.

El mismo autor¹³² estudió un grupo de 102 (38 M y 64 F con una edad media de 29,37 años) pacientes diagnosticados de SDDM con una evolución media de 6,19 años. El propósito era observar la evolución tras un procedimiento de equilibrado oclusal dirigido a disminuir los tiempos de disclusión en protrusiva y lateralidades a

valores iguales o inferiores a 0,5 segundos (verificados mediante registros con TS). Concluyó que existía correlación estadística entre tiempos de disclusión largos y el grado de cronicidad e intensidad de los síntomas y que la disminución de los tiempos de disclusión influye significativamente en la disminución de la sintomatología así como en la dependencia de los pacientes de los dispositivos de desprogramación y de la medicación. Con posterioridad se diseñó un estudio controlado¹³³ dirigido a contrastar estos hallazgos: se realizó equilibrado oclusal en un grupo de 25 pacientes (edad media: con SDDM divididos en 3 grupos: 10 pacientes, que se sometieron a tratamiento, 8 pacientes que constituían el grupo control en los que, para evitar el efecto placebo se efectuó una simulación de ajuste oclusal y 7 que no fueron sometidos a actuación alguna salvo registros mediante T.S.. El tiempo de disclusión se obtuvo a partir de cuatro registros para cada movimiento de lateralidad en cada paciente. El periodo de observación se extendió hasta 1 año post-tratamiento. Sólo en el grupo tratado se constató una reducción estadísticamente significativa del tiempo de disclusión (media pre-tratamiento: 1,45 seg. y post-tratamiento: 0,43 seg.) y además de los síntomas en frecuencia e intensidad durante todo el periodo de observación.

Ciavarella et al.¹³⁴ tomaron registros de máxima intercuspidad con TS a una muestra de 20 pacientes de entre 17 y 30 años (edad media: 25,4 años) diagnosticado de DTM y a un grupo control de 10 pacientes asintomáticos de la misma edad. Las posiciones condilares fueron determinadas previamente sobre modelos montados en relación céntrica en un articulador semiajustable y un indicador de posición condilar. Observaron que mientras que en los sujetos del grupo control el centro de fuerzas se ubicaba en posiciones centradas, dentro de la primera y la segunda desviaciones clínicas y en los sintomáticos estaba fuera de la segunda; en los pacientes con distracción condilar en el eje vertical dicho nivel se localizaba en el área de los segundos molares y el centro de fuerzas no se desplazaba en sentido lateral significativamente. Si la distracción era en el eje sagital el centro de fuerzas siempre se localizaba fuera de la segunda desviación clínica, en el lado de la hemiarcada que ejercía mayor presión, al igual que en los pacientes cuyos cóndilos exhibían distracción localizada en los tres ejes (vertical, transversal y sagital). Al mismo tiempo los sujetos sanos podían mantener la máxima fuerza en oclusión el doble de tiempo que los pacientes (6,349 segundos vs. 3,225 segundos). Los autores concluyen que los altos niveles de fuerza detectados a nivel posterior inducen una distracción vertical y simétrica de los cóndilos y que en los casos el desplazamiento del centro de fuerzas en sentido lateral denota una sobrecarga asimétrica en la tabla oclusal que provoca desplazamientos condilares en los tres ejes. Debido a la debilidad muscular, los

pacientes no son capaces de mantener la máxima fuerza en oclusión, en comparación con el grupo control.

Ma et al.¹³⁵ investigaron la distribución de fuerza y las características del tiempo de oclusión en distintas condiciones (PI, protrusiva y movimientos de lateralidad) utilizando el sistema T Scan III, sobre una muestra de 53 sujetos normoclusivos (29 M y 24 F de 25,9 años de edad media). En PI los mayores porcentajes de fuerza se concentraban en primer y segundo molar (lado izquierdo: 13,3 % y 17,2 % respectivamente y lado derecho: 15,7 y 18,7 respectivamente, valores promedio). Cuando se consideran conjuntamente premolares y molares de ambos lados, los valores de carga que asumían era del 61,3 % del total. En cuanto a la fuerza correspondiente a cada hemiarcada, era del 46,4% para el lado izquierdo y 53,6 % para el derecho, siendo la diferencia significativa. En protrusiva el 85,1 % de la fuerza era ejercida por los incisivos 21, y 12. En excursiones laterales el 29 % de los sujetos exhibía una guía canina y el 38 % función de grupo (valores promedio). El resto exhibían patrones de oclusión combinados. El tiempo medio de oclusión fue de 0,34 seg. y el de disclusión 1 seg.

5. Utilización del sistema T Scan III en ortodoncia.

Cohen-Levy y Cohen¹³⁶ estudiaron la evolución de los contactos oclusales durante el periodo de asentamiento (20 meses) en 19 pacientes (edad media: 32 años) tratados ortodóncicamente mediante técnica lingual. Utilizaron simultáneamente papel de articular y TS. Los registros (todos de máxima intercuspidad) se tomaron inmediatamente después de retirar los dispositivos ortodóncicos (T1), entre 1 y 3 meses después (T2) y en otros dos periodos hasta los 20 meses (T3 y T4). Se estudiaron los porcentajes de fuerza ejercidos por cada diente y se midió la superficie de contacto. El análisis estadístico demostró la reproducibilidad de las medidas así como la correlación entre ambas variables. Los contactos aumentaron cualitativamente a lo largo del tiempo sin cambios en su ubicación y mostraban una tendencia a la simetría entre T1 y T4 entre el lado derecho y el izquierdo, excepto en tres casos en los que la asimetría se mantuvo aunque los pacientes estaban libres de síntomas.

An et al¹³⁷ realizaron registros de máxima intercuspidad mediante TS en un grupo de 14 adolescentes que habían finalizado tratamiento ortodóncico y otro de 17 sujetos normoclusivos (grupo control). Observaron los contactos a diferentes niveles

de fuerza de oclusión máxima (1/10, 1/4, 1/2, 3/4 y máxima fuerza). En el grupo experimental el número de contactos anteriores varió, en promedio, entre 1,5 y 5,5 mientras que en el grupo control no se detectaron contactos. En los segmentos posteriores no se encontró diferencia significativa entre ambos grupos de sujetos. El centro de fuerzas se localizó más hacia mesial en el grupo experimental. El tiempo de oclusión en éste grupo fue, en promedio, de 0,19 seg. y 0,16 en el control, no siendo la diferencia significativa.

Los mismos autores¹³⁸ estudiaron mediante TS los contactos oclusales durante los movimientos excéntricos (protrusión y lateralidades) en una muestra de 16 adolescentes tras el tratamiento de ortodoncia; utilizaron como control un grupo de 17 sujetos normoclusivos. Hallaron una mayor prevalencia en contactos posteriores en el grupo de pacientes tratados, la mayoría de ellas en segundos molares. El tiempo de disclusión en los registros excéntricos disminuyó a lo largo de los tres periodos estudiados pasando de 1,504 segundos a 0,791 mientras que en el grupo control permaneció constante, siendo en promedio de 0,47 segundos, aunque si bien los resultados oclusales del tratamiento se consideraron "normales".

He et al.¹³⁹ evaluaron los cambios en los patrones de contacto en un grupo de 20 pacientes adolescentes tomando registros mediante TS en el momento de la retirada de los aparatos (T1) y 12 meses después (T2). Se configuraron dos grupos: uno integrado por pacientes en los que se detectaron interferencias oclusales y el otro libre de ellas. La contención se realizó mediante placa de Hawley. Encontraron una reducción significativa del tiempo de disclusión durante los movimientos de protrusiva, lateralidad izquierda y lateralidad de recha (respectivamente 1.07 ± 0.87 seg; 0.91 ± 0.47 seg. y 0.76 ± 0.43 seg. en T1 y 0.43 ± 0.2 ; 0.67 ± 0.41 y 0.50 ± 0.27 en T2). En cuatro pacientes del primer grupo desaparecieron las interferencias y uno terminó manifestando sintomatología muscular. Los tiempos también disminuyeron en el segundo grupo realizando los mismos movimientos y en el mismo orden (1.25 ± 1.11 seg; 0.84 ± 0.15 y 0.52 ± 0.49 en T1 y 0.35 ± 0.15 seg; 0.36 ± 0.15 seg y $0.33 \pm 0,11$ seg.).

Estos tres últimos trabajos se han incluido (a pesar de disponer sólo de los resúmenes) porque contienen importante información en relación con el objeto de esta tesis, ya que contienen valores de variables oclusales que son las mismas que analizaremos, si bien los periodos de observación y el número de sujetos son significativamente menores.

Como resumen a efectos fundamentalmente prácticos de esta sección podemos concluir lo siguiente:

- El sistema de análisis oclusal T Scan III entrega unas medidas fiables y reproducibles.
- El centro de fuerzas (resultante de las fuerzas incidentes en la tabla oclusal) en sujetos normales está ubicado en una posición centrada mediosagitalmente y localizada anteroposteriormente en el área del primer molar; más precisamente, en el eje que une el punto de contacto entre éste y el segundo premolar.
- Tiempos de disclusión mayores de 0,50 segundos son frecuentes en pacientes sintomáticos, mientras que su reducción mediante técnicas de equilibrado para desarrollar una guía anterior inmediata se asocia a remisión de los síntomas.
- El registro del tiempo de oclusión (que idealmente debe ser de 0 segundos, ya que todos los topes de céntrica deben ser simultáneos) está sujeto a un artefacto de técnica porque debido a la sobremordida los bordes incisales superiores contactan con el sensor antes de que se haya establecido la máxima intercuspidad necesitándose un instante no mayor de 0,20-0,22 segundos para alcanzarla; valores mayores no deben considerarse normales.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los efectos que sobre las relaciones oclusales tienen los tratamientos ortodóncicos se han investigado en trabajos que siguen dos tipos de diseño. El más simple de ellos se limita a observar dichos efectos y/o a compararlos con grupos control de pacientes no tratados transcurrido un tiempo variable desde la finalización del tratamiento^{5,41,42,51,83}, si bien algunos no fueron diseñados específicamente para el estudio del asentamiento^{46,47,48}. Un diseño más orientado al estudio del periodo de asentamiento oclusal es el que establece un periodo de tiempo que se inicia tras la retirada de la aparatología, durante el cual se toman los registros, bien al inicio y al fin del mismo^{71,81,86,88,91,93,94} o bien, además, en periodos intermedios^{89,90,97,98}. No es infrecuente que el tamaño de las muestras y el periodo de observación en estos casos sean de escasa magnitud. Otros trabajos, por último, dirigen parte de sus objetivos al estudio de la oclusión en pacientes candidatos a tratamiento ortodóncico, pero que aún no lo han comenzado⁵².

Son muy escasos los trabajos publicados sobre oclusión en ortodoncia en los que se haya utilizado el sistema T Scan y ninguno de ellos estudia de forma estructurada el periodo de asentamiento a largo plazo. Uno de ellos es un reporte de casos¹³⁶, y de los otros 3 disponemos de información limitada, aunque fueron realizados sobre muestras de pequeño tamaño. Dos se limitan a una observación^{137,138} (12 meses tras la conclusión del tratamiento) y uno de ellos¹³⁹ establece dos cortes temporales (final del tratamiento y 12 meses) y toma registros funcionales.

El objetivo general es el de determinar si dichas variables experimentan algún cambio a lo largo del periodo de asentamiento. La hipótesis nula, por tanto, es: "No existe cambio en las medias de las variables funcionales estudiadas, referidas a la evolución del asentamiento oclusal, desde la retirada de los aparatos hasta el final de la fase de contención".

Los objetivos operativos son los siguientes:

1. Determinar si existen cambios en la ubicación del centro de fuerzas.
2. Determinar si existen cambios en la fuerza que ejerce cada diente sobre la tabla oclusal.
3. Determinar si existen cambios en el tiempo de oclusión.

4. Determinar si existen cambios en los tiempos de disclusión durante los movimientos excéntricos.

6. MATERIAL Y METODOS.

6.1 CONFIGURACIÓN DE LA MUESTRA

Para la configuración de la muestra objeto de este estudio se llevó a cabo una selección aleatoria de historias clínicas de una clínica privada correspondientes a pacientes que hubieran finalizado el tratamiento de ortodoncia con prescripción fija multibrackets entre el 1 de julio de 2011 y el 31 de diciembre de 2012. Los responsables de los pacientes fueron informados por escrito, en los términos de los artículos 5, y 15 a 18 de la Ley Orgánica de Protección de Datos de carácter Personal (Ley15/1999) de la incorporación de los datos de la historia clínica a un fichero registrado en la Agencia de Protección de datos y de su tratamiento de acuerdo con lo previsto en el artículo 4 de la misma Ley. Asimismo fueron informados verbalmente y por escrito de las conclusiones diagnósticas, las distintas alternativas de tratamiento y las características y desarrollo de los mismos así como de sus limitaciones así como de los posibles efectos adversos y se obtuvo el consentimiento en los términos de los artículos 8 y 9 de la Ley 41/2002 Básica Rreguladora de la Autonomía del paciente y de Derechos y Obligaciones en Materia de Información y Documentación Clínica. Los pacientes debían cumplir los siguientes requisitos:

- Tener una edad no menor de 10 años ni mayor de 17 en la fecha de colocación de brackets.
- Haber sido tratado sólo con medios ortodóncicos (no se incluyeron pacientes tratados quirúrgicamente).
- Tener al final del tratamiento dentición permanente completa salvo si el caso se trató con extracciones de premolares.
- No tener agenesias, excepto si eran de premolares y el tratamiento se programó con extracciones de premolares.
- No presentar al final del tratamiento síntomas sugestivos de disfunción cráneo-mandibular.
- Haber seguido el programa de revisiones post-tratamiento.
- No presentar discapacidad psicofísica que pudiera incidir en el desarrollo del tratamiento o dificultara la colaboración.

La edad media al inicio del tratamiento fue de 13 años y 8 meses (rango: 10 años, 11 meses y 16 años, 7 meses). No se sometió a los pacientes a ningún tipo de intervención distinta a las contenidas en los protocolos de actuación que se aplican rutinariamente a cualquier paciente en tratamiento ortodóncico, ni antes, ni durante, ni después del tratamiento. El protocolo incluye el estudio previo al tratamiento (obtención de modelos de estudio, ortopantomografía, tele-radiografía craneo-lateral para trazado cefalométrico y THC en los casos indicados), planificación del tratamiento dirigida a objetivos^{11,12,13}, citas de revisión durante la fase activa del tratamiento en periodos de tiempo comprendidos entre 4 y 6 semanas, retirada de aparatos, toma de registros post-tratamiento (modelos, ortopantomografía y tele-radiografía cráneo lateral para trazado cefalométrico y registros mediante T Scan), y colocación de sistemas de contención. De los 81 pacientes, 23 (28,4 %) fueron tratados con extracciones de segundos premolares y 58 (71,6 %) sin extracciones. Se utilizaron brackets de cementado directo y bandas o tubos de cementado directo en molares (prescripción de Roth, ranura de 0,022"); el último arco insertado fue como mínimo 0,019" x 0,025" de acero. De los 81 pacientes, en 53 (65,43 %) se incorporaron al aparato los segundos molares superiores y en 76 (93,82 %) en los segundos molares inferiores. La causa por la que el resto de los segundos molares no se incorporaron al aparato fue en todos los casos infraerupción. La contención se efectuó con arcos trenzados de 0,15" cementados en los cuatro incisivos superiores y de canino a canino inferior, y en el arco superior, además, una férula termoplástica fabricada con planchas de 0,030" que se llevó 24 horas durante el primer mes, sólo por las noches entre el 2º y el 6º mes, noches alternas entre el 6º y el 15º mes, dos noches por semana entre el 15º y el 27º mes y solamente una a partir del 27º mes.

6.2 METODOLOGÍA

Cada uno de los periodos enunciados en el aparrado anterior coincide con una revisión post-tratamiento programada, también de acuerdo al protocolo estándar que se aplica a todos los pacientes, al igual que la toma de registros con el equipo T Scan III según el siguiente esquema:

- Dos registros de máxima intercuspidación, apretando firmemente
- Dos registros de protrusiva
- Dos registros de lateralidad derecha

- Dos registros de lateralidad izquierda
- Un registro de tres ciclos masticatorios sucesivos

Los registros fueron realizados por el mismo operador. Se emplearon sensores HD, seleccionando el modelo 2001 ó 2501 según se adecuaban más a las características morfológicas de las arcadas de cada paciente. Los sensores se cambiaron cada 15 registros.

Previamente a la toma de registros definitivos, los pacientes ensayaron con un primer sensor que no se utilizó posteriormente para tener la seguridad de que comprendían y podían ejecutar las siguientes instrucciones:

- Se sentaron en el sillón dental en posición vertical con el plano de Francfort paralelo al suelo.
- Todos los registros se iniciaban desde la posición de reposo mandibular, teniendo cuidado de no tocar el sensor con los dientes inferiores.
- Se situó la horquilla portadora del sensor ubicando el marcador de línea media entre los incisivos centrales y desde posición de reposo se pidió al paciente morder firmemente manteniendo la máxima intercuspidadación entre 1 y 2 segundos, hasta recibir la instrucción de "abrir la boca".
- El registro de protrusiva debía realizarse partiendo de máxima intercuspidadación y llevando los dientes a posición de borde a borde en el momento de recibir la instrucción ad hoc, y no antes.
- El registro de lateralidad debía realizarse hasta llevar los caninos a posición de cúspide a cúspide, y si no existía guía canina hasta enfrentar las cúspides del lado de trabajo en el momento de recibir la instrucción ad hoc, y no antes.
- El registro de tres ciclos masticatorios sucesivos debía realizarse igual que el de máxima intercuspidadación mordiendo firmemente el sensor durante un segundo en intervalos de un segundo, dando instrucciones de cuándo debía abrir y cerrar.

Siguiendo el protocolo de la clínica no se efectuó equilibrado oclusal mediante técnicas aditivas ni sustractivas durante el tratamiento ni durante los primeros dos años y medio del periodo de seguimiento post-tratamiento. De los 90 pacientes iniciales, 3 fueron descartados para el estudio por imposibilidad de tomar registros debido a que no eran capaces de cumplir las instrucciones para ejecutar los

movimientos excéntricos, 2 por perforar el sensor repetidamente debido a excesiva fuerza de oclusión y/o cúspides agudas y 4 por inasistencia reiterada a las revisiones de control post-tratamiento en las fecha programadas. Finalmente las observaciones se realizaron sobre un grupo de 81 pacientes.

6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos suministrados por los registros mediante T Scan se recogieron en una tabla configurada con el programa Microsoft Excel y se trataron aplicando la siguiente secuencia:

- Se promediaron los valores de fuerza correspondientes a cada diente contenidos en cada uno de los dos registros de máxima intercuspidadación, con ello se perseguía disminuir la probabilidad de error aleatorio. Se excluyeron los terceros molares, dado que en la mayoría de los casos ni siquiera al final del periodo de estudio habían erupcionado, o lo habían hecho sólo parcialmente y sólo en 10 casos y en el último corte temporal entraban parcialmente en oclusión. Una vez promediados, se definieron las siguientes variables (resumen en Tabla 1): (1) porcentaje de fuerza ejercida sobre la tabla oclusal por cada uno de los dientes; (2) Porcentaje de fuerza ejercida por cada hemiarcada en máxima intercuspidadación; (3) tiempo de oclusión (se seleccionaron los valores más bajos de entre todos los registros tomados); (3) tiempo de disclusión en protrusiva (se seleccionaron los valores más bajos de entre todos los registros tomados); (4) tiempo de disclusión en lateralidad derecha (se seleccionaron los valores más bajos de entre todos los registros tomados); (5) tiempo de disclusión en lateralidad izquierda (se seleccionaron los valores más bajos de entre todos los registros tomados). Todas estas variables son cuantitativas continuas. Además, se categorizó la ubicación antero-posterior del centro de fuerzas construyendo una nueva variable (cualitativa) con el siguiente código: (0) en la situación ideal (eje que une los puntos de contacto de ambos primeros molares con los segundos premolares); (1) mesial de la ubicación ideal; (2) distal de la ubicación ideal (figura 11). Por último se categorizó la centralidad estadística del centro de fuerzas¹¹⁴ aplicando el siguiente código según su ubicación: si el centro de fuerzas se

encontraba dentro de la media (elipse blanca, figura 12) se categorizó como (1) si estaba dentro de la primera desviación clínica; como (2) si estaban dentro de la segunda y como (3) si estaba fuera de la segunda.

- Los datos correspondientes a las variables continuas 1 y 2 de la tabla 1 se obtuvieron empleando el programa "T Scan 8" (figura 13); los correspondientes a los tiempos de oclusión y disclusión (variables 3, 4, 5 y 6 de la tabla 1) y los correspondientes a las variables categóricas utilizando el "T Scan 3". La diferencia entre ambos es que el primero entrega los valores con precisión de un decimal, y el segundo sólo valores enteros. Sin embargo, la recogida de datos correspondientes a las variables cualitativas y a los tiempos de oclusión y disclusión es más fácil con el T Scan II porque permite representar en pantalla múltiples registros simultáneamente y emite unas tablas con las cifras de los tiempos automáticamente.
- Los valores de las variables en cada corte temporal se tabularon empleando el programa Microsoft Excel[®] versión 2007 para Windows. Se definieron los siguientes cortes:
 - T1: dos horas después de retirados los aparatos
 - T2: un mes después
 - T3: seis meses después
 - T4: 15 meses después
 - T5: 27 meses después
- Si los tiempos de oclusión eran superiores a 0,22 segundos se tabularon como 0,26 segundos y si los tiempos de disclusión excedían 0,55 segundos se tabularon como 0,60 segundos a fin de no sesgar las medias, ya que el sistema continúa registrando tiempo mientras no se dé por finalizado el registro, y no tiene sentido registrar tiempos elevados una vez se haya traspasado el límite que se considera normal.
- Dada la extensa cantidad de variables sometidas a análisis (200 en total) se llevó a cabo una revisión de la base de datos por dos observadores independientemente y posteriormente por ambos

conjuntamente a fin de asegurar la exactitud y calidad de los datos. Una vez depurada la base de datos, se exportó para a continuación ser importada y analizada por el programa SPSS, versión 22 para Windows.

- Para el análisis de las variables cualitativas, particularmente (son las variables T(1→5) COF (AP), que describe la ubicación del centro de fuerzas antero-posteriormente y T(1→5) COF, que es una medida de centralidad estadística del centro de fuerzas y describe cómo de próximo está a la ubicación ideal en el plano horizontal) se realizó un programa de análisis gráfico y cuantitativo mediante el software MATLAB R2013-a, que permite no sólo conocer las proporciones que toma cada categoría de la variable en cada corte temporal, sino la tendencia evolutiva con el transcurso del tiempo.
- Además del análisis de las variables citadas, se consideró necesario por cuestiones metodológicas, analizar separadamente la fuerza que transmiten a la tabla oclusal los segundos premolares, ya que la muestra está integrada por pacientes con o sin extracciones de segundos premolares. Frecuentemente los investigadores^{51,93} excluyen del estudio los premolares de los sujetos tratados sin extracciones para hacer posible el estudio estadístico, lo cual, en principio, no parece necesario para los objetivos de esta tesis toda vez que lo que se analizan son fuerzas y no contactos, siempre y cuando la ausencia de premolares no afecte al equilibrio de fuerzas que inciden sobre la tabla oclusal.

Se propone la realización de un análisis descriptivos para cada variable, que redojan los principales estadísticos de interés (media, desviación típica, valores máximo y mínimo) y pruebas de normalidad; se obtuvieron además los perfiles de fuerza oclusal para cada diente) y la realización de un estudio inferencial para las variables cuantitativas mediante pruebas paramétricas si cumplen los requisitos de normalidad y homocescasticidad, y en caso contrario, pruebas no paramétricas.

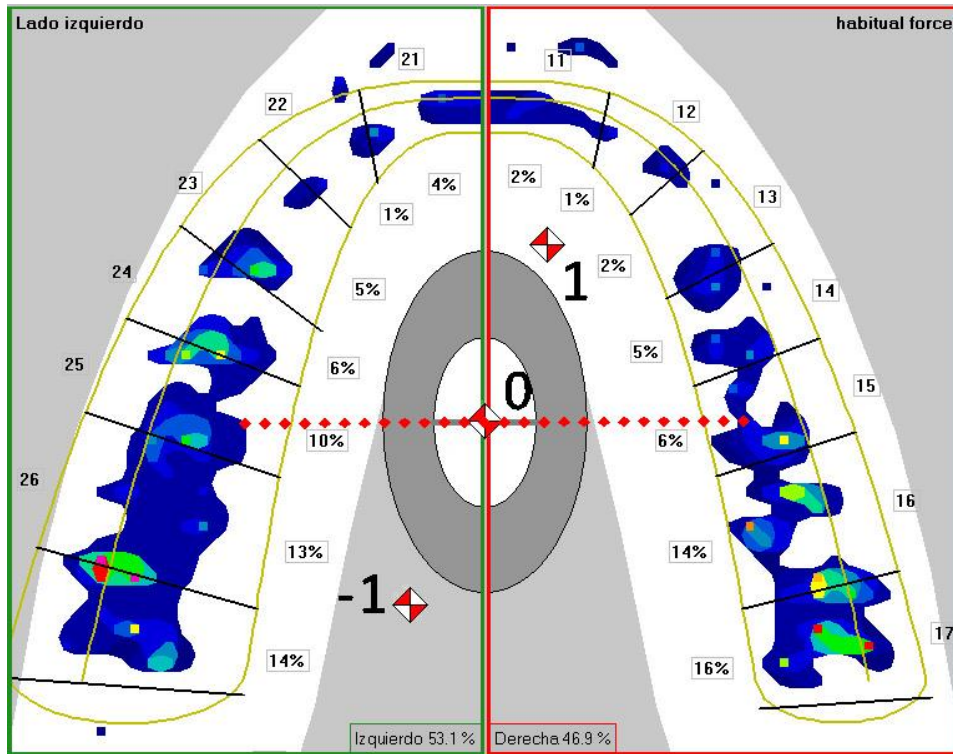


Figura 11. Tabla oclusal con las marcas de la fuerza ejercida por las distintas unidades dentarias (el código de colores, de menor a mayor intensidad es el siguiente: azul oscuro, azul claro, verde, amarillo, rojo y magenta). El icono romboidal representa el "Centro de fuerzas", variable que se categoriza según su ubicación por delante (1), detrás (2) o en el del eje (3) que une aproximadamente las relaciones de contacto del primer molar y el premolar a cada lado.¹⁴⁰

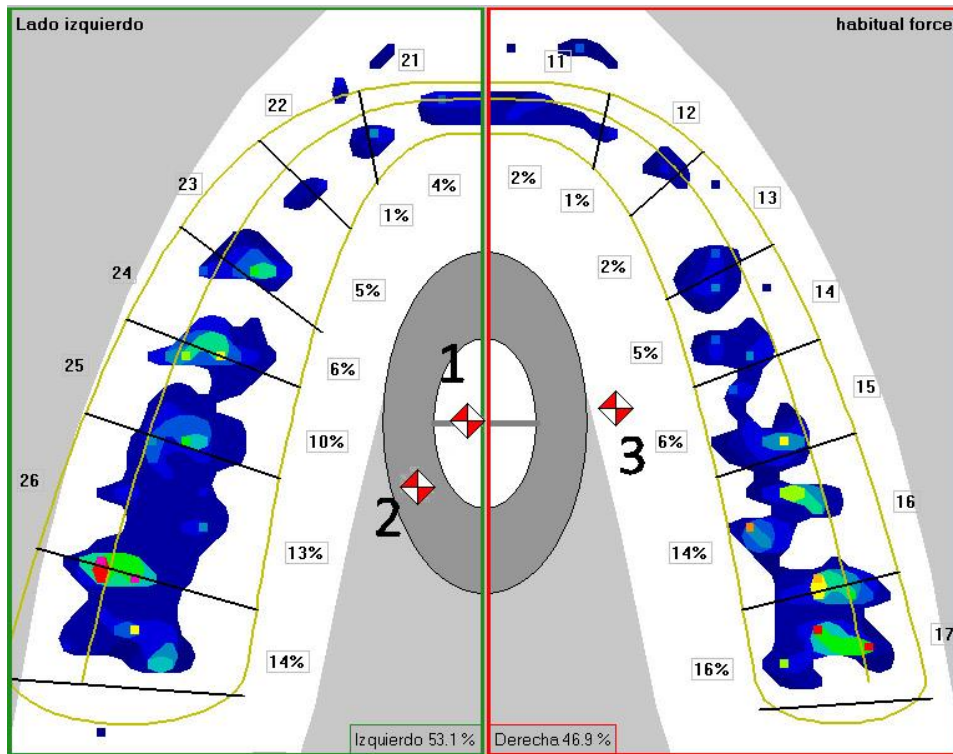


Figura 12. Categorización de la variable "centralidad estadística del centro de fuerzas" (T(1→5) COF (res)): (1) ubicada dentro de la elipse blanca que contiene la media; (2) ubicada en la elipse gris que contiene la primera desviación clínica y (3) fuera de la elipse gris. Si está situado exactamente en el centro, toma el valor cero.

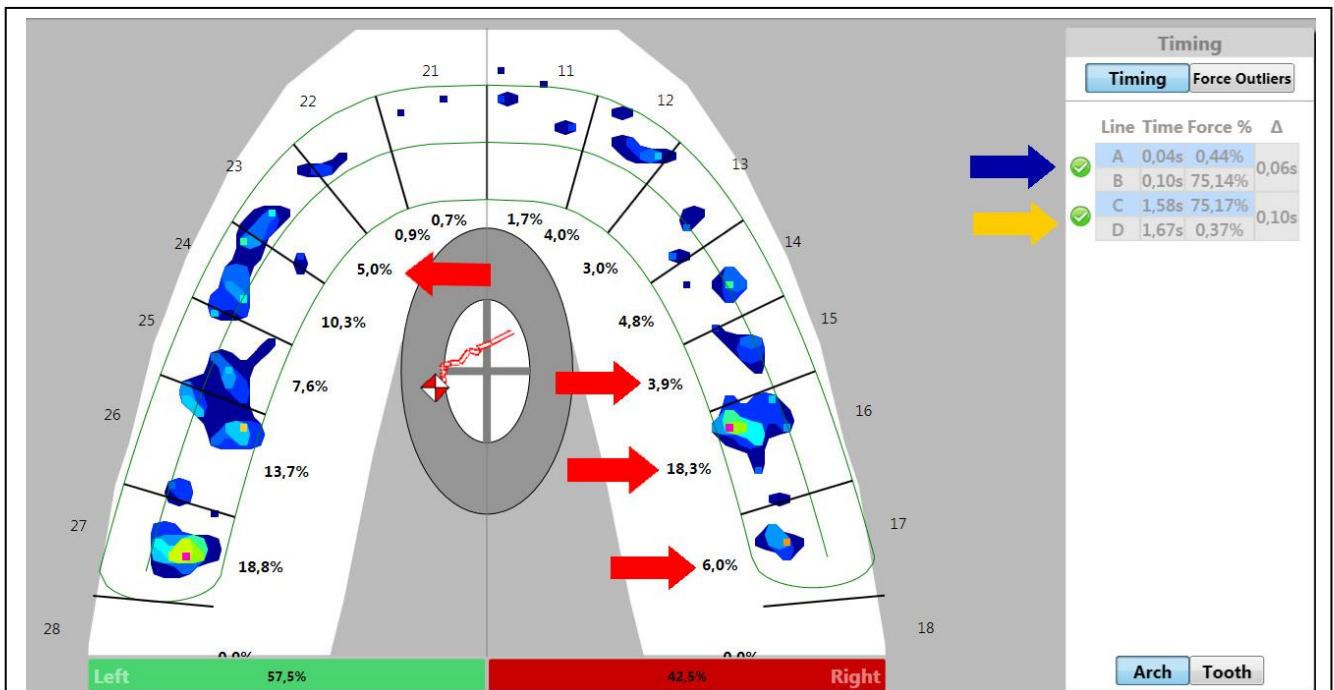


Figura 13.- Interfaz gráfica del programa "T Scan 8" utilizada para capturar las siguientes variables: (1) porcentajes de fuerza incidente en la tabla oclusal correspondiente a cada diente (con flejas rojas se señalan por ejemplo los de los dientes 17 (6%), 16 (18,3%), 15 (3,9%) y 23 (5,0%)). (2) Porcentaje de fuerza incidente en el lado derecho e izquierdo (en los rectángulos rojo y verde: 42,5% y 57,5%). El tiempo de oclusión (0,06 seg) se señala con flecha azul y el de disclusión (0,10 seg.) con flecha amarilla.

DENOMINACION GENÉRICA	TIPO	DESCRIPCIÓN
1) T(1→5) a+b%Dcha	Numérica continua	Indica el porcentaje de fuerzas que inciden en el lado derecho de la tabla oclusal en cada corte temporal (T1 a T5). Se calcula sumando los valores de fuerza correspondientes a la variable anterior (T(1→5) a+b % X) en el lado derecho. También se han calculado los valores correspondientes al lado izquierdo (T(1→5) a+b % Izq) pero esta última variable no ha sido sometida a análisis, ya que conociendo el porcentaje de fuerza que incide en el lado derecho se conoce aritméticamente la que incide en el izquierdo ya que entre ambas han de sumar el 100 %.
2) T(1→5) a+b%X	Numérica continua	Porcentaje de fuerza ejercido por cada diente, individualmente, sobre la tabla oclusal en cada uno de los cortes temporales (T1 a T5). Se obtiene promediando los valores obtenidos en los dos registros de MI (a y b). X es el número del diente (sistema dígito-dos). Permite localizar el centro de fuerzas respecto del plano sagital. Por ejemplo, T1 a+b%11 es el promedio de la fuerza ejercida por el incisivo central derecho en el primer registro de MI (a) y el segundo registro de MI (b).
3) T(1→5) OT	Numérica continua	Tiempo de oclusión de cada paciente en cada corte temporal (T1 a T5). Se toma el valor más bajo una vez observados todos los registros en cada corte temporal.
4) T(1→5) DTP	Numérica continua	Tiempo de disclusión de cada paciente en cada corte temporal (T1 a T5). Se toma el valor más bajo una vez observados todos los dos registros de protrusión en cada corte temporal.
5) T(1→5) a DTR	Numérica continua	Tiempo de disclusión de cada paciente en cada corte temporal (T1 a T5). Se toma el valor más bajo una vez observados todos los dos registros de lateralidad derecha en cada corte temporal.
6) T(1→5) DTL	Numérica continua	Tiempo de disclusión de cada paciente en cada corte temporal (T1 a T5). Se toma el valor más bajo una vez observados todos los dos registros de lateralidad derecha en cada corte temporal.
7) T(1→5) COF (AP)	Cualitativa	Indica la ubicación del centro de fuerzas anteroposteriormente. Si se localiza en el eje transversal que une el punto de contacto entre primer molar y el premolar se categoriza como 0; si está a mesial como 1 y si está a distal como -1 (figura 11).
8) T(1→5) COF (res)	Cualitativa	Indica la centralidad del centro de fuerzas: si se localiza en el lugar geométrico de la media se categoriza como 1; en la primera desviación clínica (elipse gris) como 2 y fuera de ésta, como 3 (figura 12).

Tabla 1. Resumen de variables

7. RESULTADOS

7.1 VARIABLES: EDAD Y SEXO

La edad media de los pacientes integrantes de la muestra al inicio del tratamiento sigue una distribución normal ($\mu=13,5$ años; $\sigma=1,16$ años; significación del test de Kolmogorov-Smirnov $p>0,05$) con un error estándar para la media de 0,13 años, lo cual se traduce en coeficientes de variación dentro de un nivel aceptable. De los 81 integrantes, 46 (56,8 %) son de sexo femenino y 35 (43,2 %) de sexo masculino. La tabla 2 resume los principales estadísticos descriptivos que ayudan a caracterizar la distribución de la edad de los individuos bajo análisis. El histograma a partir de la distribución por edades, así como el gráfico Q-Q normal muestran los comportamientos esperados para un modelo normal (figura AN1-1 en ANEXO I).

		Estadístico	
EDAD INICIO	Media	13,5757	
	Error estándar para la media	0,12920	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13,3186
		Límite superior	13,8328
	Varianza	1,352	
	Desviación estándar	1,16278	
	Mínimo	10,93	
	Máximo	16,65	

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para la variable "edad de inicio del tratamiento"

7.2 VARIABLE: T(1→5) a+b%Dcha.

Esta variable describe el porcentaje (%) de fuerza que recae sobre la hemiarcada derecha. Conociendo su magnitud es sencillo determinar el porcentaje de fuerza que recae en la hemiarcada izquierda simplemente restando su valor de 100, ya que son complementarios. Si su valor es igual a 50% el centro de fuerzas se localizará en el eje longitudinal que divide ambas hemiarcadas (Figura 7), mientras que si es mayor del 50% se localizará a la derecha. Por último, si es menor, se situará a la

izquierda de dicho eje longitudinal. La Tabla 3 muestra los principales estadísticos descriptivos para esta variable en cada corte temporal.

T1a+b%dcha		Estadístico
Media		48,0568
95% de intervalo de confianza	Límite inferior	46,3276
	Límite superior	49,7860
Error estándar de la media		,86891
Varianza		61,155
Desviación estándar		7,82015
Mínimo		26,00
Máximo		70,75
Rango		44,75
Asimetría		,145
Curtosis		,644

T2a+b%dcha		Estadístico
Media		46,9235
95% de intervalo de confianza	Límite inferior	45,2946
	Límite superior	48,5523
Error estándar de la media		,81851
Varianza		54,267
Desviación estándar		7,36661
Mínimo		29,05
Máximo		62,30
Rango		33,25
Asimetría		-,090
Curtosis		-,220

T3a+b%dcha		Estadístico
Media		47,2529
95% de intervalo de confianza	Límite inferior	45,6690
	Límite superior	48,8368
Error estándar de la media		,79589
Varianza		51,309
Desviación estándar		7,16300
Mínimo		32,10
Máximo		63,60
Rango		31,50
Asimetría		,085
Curtosis		-,404

T4a+b%dcha		Estadístico
Media		48,0204
95% de intervalo de confianza	Límite inferior	46,3716
	Límite superior	49,6692
Error estándar de la media		,82852
Varianza		55,602
Desviación estándar		7,45666
Mínimo		28,45
Máximo		60,95
Rango		32,50
Asimetría		-,372
Curtosis		-,492

T5a+b%dcha		Estadístico
Media		46,9580
Error estándar de la media		,85028
95% de intervalo de confianza	Límite inferior	45,2659
	Límite superior	48,6501
Error estándar de la media		0,850280
Varianza		58,561
Desviación estándar		7,65252
Mínimo		25,60
Máximo		64,85
Rango		39,25
Asimetría		,045
Curtosis		,081

Tabla 3 Estadísticos descriptivos para T(1→5) a+b%Dcha

De forma más resumida aún y con soporte gráfico, el diagrama de cajas (Anexo I, Figura AN1-2 a y b) permite establecer, al menos de forma preliminar, que se siguen respetando los niveles mínimos de asimetría requeridos. Verificada la hipótesis de normalidad mediante procedimientos gráficos (gráficos Q-Q) y analíticos (pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, Tabla AN1-1) y aceptada la hipótesis de homocedasticidad, se estudia el comportamiento de la variable a lo largo de los cinco cortes temporales mediante un análisis ANOVA para medidas repetidas estructurado en cinco niveles. Dado que el diseño de medidas repetidas que hemos utilizado se encuentra ciertamente limitado en cuanto al uso de muchas técnicas post-hoc, hemos optado por mostrar en la Tabla 4 el resultado de la comparación de los efectos principales y así comparar dos a dos los diferentes niveles del factor objeto de estudio. El análisis de los elevados niveles de significación críticos asociados a cada comparación no nos permite detectar diferencias significativas en ninguno de los pares de niveles analizados, lo cual refuerza más si cabe la aceptación de la hipótesis de igualdad de medias para cada uno de ellos.¹⁴¹¹⁴³

Comparaciones por parejas

(I) tiempo	(J) tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza para diferencia	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	1,133	,740	1,000	-1,003	3,269
	3	,804	,907	1,000	-1,814	3,422
	4	,036	1,016	1,000	-2,895	2,968
	5	1,099	1,014	1,000	-1,828	4,026
2	1	-1,133	,740	1,000	-3,269	1,003
	3	-,329	,792	1,000	-2,615	1,956
	4	-1,097	1,014	1,000	-4,024	1,831
	5	-,035	,996	1,000	-2,909	2,840
3	1	-,804	,907	1,000	-3,422	1,814
	2	,329	,792	1,000	-1,956	2,615
	4	-,767	,891	1,000	-3,340	1,806
	5	,295	,839	1,000	-2,127	2,717
4	1	-,036	1,016	1,000	-2,968	2,895
	2	1,097	1,014	1,000	-1,831	4,024
	3	,767	,891	1,000	-1,806	3,340
	5	1,062	,732	1,000	-1,050	3,175
5	1	-1,099	1,014	1,000	-4,026	1,828
	2	,035	,996	1,000	-2,840	2,909
	3	-,295	,839	1,000	-2,717	2,127
	4	-1,062	,732	1,000	-3,175	1,050

Tabla 4. Comparación de efectos principales para la variable T(1→5) a+b%Dcha

El test ANOVA para medidas repetidas se muestra en la Tabla 5, y a Fig. 14 muestra el gráfico de perfil de las medias marginales para cada nivel del factor "tiempo post-tratamiento", apreciándose fluctuaciones tan sólo del orden del 1 %.

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.	η^2_p
Tiempo	Esfericidad asumida	101,360	4	25,340	,772	,544	,010
	Greenhouse-Geisser	101,360	3,183	31,844	,772	,518	,010
	Huynh-Feldt	101,360	3,330	30,435	,772	,523	,010
	Límite inferior	101,360	1,000	101,360	,772	,382	,010
Error (Tiempo)	Esfericidad asumida	10508,846	320	32,840			
	Greenhouse-Geisser	10508,846	254,642	41,269			
	Huynh-Feldt	10508,846	266,426	39,444			
	Límite inferior	10508,846	80,000	131,361			

Tabla 5 Anova de medidas repetidas para la variable T(1→5) a+b%Dcha

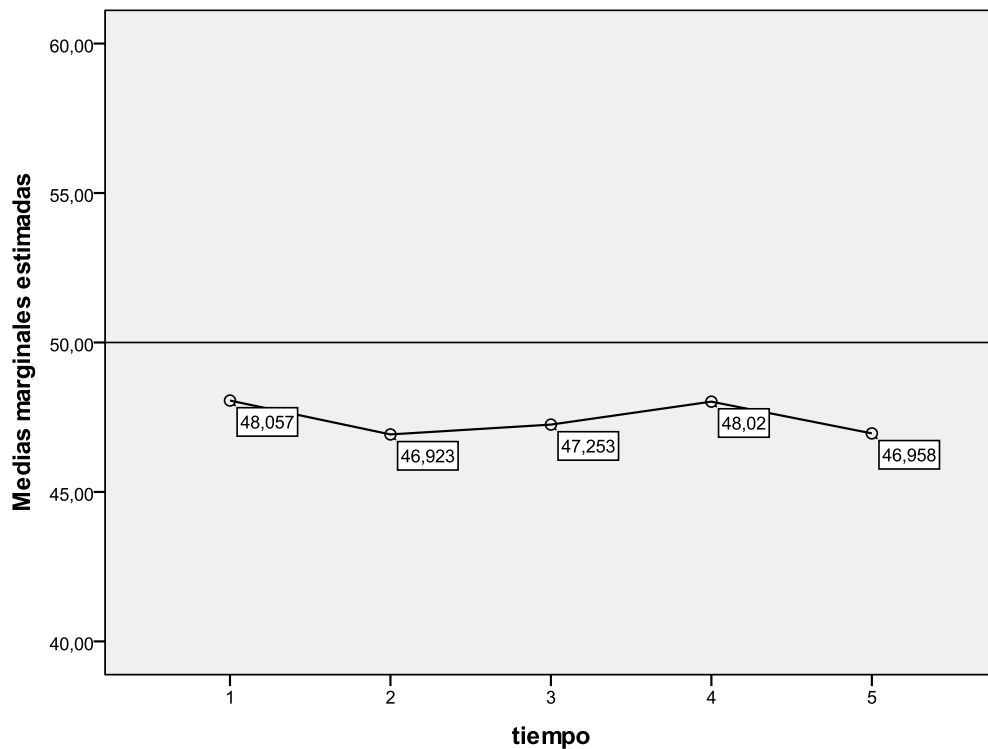


Figura 14. Gráfico de perfil de medidas marginales para cada nivel del factor "tiempo".

Por tanto, la distribución de la fuerza incidente en la tabla oclusal post-tratamiento ortodóncico, a partir del análisis de la muestra, no se ve afectada por el transcurso del tiempo durante el cual sucede el fenómeno de asentamiento oclusal ($F = 0,772$; $p > 0,05$; $\eta^2_p = 0,01$). En cuanto a las comparaciones por pares, no existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la carga oclusal entre ninguno de los periodos de tiempo estudiados ($p > 0,05$ en todos los casos).

Estos resultados pueden interpretarse, a partir de los resultados muestrales anteriormente mencionados, en el siguiente sentido: el periodo de asentamiento de la oclusión tras 27 meses no influye significativamente sobre la distribución de las fuerzas incidentes sobre la tabla oclusal (independientemente de si a lo largo del asentamiento el número de contactos ha aumentado o no), tomando los siguientes valores: T1= 48,057 %; T2=46,923 %; T3=47,253 %; T4= 48,02 % y T5=46,958 %.

7.3 VARIABLE: T(1→5) a+b%X

Esta variable indica la fuerza relativa ejercida por cada diente sobre la tabla oclusal, expresada en porcentaje (%). Las tablas 6 a 10 muestran los estadísticos descriptivos para cada corte temporal. Ninguna distribución de datos entregados por ningún diente se ajusta a una distribución normal en los cinco periodos analizados (pruebas de normalidad en Tablas AN1-3a, a AN1-3e del ANEXO 1; gráficos en Fig. AN1-3 a AN1-7 del ANEXO 1). Por esta razón el análisis, para nuestro diseño de medidas repetidas, se ha basado en un contraste de tipo no paramétrico (prueba de Friedman). La hipótesis nula (igualdad de medias) se rechaza para los dientes 11, 13, 14, 17, 21, 23, 24, 26 y 27, no pudiendo hacer lo mismo para los dientes 12, 16 y 22. Por tanto, con carácter general puede afirmarse, a partir del análisis no paramétrico propuesto, que los dientes individualmente considerados no ejercen la misma fuerza sobre la tabla oclusal a lo largo del periodo de asentamiento.

	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
T1a+b%11	,00	18,65	4,7735	,48790	4,39106
T1a+b%12	,00	7,90	2,0605	,20746	1,86716
T1a+b%13	,15	16,60	4,4481	,34599	3,11387
T1a+b%14	1,15	16,00	6,9512	,38243	3,44187
T1a+b%15	,00	17,75	5,4414	,48926	4,40331
T1a+b%16	,35	34,90	14,2228	,75410	6,78687
T1a+b%17	,00	26,45	9,0043	,69235	6,23114
T1a+b%21	,00	17,05	4,9099	,49058	4,41520
T1a+b%22	,00	13,00	1,7272	,23220	2,08978
T1a+b%23	,00	17,40	4,6623	,39950	3,59551
T1a+b%24	1,00	17,20	6,7753	,36908	3,32169
T1a+b%25	,00	16,45	5,8623	,47872	4,30850
T1a+b%26	1,00	35,15	14,8716	,87998	7,91979
T1a+b%27	,00	33,35	13,4241	,89141	8,02268

Tabla 6. Estadísticos descriptivos para la variable T(1→5) a+b%X en T1

	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
T2a+b%11	,00	18,35	4,5938	,43010	3,87094
T2a+b%12	,00	14,50	2,3765	,25239	2,27154
T2a+b%13	,10	15,30	3,9988	,29051	2,61463
T2a+b%14	,70	16,65	6,4556	,36113	3,25015
T2a+b%15	,00	19,45	5,7988	,50193	4,51736
T2a+b%16	3,20	27,20	14,0852	,62508	5,62571
T2a+b%17	,50	29,20	8,8383	,63759	5,73833
T2a+b%21	,00	18,80	4,9889	,51179	4,60615
T2a+b%22	,00	8,20	1,7654	,18141	1,63272
T2a+b%23	,00	14,70	4,4802	,35826	3,22437
T2a+b%24	1,10	18,05	6,5574	,37105	3,33941
T2a+b%25	,00	15,00	6,1426	,47820	4,30377
T2a+b%26	1,05	34,00	16,3654	,75174	6,76567
T2a+b%27	1,30	38,50	13,3000	,80905	7,28147

Tabla 7. Estadísticos descriptivos para la variable T(1→5) a+b%X en T2

	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
T3a+b%11	,00	18,10	4,0309	,40288	3,62593
T3a+b%12	,00	10,30	1,9963	,19153	1,72373
T3a+b%13	,10	10,60	3,1852	,25832	2,32490
T3a+b%14	1,00	17,70	5,3278	,29020	2,61176
T3a+b%15	,00	17,05	5,2198	,45683	4,11145
T3a+b%16	4,65	30,00	15,5167	,60847	5,47623
T3a+b%17	,00	28,45	10,8383	,65627	5,90645
T3a+b%21	,00	17,60	4,5889	,48483	4,36346
T3a+b%22	,00	7,55	1,6463	,16424	1,47817
T3a+b%23	,00	12,80	3,5068	,30924	2,78312
T3a+b%24	,70	18,05	5,6438	,33302	2,99716
T3a+b%25	,00	12,95	5,2191	,41477	3,73297
T3a+b%26	3,95	34,45	16,8531	,67500	6,07504
T3a+b%27	,95	32,80	15,1809	,78172	7,03548

Tabla 8. Estadísticos descriptivos para la variable T(1→5) a+b%X en T3

	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
T4a+b%11	,00	19,00	3,7691	,41574	3,74170
T4a+b%12	,00	7,05	2,2142	,19779	1,78007
T4a+b%13	,10	9,25	3,0302	,24609	2,21479
T4a+b%14	,35	18,20	5,4444	,37477	3,37297
T4a+b%15	,00	16,00	4,8543	,41201	3,70805
T4a+b%16	,65	29,55	14,4636	,70084	6,30752
T4a+b%17	,00	26,10	12,4549	,72356	6,51202
T4a+b%21	,00	17,15	4,2272	,47085	4,23763
T4a+b%22	,00	10,40	1,7290	,23137	2,08236
T4a+b%23	,00	12,10	2,9253	,28538	2,56843
T4a+b%24	,75	18,45	5,3012	,32035	2,88314
T4a+b%25	,00	14,35	4,8247	,40252	3,62271
T4a+b%26	2,50	30,10	15,1593	,65154	5,86387
T4a+b%27	5,00	36,00	16,8751	,85030	7,65267

Tabla 9. Estadísticos descriptivos para la variable T(1→5) a+b%X en T4

	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico
T5a+b%11	,00	13,75	3,1228	,36402	3,27617
T5a+b%12	,00	7,70	2,1815	,21694	1,95243
T5a+b%13	,00	10,90	3,0611	,26505	2,38548
T5a+b%14	,60	13,85	4,8062	,32669	2,94019
T5a+b%15	,00	16,05	4,8123	,43146	3,88317
T5a+b%16	1,70	27,80	14,6191	,61302	5,51716
T5a+b%17	,30	35,70	12,0988	,67082	6,03741
T5a+b%21	,00	19,55	3,7185	,48191	4,33720
T5a+b%22	,00	9,45	1,5864	,17523	1,57704
T5a+b%23	,00	14,10	3,3778	,32241	2,90165
T5a+b%24	,00	14,95	5,4623	,31699	2,85294
T5a+b%25	,00	13,35	5,3111	,43541	3,91866
T5a+b%26	2,50	32,05	16,1907	,61344	5,52092
T5a+b%27	3,10	36,55	16,1537	,77497	6,97477

Tabla 10. Estadísticos descriptivos para la variable T(1→5) a+b%X en T5

En la tabla siguiente se recogen los promedios valores de fuerza que cada diente ejerce sobre la tabla oclusal en cada periodo de corte, y el promedio de todos ellos.

	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24	25	26	27
T1	4,774	2,061	4,448	6,951	5,441	14,223	9,004	4,910	1,727	4,662	6,775	5,862	14,872	13,424
T2	4,594	2,377	3,999	6,456	5,799	14,085	8,838	4,989	1,765	4,480	6,557	6,143	16,365	13,300
T3	4,031	1,996	3,185	5,328	5,220	15,517	10,838	4,589	1,646	3,507	5,644	5,219	16,853	15,181
T3	3,769	2,214	3,030	5,444	4,854	14,464	12,455	4,227	1,729	2,925	5,301	4,825	15,159	16,875
T5	3,123	2,182	3,061	4,806	4,812	14,619	12,099	3,719	1,586	3,378	5,462	5,311	16,191	16,154
	4,058	2,166	3,545	5,797	5,225	14,581	10,647	4,487	1,691	3,790	5,948	5,472	15,888	14,987

Tabla 11

Estos datos permiten ordenar los dientes de menor a mayor fuerza ejercida en máxima intercuspidad:

22 - 12 - 13 - 23 - 11 - 21 - 15 - 25 - 14 - 24 - 17 - 16 - 27 - 26

Del mismo modo, se pueden obtener mediante diagramas de barras los perfiles de fuerza individual para cada paciente (Anexo 3), Fig. 15.

3	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24	25	26	27
T1	1,25	0	4,25	5,85	14,85	11,3	11,65	0	0,2	3,3	3,85	11,15	15,4	15,25
T2	4,1	1,2	0,5	3,55	6,85	15,05	14,9	0,15	1,15	1,55	1,9	5,65	21,05	22,2
T3	2,6	1,45	2,45	5,3	9,15	13,6	14,45	0	0,5	1,35	4,1	11,35	13,75	18,65
T4	1,6	1,8	3	6,1	8,8	14	17,9	0,9	0,4	1,7	3,15	3,4	14,7	19
T5	1,6	2,9	3,15	4,75	6,15	11,35	20,2	1,1	1,75	1,3	4,2	6,35	14,55	20,75

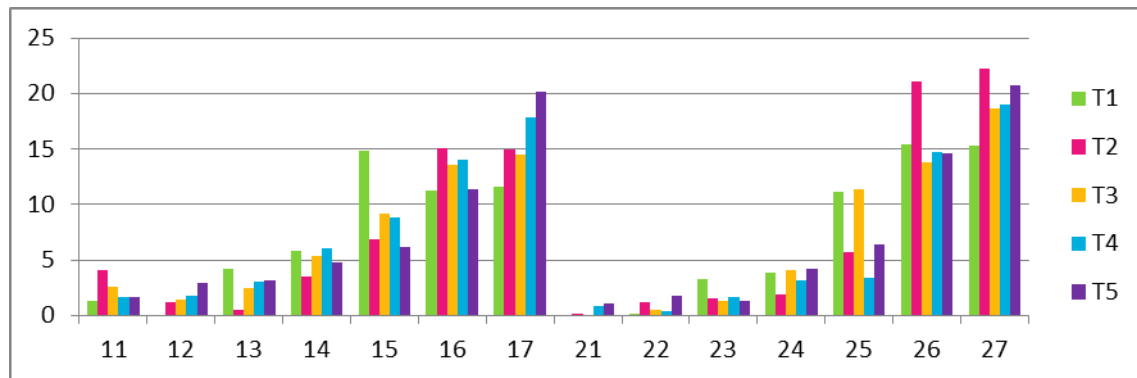


Figura 15. Diagrama de barras que representa el perfil de fuerza oclusal para un paciente. En ordenadas se representa el porcentaje de fuerza ejercido y en abscisas los dientes de ambas hemiarcadas (sistema dígito-dos) y las fuerzas asociadas a los periodos T1 (verde); T2 (magenta); T3 (amarillo); T4 (azul) y T5 (violeta).

7.4 VARIABLE: T(1→5) OT

Esta variable contiene los valores del tiempo de oclusión en cada individuo de la muestra y describe el comportamiento de la máxima intercuspidad. Idealmente los contactos deben ser prácticamente simultáneos, y valores superiores a 0,22 segundos se consideran anormalmente altos. Los estadísticos descriptivos se incluyen en las tablas AN1-4a a AN1-4e. Se analiza el cumplimiento de la hipótesis de normalidad mediante procedimientos gráficos (figura AN1-8 en el ANEXO 1) y analíticos (pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, tabla 12). Dicha hipótesis no puede mantenerse para el caso de las distribuciones correspondientes a los cortes temporales T2 a T5. Por ello hemos optamos por la alternativa no paramétrica al

análisis ANOVA de medidas repetidas, analizando las posibles diferencias entre grupos a través del test de Friedman. El elevado nivel de significación crítico ($p=0,943$) se traduce en que no tenemos suficiente evidencia empírica como para rechazar la hipótesis nula; por tanto, concluimos que la información muestral correspondiente a cada uno de los cinco cortes temporales analizados proviene de una misma distribución poblacional, es decir, la distribución del tiempo de oclusión para cada uno de los cinco cortes temporales analizados es la misma. Por tanto, se puede esperar que el tiempo de oclusión (que en la muestra estudiada tiene, en promedio, un valor de 0,14 segundos) no variará, en promedio, a lo largo del periodo de asentamiento oclusal.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1OT	,083	81	,200*	,973	81	,089
T2OT	,136	81	,001	,920	81	,000
T3OT	,103	81	,033	,947	81	,002
T4OT	,111	81	,015	,953	81	,005
T5OT	,128	81	,002	,914	81	,000

Tabla 12. Pruebas de normalidad para la variable T(1→5) OT

7.5 VARIABLE: T(1→5) DTP.

Análogamente a la variable anterior, ésta describe el comportamiento del movimiento protrusivo con guía anterior. Por encima de 0,50 segundos no deben registrarse contactos posteriores; entre 0,51 y 0,55 segundos los valores se consideran en el límite. Todos los valores superiores a 0,55 segundos se han registrado como 0,60. Esta variable tampoco se distribuye normalmente en ninguno de los cinco periodos de estudio (pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk en tabla 13). Los gráficos se exponen en el Anexo 1, Figura AN1-9 y estadísticos descriptivos en tablas AN1-5a a AN1-5e también en el ANEXO 1). Se procede, por tanto, a efectuar el análisis no paramétrico basado en el enfoque de Friedman y que supone una alternativa razonable en estos casos, verificando si nuestras cinco muestras provienen de la misma población. El valor $p = 0,102$ permite mantener la hipótesis de igualdad de medias.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1DTP	,155	81	,000	,861	81	,000
T2DTP	,182	81	,000	,845	81	,000
T3DTP	,187	81	,000	,830	81	,000
T4DTP	,189	81	,000	,823	81	,000
T5DTP	,191	81	,000	,804	81	,000

Tabla 13. Pruebas de normalidad para la variable T(1→5) DTP

Puede esperarse, por tanto, que el tiempo de disclusión en el movimiento protrusivo (que en la muestra estudiada alcanza un valor medio de 0,30 segundos) no variará, en promedio, a lo largo del periodo de asentamiento oclusal.

7.6 VARIABLE: T(1→5) DTR.

Esta variable recoge el tiempo que tarda en completarse la disclusión en un movimiento de lateralidad derecha con guía canina. Los valores normales para esta variable son los mismos que para la anterior; valores superiores a 0,55 se han codificado, igualmente, como 0,6. Su distribución tampoco se ajusta a un modelo normal en ninguno de los cortes temporales, por lo que hemos optado de nuevo por una aproximación no paramétrica que no se ve alterada por la ruptura de la hipótesis de normalidad. Los resultados del procedimiento analítico se recogen en la tabla 14; los gráficos y estadísticos descriptivos correspondientes, en la Fig AN1-10 y tablas AN1-6a a AN1-6e del ANEXO 1.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1DTR	,189	81	,000	,886	81	,000
T2DTR	,227	81	,000	,845	81	,000
T3DTR	,208	81	,000	,842	81	,000
T4DTR	,174	81	,000	,874	81	,000
T5DTR	,265	81	,000	,815	81	,000

Tabla 14. Pruebas de normalidad para la variable T(1→5) DTR

El nivel de significación crítico en la prueba no paramétrica de Friedman ($p=0,153$) permite de nuevo mantener la hipótesis inicial de que el comportamiento del tiempo de disclusión analizado no es significativamente diferente a lo largo de todo el

período analizado. Puede esperarse, por tanto, que el tiempo de disclusión en el movimiento de lateralidad derecha (que en la muestra estudiada alcanza un valor medio de 0,35 segundos) no variará, en promedio, a lo largo del periodo de asentamiento oclusal.

7.7 VARIABLE: T(1→5) DTL

Esta variable es análoga a la anterior, pero el movimiento excéntrico es hacia el lado izquierdo en lugar de hacia el lado derecho. Tal y como ha ocurrido en casos anteriores, tampoco puede mantenerse la hipótesis de normalidad ($p < 0,001$) tras observar los resultados de las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk. (tabla 15). Las gráficas correspondientes a la distribuciones se muestran en la Fig. AN1-11 y los estadísticos descriptivos en las tablas AN1-7a a AN1-7e del ANEXO 1.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1DTL	,201	81	,000	,879	81	,000
T2DTL	,202	81	,000	,847	81	,000
T3DTL	,234	81	,000	,847	81	,000
T4DTL	,196	81	,000	,861	81	,000
T5DTL	,252	81	,000	,827	81	,000

Tabla 15. Pruebas de normalidad para la variable T(1→5) DTL

Se ha procedido a realizar la prueba no paramétrica de Friedman, como en casos anteriores, suministrando niveles de significación muy elevados ($p=0,99$), lo cual refuerza más si cabe el mantenimiento de la hipótesis nula, concluyendo de nuevo que la distribución generadora de datos en cuanto al tiempo de ejecución del mencionado movimiento excéntrico no ha variado a lo largo del período de estudio. Puede esperarse, por tanto, que el tiempo de disclusión en el movimiento de lateralidad izquierda (que en la muestra estudiada alcanza un valor medio de 0,36 segundos) no variará, en promedio, a lo largo del periodo de asentamiento oclusal.

7.8 VARIABLE: T(1→5) COF (AP)

Esta variable cualitativa se ha empleado para localizar antero-posteriormente el centro de fuerzas. Toma un valor 0 cuando está localizado en el eje transversal que une los puntos de contacto entre el último premolar y el primer molar; valor 1 si está ubicado a mesial y valor -1 si está ubicado a distal (Fig. 11). Las frecuencias de cada uno de ellos se muestran en la Tabla 16 y la Fig. 16. Se observa una tendencia al desplazamiento posterior del COF a partir de T2 (barras amarillas); esta tendencia también se ilustra en la Figura AN1-13.

COF (A-P)	Valor 0	Valor 1	Valor -1	n
T1	9	41	31	81
T2	7	48	26	81
T3	6	34	41	81
T4	1	26	54	81
T5	3	23	55	81

Tabla 16. Frecuencias de distribución del COF en sentido antero-posterior

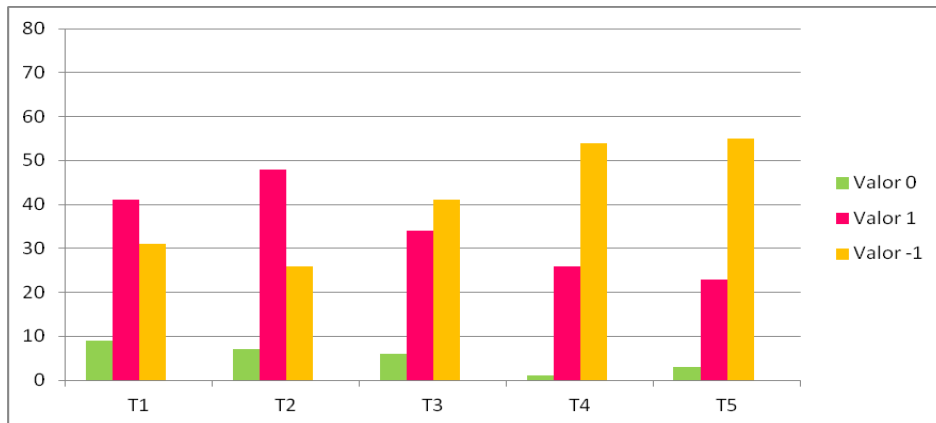


Figura 16. Gráfico de columnas que ilustra las frecuencias de la Tabla 16

En cuanto al cambio intraindividual de categoría a lo largo del tiempo (Fig. 17), las proporciones son las siguientes: en 26 pacientes (32,09 %) no cambió la ubicación del COF antero-posteriormente; en 24 (29,63 %) cambió 1 vez; en 22 (17,16 %) cambió dos veces y en 9 (11,11 %) cambió tres veces.

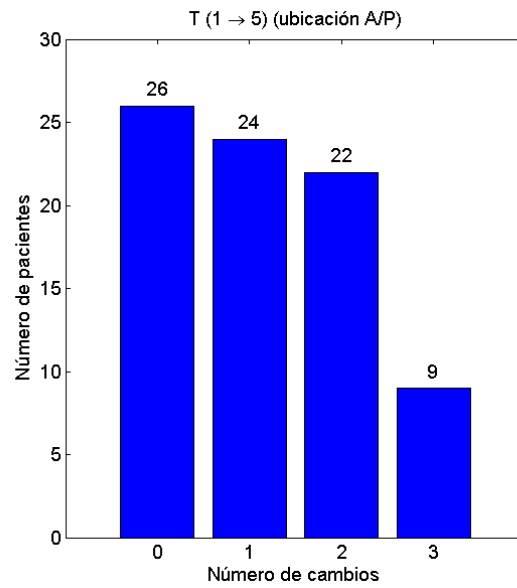


Figura 17. Frecuencia de cambios individuales en la ubicación antero-posterior del COF.

El número total de pacientes que en T5 no habían cambiado ninguna vez la ubicación del COF más los que, habiéndola cambiado una o más veces, volvieron a su ubicación original (18) sumaban 44 (54,32 %), es decir, este es el porcentaje de sujetos en los que en T5 se conserva el COF en la ubicación que tenía al finalizar el tratamiento.

7.9 VARIABLE: T(1→5) COF (res).

Esta variable cualitativa describe la ubicación centro-excéntrica del COF Si está ubicado en el centro de le elipse blanca (Fig. 12), es decir, justo en la media, la variable toma el valor 0; si se ubica dentro del área que incluye la primera desviación típica (elipse blanca) el valor 1; si se ubica dentro del área que incluye la segunda desviación típica (elipse gris) toma el valor 2 y si se ubica por fuera de ella el valor 3. Se ha analizado siguiendo la misma metodología que la anterior, obteniéndose los siguientes resultados (Tabla 17).

	Frecuencia	Valor 0	Valor 1	Valor 2	Valor 3	n
T1		6	46	22	7	81
T2		5	39	34	3	81
T3		1	53	23	4	81
T4		0	49	31	1	81
T5		0	40	38	3	81

Tabla 17. Frecuencias de ubicación del COF respecto de la situación ideal. Recoge las frecuencias de las ubicaciones que el COF adopta entre T1 y T5.

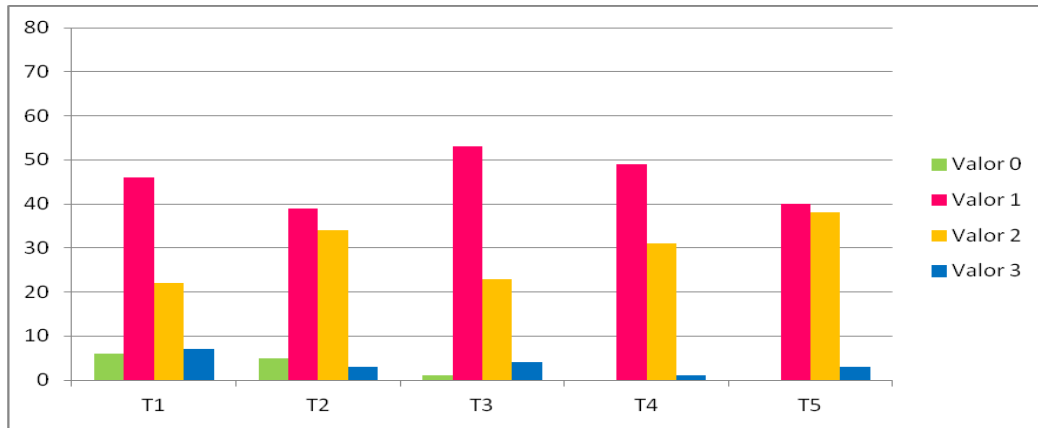


Figura 18. Gráfico de columnas que ilustra las frecuencias de la Tabla 14. Valor 0: completamente centrado (situación ideal); valor 1: dentro de la primera desviación típica; valor 2; dentro de la segunda desviación típica; valor 3: fuera de la segunda desviación típica.

El número de pacientes que muestran el COF en posición ideal (Tabla 17, Figura 18) pasa a ser de 6 en T1 a ser de 1 en T3 y 0 a partir de T4; existe una fluctuación del número de casos que tienen el COF ubicado por fuera de la segunda desviación estándar, que pasa a ser de 7 en T1 a 3 en T5. Los valores que más frecuentemente toma la variable son el 1 (dentro de la primera desviación estándar) y

2 (dentro de la segunda desviación estándar), observándose una disminución del valor 1 a partir de T3 y un incremento del valor 2. En T5 40 sujetos (49,38 %) presentan el COF ubicado dentro de la primera desviación estándar; 38 (46,91 %) dentro de la segunda y sólo 3 (3,7 %) por fuera de la segunda.

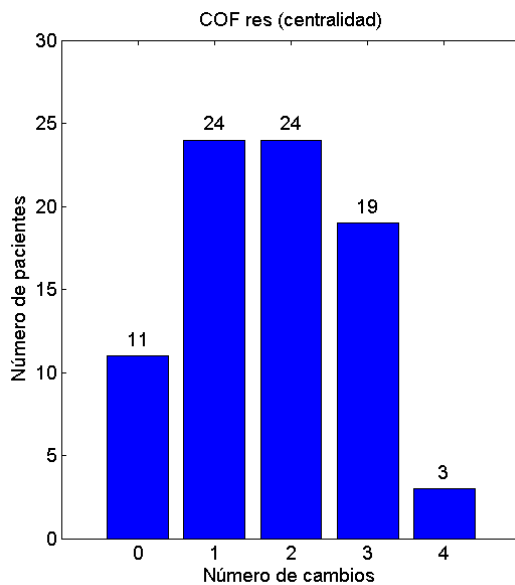


Figura 19. Número de cambios que experimenta el COF respecto de su centralidad

En cuanto a la variación intraindividual, la Fig. 19 muestra el número de cambios que experimenta el COF entre T1 y T5: en 11 pacientes (13,6 %) no cambia; 24 (29,6 %) muestran un cambio y otros 24 (29,6 %) que experimentan dos cambios; 19 (23,5 %) experimentan tres cambios y 3 (3,7 %) experimentan 4 cambios. De los que experimentan cambios de ubicación, 24 (29,6 %) finalizan en T5 en la

misma ubicación que tenían en T1, lo que sumado a los 11 que no experimentan ningún cambio supone un total de 35 pacientes (43,2 %) en los que se mantiene la misma ubicación que tenían al finalizar el tratamiento. La ubicación del COF muestra una tendencia fluctuante entre T1 y T5, ubicándose bien en el área correspondiente a la primera desviación típica, bien en el área correspondiente a la segunda. Este perfil también se ilustra en la Figura AN1-14.

7.10 FUERZA CORRESPONDIENTE A SEGUNDOS PREMOLARES

Las distribuciones de fuerzas ejercidas por los segundos premolares, en los periodos T2 y T5 no siguen una distribución normal (Tabla 18). Para comparar la fuerza que ejercen en el lado derecho y en el izquierdo en cada uno de los periodos se realizan pruebas no paramétricas (prueba de Wilcoxon de rangos con signo para muestras relacionadas). Los valores de $p = 0,215$ para T1 y $p = 0,224$ para T5 permiten mantener la hipótesis nula de igualdad de medias, es decir, en promedio, los segundos premolares ejercen la misma fuerza sobre la tabla oclusal en los periodos T2 y T5.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T2a+b%15	,147	81	,000	,934	81	,000
T2a+b%25	,170	81	,000	,915	81	,000
T5a+b%15	,127	81	,003	,934	81	,000
T5a+b%25	,159	81	,000	,927	81	,000

Tabla 18. Pruebas de normalidad para las distribuciones de los valores de fuerza ejercida por los segundos premolares en T2 y T5.

8. DISCUSION

El presente estudio tiene como objetivo estudiar los cambios en la oclusión tras el tratamiento ortodóncico, durante la fase de asentamiento oclusal, desde una perspectiva funcional, analizando los la evolución de variables que describen eventos funcionales. El estudio se ha llevado a cabo sobre una muestra de historias clínicas de 81 pacientes cuya edad media al inicio del tratamiento era de 13,5 años, 46 de los cuales (56,8 %) son de sexo femenino y 35 (43,2) de sexo masculino. El tratamiento se llevó a cabo con aparato fijo (prescripción de Roth, ranura de 0,022"); se incorporaron al aparato los segundos molares superiores en 53 pacientes (65,43 %) y los segundos molares inferiores en 76 pacientes (93,82 %). La causa por la que el resto de los segundos molares no se incorporaron al aparato fue no haber completado el proceso de erupción lo suficiente y precisar un tiempo para ello que alargaría el tratamiento en exceso. En 23 casos (28,4 %) se efectuaron extracciones de premolares y 58 (71,6 %) fueron tratados sin extracciones. Se establecieron cinco cortes temporales en los cuales fueron efectuados los registros. El periodo de observación se extendió a lo largo de 27 meses.

La mayoría de los estudios publicados sobre la evolución de la oclusión a lo largo del periodo de asentamiento se han realizado sobre muestras de menor tamaño y con menos cortes temporales. La muestra de Gazit⁸¹ incluía sólo 12 pacientes de entre 14 y 16 años de edad antes del tratamiento, 4 de los cuales fueron tratados con extracciones de premolares y los registros se tomaron en el momento de la retirada de aparatos, un más después y un año más tarde.

La muestra de Durbin y Shadovsky⁸³ era de 38 pacientes y el seguimiento se realizó mediante registros tomados al retirar los aparatos y 3 meses más tarde.

Razdolsky y Sadowsky⁸⁶ efectuaron su trabajo sobre una muestra de 40 pacientes (15 M y 25 F; 37,5 % y 62,5 % respectivamente); los registros se tomaron al finalizar el tratamiento y 21 meses más tarde.

La muestra de Haydar et al⁸⁸ estaba integrada por 20 pacientes, la mitad de los cuales fueron tratados con extracciones de premolares; los registros se tomaron tras el tratamiento y 3 meses después.

Sauget et al.⁸⁹ realizaron sus observaciones en una muestra de 30 pacientes (11 M y 19 F; 36,6 % y 63,3 %) respectivamente y los registros se tomaron al retirar los aparatos, 1 semana más tarde y 3 meses más tarde.

Sultana et al.⁹⁰ efectuaron el estudio en una muestra de 20 pacientes tratadas con extracciones de premolares (todas de sexo femenino y edad media de 21,6 años) y definieron los siguientes cortes temporales: después de la retirada de los aparatos (T1), 1 mes (T2), 6 (T3), 12 (T4), 18 (T5) y 24 (T6) meses después, tras lo cual se dio por finalizada la contención.

El estudio de Dinçer et al.⁹¹ se realizó sobre una muestra de 20 sujetos (edad media de 17 años) tratados con extracciones de cuatro premolares. Los registros, que incluyeron movimientos funcionales, se realizaron al finalizar el tratamiento y 9 meses después.

Basçiftçi et al.⁹³ tomaron los registros al retirar el aparato y 14 meses después; la muestra estaba integrada por 40 pacientes (14 M y 26 F; 35 % y 65 % respectivamente).

Sari et al.⁹⁴ realizaron sus estudios sobre dos muestras: la primera de 25 pacientes (9 M y 16 F y 15 años de edad media) y la segunda de otros 25 (6 M y 19 F con una edad media de 17 años). Los registros se tomaron al retirar los aparatos y 14 meses más tarde

Morton y Panchertrz⁹⁵ estudiaron una muestra de 115 pacientes (51 M y 64 F) tras la finalización del tratamiento ortodóncico durante 24 meses. Se tomaron registros tras la retirada de aparatos (T1) y 24 meses después (T2).

El estudio de Bauer et al.⁹⁸ fue realizado sobre una muestra de 40 pacientes (16 M y 24 F). Se efectuaron registros el día de la colocación de los retenedores (T1), dos meses después (T2), seis meses después (T3) y ocho meses después (T4).

Las características de las muestras estudiadas con T.S. son similares a las ya mencionadas. Cohen-Levy y Cohen¹³⁶ estudiaron la evolución de los contactos oclusales durante el periodo de asentamiento (20 meses) en 19 pacientes adultos (edad media: 32 años); la muestra incluía pacientes quirúrgicos. El periodo de estudio se prolongó durante 20 meses y se establecieron los siguientes cortes temporales: inmediatamente después de retirar los dispositivos ortodóncicos (T1), entre 1 y 3 meses después (T2) y en otros dos periodos (sin especificar) hasta los 20 meses (T3 y

T4). Únicamente se estudió la evolución de los porcentajes de fuerza y se constató una tendencia a la simetría.

Las muestras empleadas por An et al¹³⁷ en sus dos estudios fueron de 14 y de 16 adolescentes una vez finalizado el tratamiento. En el primero analizaron los valores del tiempo de oclusión y en el segundo los del tiempo de disclusión.

He et al.¹³⁹ estudiaron en una muestra de 20 adolescentes el tiempo de disclusión tomando dos registros: al finalizar el tratamiento y 12 meses más tarde.

Nuestra muestra tiene una distribución por sexo y edad homologables a la de las publicaciones disponibles. Salvo alguna excepción, el tamaño muestral es mayor (en muchos casos, el doble o más) que el de los trabajos publicados. El periodo de estudio es el más extenso de los contrastados tras el análisis de la literatura (27 meses), y tan sólo hemos encontrado un estudio en el que los periodos de corte siguen un diseño muy similar (Sultana et al.⁹⁰); el método utilizado en este estudio (detección de los contactos mediante el sistema colorimétrico Photoclusion[®], que permite cuantificar las fuerzas incidentes en la tabla oclusal) no se limita a la constatación de los contactos oclusales, y permite conocer la fuerza incidente y por tanto valorar el equilibrio bilateral de fuerzas, el estudio no se orientó en este sentido. No obstante en cuanto a posibilidades de evaluar variables funcionales, el sistema Photoclusion[®] está muy limitado. Los estudios encontrados en la búsqueda referentes al T.S. se han realizado también sobre muestras reducidas y durante un periodo no mayor de 12 meses, si bien el diseño de los mismos es similar al empleado en el nuestro.

No es fácil establecer referencias comparativas entre nuestro trabajo y los datos que pueden obtenerse de la literatura, ya que el enfoque de los estudios que evalúan el asentamiento oclusal se realizan desde una perspectiva morfológica. No obstante pueden establecerse algunas analogías. Los estudios publicados documentan que tras el tratamiento ortodóncico se suceden cambios en la posición de los dientes en sentido vertical mejorando la posición intercuspídea^{97,98}, lo que se considera un factor de estabilización del resultado del tratamiento^{29,91,93} y eficiencia masticatoria al mejorar la transmisión de fuerzas en el sentido axial de los dientes⁹⁴. La metodología predominantemente seguida por los investigadores no ha variado en más de 30 años y se basa en la detección de los contactos oclusales utilizando marcadores o materiales elastoméricos^{83,86,88} o por inspección visual en clínica⁷¹ y su clasificación en deseables o no deseables de acuerdo con distintos patrones de oclusión estática y dinámica⁸³. El incremento del número de contactos durante el periodo de asentamiento

(que puede extenderse durante un periodo de varios años) puede ser beneficioso y conducir a una amplia distribución de las cargas oclusales o perjudicial y conducir a recidivas.⁸⁷ Aunque los resultados publicados suelen verse afectados por el método de detección de contactos empleado, suelen ser consistentes: existe un incremento en el número de contactos a lo largo de los primeros meses post-tratamiento, que es inferior en el grupo anterior de dientes¹⁰⁷ y mayor en los segmentos bucales de los sectores posteriores. La tasa de aparición de contactos y su calidad pueden verse afectadas por el sistema de retención empleado.

Se han publicado muy pocos trabajos que documenten la evolución del asentamiento oclusal no sólo en términos de contactos, sino en términos de fuerza incidente sobre la tabla oclusal, ya que la existencia de contactos no expresa per se magnitudes relevantes en fisiología de la oclusión, como el equilibrio bilateral y antero-posterior de fuerzas o los tiempos de oclusión y disclusión^{121,125,126,127,129,131,132}. Ni siquiera, de acuerdo con la bibliografía consultada, una distribución regular de los contactos significa necesariamente una distribución regular y equilibrada de las cargas.

Podría esperarse, tras una revisión de la literatura, que las fuerzas incidentes en la tabla oclusal experimentase variaciones estadísticamente significativas en su intensidad a lo largo del periodo de asentamiento. Sin embargo, según nuestros resultados, no son esperables cambio en el equilibrio bilateral de fuerzas a lo largo del periodo de asentamiento, es decir, que la fuerza incidente en la tabla oclusal permanece, en promedio, constante, y el centro de fuerzas se mantiene en la misma posición respecto del eje sagital, con pequeñas oscilaciones sin significación estadística. La conclusión se ha basado en registros de máxima intercuspidad obtenidos en 81 pacientes a lo largo de un periodo 27 meses de retención durante el cual se han establecido cinco cortes temporales. Tras el estudio descriptivo de la variable que representa el equilibrio bilateral de fuerzas y analizado el diagrama de cajas de la Figura AN1-2a podemos establecer, al menos de forma preliminar, que se siguen respetando los niveles mínimos de asimetría requeridos, sobre todo para los tres primeros niveles y para el último, existiendo no obstante algunas dudas para el cuarto nivel al poseer la caja una mayor altura fruto de la mayor desviación estándar apreciada en la distribución de las mediciones realizadas a los 15 meses de haber finalizado el tratamiento ortodóncico. Tras el análisis descriptivo, se estudian los supuestos de homogeneidad de varianzas entre pares de puntuaciones y de normalidad. La verificación de la hipótesis de normalidad se ha llevado a cabo mediante procedimientos gráficos (gráficos Q-Q, Figura AN1-2b) y analíticos (pruebas

de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk, Tablas AN1-2a y AN1-2b). Tanto en un caso como en el otro se puede aceptar la normalidad, aunque en T4 estos niveles de significación críticos se alteran respecto a los anteriores. En estas circunstancias, el test de Shapiro-Wilk muestra una mayor potencia.

Los estadísticos mostrados en el análisis de normalidad han mostrado en numerosas ocasiones su sensibilidad ante pequeñas desviaciones de la normalidad. Por ello hemos realizado los correspondientes gráficos Q-Q para analizar posibles desviaciones significativas. Finalmente podemos concluir que se cumple el supuesto de normalidad, toda vez que la prueba ANOVA se ha mostrado suficientemente robusta frente a esta contingencia, dado el tamaño de la muestra. El cumplimiento de la hipótesis de homogeneidad de las varianzas poblacionales es equivalente al caso de trabajar con una matriz de varianzas-covarianzas circular, por lo que frecuentemente se trabaja con pruebas de esfericidad. El software utilizado no suministra la prueba de Levéne en este caso, siendo más utilizado en el análisis de medidas repetidas el test de Mauchly. La detección de posible heterogeneidad en las varianzas es un aspecto crucial en este tipo de análisis, pues como pudo demostrar Box,¹⁴¹ en estos casos el estadístico de contraste F del ANOVA podría estar significativamente sesgado.

En un estudio preliminar se podría pensar que existe homogeneidad de varianzas al apreciar la razón entre la varianza mayor y la menor, que en este caso es $61,155/51,309 = 1,19$ y por tanto menor o igual a 10 (Tabla 3). El diagrama de cajas también parece corroborar esta percepción, aunque en menor medida por los problemas observados en T4. No obstante la no homocedasticidad puede no ser un factor crítico en el análisis de medidas repetidas, dado que no es esperable variabilidad intra-sujetos y no existir factores inter-sujetos, al tratarse precisamente de los mismos sujetos cuyas variables se analizan a lo largo del tiempo. En este caso, no obstante, es necesario verificar analíticamente la hipótesis de homogeneidad de varianzas, optando por el contraste de esfericidad de Mauchly, basado en el cómputo del estadístico W. La Tabla AN1-2 muestra el valor del estadístico de contraste W, así como el nivel de significación crítico del contraste. En la prueba desarrollada para nuestro diseño de medidas repetidas el estadístico toma un valor de 0,642 y el nivel de significación crítico es prácticamente nulo, lo cual nos permite concluir que, a pesar de las sospechas anteriores, se vulnera la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas prácticamente para cualquier nivel de significación del contraste.

Dados los problemas detectados al analizar la homogeneidad de varianzas hemos procedido a realizar el pertinente ajuste de los grados de libertad tanto para la variabilidad explicada por el factor analizado como para la atribuible al error. De esta forma tendremos en cuenta el sesgo que afecta al estadístico F cuando no se cumple la mencionada hipótesis. Siguiendo los trabajos de Box¹⁴² se ha procedido a la estimación del parámetro *epsilon*, que nos aproxima al grado en que la matriz de varianzas- covarianzas de nuestro diseño se aleja del caso ideal de esfericidad y así poder ejecutar el contraste univariado basado en el cómputo del estadístico F sometido al mencionado factor de corrección.

La tabla AN1-2 muestra, además de la prueba de esfericidad de Mauchly¹⁴³, la estimación del factor de corrección *epsilon* mediante los procedimientos de Greenhouse-Geisser¹⁴⁴ y Huynh-Feldt¹⁴⁵, incluyendo con la etiqueta "Límite inferior" el valor más extremo que alcanzaría *epsilon* en el caso límite en el que la hipótesis de esfericidad se incumpliese en su grado máximo. Dicho parámetro fluctúa entre 0 y 1, tomando el valor 1 si existe homogeneidad de varianzas.

Dadas las dificultades a la hora de verificar la hipótesis de esfericidad, el estadístico final de contraste F (Tabla 6) del ANOVA univariante con medidas repetidas se ha obtenido:

- Suponiendo que existe homogeneidad de varianzas (*epsilon*=1)
- Con el procedimiento de Greenhouse-Geisser (*epsilon*=0,796)
- Con el procedimiento de Huynh- Feldt (*epsilon*=0,833)
- Utilizando el límite inferior (*epsilon*=0,333) (obtenido como $1/(k-1)$)

En todos los casos, salvo evidentemente en el primero de ellos, ha sido necesario realizar el correspondiente ajuste de los grados de libertad (ver Tabla 5), obteniéndolos como sigue:

G.L. numerador: $\epsilon(k-1)$, donde k=número de niveles

G.L. denominador: $\epsilon(n-1)(k-1)$, donde n=tamaño muestral

Bajo cualquiera de los enfoques debemos concluir con el no rechazo de la hipótesis de igualdad de medias, al obtener en todos los casos niveles de significación

críticos muy elevados (incluso por encima del 50%) y reducidos tamaños del efecto analizado (1 %) a través de los coeficientes "eta parcial al cuadrado".

Dado que el diseño de medidas repetidas que hemos utilizado se encuentra ciertamente limitado en cuanto al uso de muchas técnicas post-hoc, hemos optado por mostrar en la Tabla 4 el resultado de la comparación de los efectos principales y así comparar dos a dos los diferentes niveles del factor objeto de estudio. El análisis de los elevados niveles de significación críticos asociados a cada comparación no nos permite detectar diferencias significativas en ninguno de los pares de niveles analizados, lo cual refuerza más si cabe la aceptación de la hipótesis de igualdad de medias para cada uno de los niveles.

Hemos de ratificar por tanto la conclusión ya enunciada de igualdad de medias, es decir, no existen cambios estadísticamente significativos en el balance de fuerzas en sentido sagital sobre la tabla oclusal, y esto parece ser independiente del número de contactos que se haya establecido a lo largo de los cinco periodos. Una posible explicación podría ser la siguiente: el sensor del T Scan tiene un grosor de 100 μm y está recubierto por dos capas de ftalato de polietileno, lo que lo hace muy flexible y fácilmente deformable, adaptándose bien a la anatomía oclusal. El espesor se sitúa en el rango de los contactos (entre los 20 y los 50 μm) y los cuasi contactos (entre los 50 μm y los 350 μm) por lo que podríamos avanzar la hipótesis siguiente: aunque aún no se hayan establecido contactos oclusales, el sensor "rellena" el espacio transmitiendo la fuerza entre los dientes antagonistas, del mismo modo que que más adelante se transmitirá directamente, una vez asentada la oclusión; esto querría decir que desde la finalización del tratamiento los dientes quedan en una posición latente o de pre-contacto y que con posterioridad entrarían en contacto desplazándose en sentido vertical siguiendo el patrón ya establecido y por esta razón no se observa cambio alguno en el patrón de fuerzas sobre la tabla oclusal. Esta hipótesis, de ser cierta, daría consistencia a los los resultados obtenidos por King⁹⁶ quien observó que la prevalencia de rasgos oclusales no satisfactorios (deslizamientos en céntrica, contactos posteriores en protrusiva, múltiples contactos en laterotrusión y mediotrusión y oclusión hiperbalanceada) no muestra tendencia a mejorar a lo largo de un periodo de dos años post-tratamiento, o lo hacen muy escasamente, por lo que sería recomendable ajustar la oclusión lo mejor posible antes de la retirada de los aparatos, y ayudaría a explicar por qué, como proponen Olsson y Lindqvist^{46,47,48} el equilibrado oclusal mediante tallado selectivo, repetido si es necesario, debe considerarse parte del tratamiento ortodóncico (ellos realizaron ajustes en el 52 % de los casos, incluso

habiendo planificado el tratamiento teniendo en cuenta objetivos oclusales. (el tallado se realizó una vez finalizado el periodo de contención de 15 meses).

Una cuestión recurrente en la literatura es la referente a la presencia de contactos posteriores durante los movimientos excéntricos. En los registros realizados con T Scan esta contingencia se manifiesta mediante alargamientos de los tiempos de disclusión (Figura 10). Una curva de Spee acentuada o una guía anterior insuficiente por escasa sobremordida son las causas más frecuentes (Milosevic y Samuels¹⁶ reportaron un incremento significativo de contactos posteriores en protrusiva cuando la sobremordida era inferior a 2,4 mm.). Al ya referido trabajo de King⁹⁶ habría que añadir el de Rinchuse y Sassouni,⁴¹ que constataron la elevada prevalencia de contactos posteriores en pacientes tratados en los que no se había incorporado al aparato el segundo molar (las publicaciones no suelen suministrar información sobre este importante dato). Los mismos autores⁵¹ encontraron una baja prevalencia de guías de lateralidad y una alta prevalencia de contactos en el lado de no trabajo en un grupo de 49 pacientes tratados sin objetivos oclusales (únicamente se perseguía conseguir una oclusión estática "ideal") ni durante la fase activa del tratamiento ni durante el periodo de contención mediante técnicas de equilibrado. Clark y Evans⁵ localizaron en los segundos molares todos los contactos mediotrusivos en su muestra. Aubrey⁷ ya había advertido de la necesidad de equilibrar los casos terminados dada la elevada frecuencia de contactos potencialmente patógenos. Sadowsky y Polson⁴² también hallaron una alta prevalencia de contactos posteriores en movimientos excéntricos y ya habían llamado la atención sobre la conveniencia de intentar conseguir una oclusión tan funcional como sea posible mediante una correcta planificación de la mecanoterapia sin descuidar objetivos oclusales; esta es la misma idea expresada por otros autores, el más reciente de ellos, Okeson⁴⁴ y Haydar et al.⁸⁸, quienes concluyen que la oclusión final debe ajustarse tanto como sea posible confiando al periodo de asentamiento sólo mínimos cambios. Y a la misma conclusión llega el ya referido trabajo de Olsson y Lindqvist^{46,47,48} que realizaron ajustes oclusales mediante tallado selectivo en el 52 % de los casos 15 meses después de la retirada de aparatos; esta elevada prevalencia de contactos fue observada incluso habiendo planificado el tratamiento teniendo en cuenta objetivos oclusales. Estos autores consideran que el ajuste oclusal debe considerarse parte del tratamiento ortodóncico.

En nuestro trabajo el tiempo promedio de disclusión en protrusiva es de 0,30 segundos, en lateralidad derecha de 0,35 segundos y de lateralidad izquierda de 0,36 segundos (valor normal: por debajo de 0,50); debe considerarse que en la mayoría de

los pacientes se incorporaron al aparato los segundos molares con el objetivo de aplanar la curva de Spee.

Por último cabe reseñar que nuestros resultados (no variación de los valores de las variables funcionales a lo largo del periodo de asentamiento) también concuerdan con los de Morton y Panchertz⁷¹ en cuya muestra el 72,3 % de los sujetos mantuvieron la oclusión invariable a lo largo de los 24 meses post tratamiento, un 19,8 % mejoraron y en el 7,9 % empeoraron. Las diferencias no eran estadísticamente significativas.

Analizaremos por último un aspecto frecuentemente abordado en la literatura en relación con las muestras. Frecuentemente se combinan en las muestras casos tratados con extracciones y sin ellas^{51,93}, a fin de homogeneizar las muestras el estudio estadístico. En nuestro estudio no hemos segregado unos y otros casos a fin de calcular las medias en los análisis de medidas repetidas. Conviene razonar por qué, y destacar la ventaja que tiene el abordaje funcional (estudio de la distribución de fuerzas en la tabla oclusal a lo largo del tiempo) sobre el morfológico (recuento de contactos oclusales a lo largo del tiempo). El punto de partida consiste en dilucidar si la tabla oclusal sin extracciones de premolares y la tabla oclusal con extracciones de premolares pueden ser consideradas como sistemas equivalentes.

Para el razonamiento de la equivalencia entre ambos sistemas es necesario acudir al concepto físico de sólido rígido, empleado fundamentalmente en Mecánica y en campos derivados como Elasticidad o Resistencia de Materiales. Se considera como sólido rígido¹⁴⁰ un sistema de puntos materiales en el que la distancia entre dos puntos cualesquiera permanece siempre constante. Si bien en el sistema de estudio esta condición no se cumple a lo largo del tiempo, el tiempo de tratamiento es lo suficientemente largo como para, en los instantes concretos de estudio, considerar el sistema indeformable. Resulta también de interés recordar el Teorema de Transmisibilidad, fundamental en el tratamiento de la Estática y Dinámica del sólido rígido, que establece que *"las fuerzas aplicadas a un sólido rígido se comportan como vectores deslizantes"*.

Para poder afirmar que los dos sistemas de estudio pueden tratarse de la misma forma, y por tanto no es necesario segregarlos para su estudio, es necesario asegurar que los sistemas de fuerzas de ambos conjuntos son equivalentes. Se dice que dos sistemas de vectores deslizantes son equivalentes si tienen la misma resultante y el mismo momento respecto a un centro de reducción en el espacio

(condición necesaria y suficiente). Por tanto, hay que demostrar que un sistema y su análogo sin premolares tendrían la misma resultante de fuerza y de momento, tomado este último respecto al COF.

En cuanto a la resultante de las fuerzas, ésta debe ser necesariamente la misma se haya extraído o no el segundo premolar, aunque cabe preguntarse cómo afectará dicha extracción a la distribución de las fuerzas. Para ello sometemos a contraste la hipótesis "la media de las fuerzas ejercidas por el premolar derecho es la misma que la ejercida por el premolar izquierdo", tanto para el primer como para el segundo premolar. Realizados los contrastes no paramétricos, se mantiene la hipótesis nula de igualdad de medias, y por tanto aceptamos que la fuerza que ejerce el segundo premolar de cada lado es, en promedio, la misma en los periodos T2 y T5. Se seleccionaron estos periodos porque, de acuerdo a la literatura, el mayor número de contactos post-tratamiento se adquieren tras el primer mes de asentamiento y tras 24 meses se considera completado el periodo e asentamiento.

Por tanto, cabe esperar que, una vez extraídos los premolares, la fuerza que éstos ejercían se divida proporcionalmente entre el resto de los dientes de la hemiarcada correspondiente, manteniendo la misma distribución y encontrándose el COF en un punto muy similar al que se encontraba anteriormente. Esta situación del COF es precisamente lo que permite establecer la igualdad entre las resultantes de momento de ambos sistemas, si se toman ambos respecto a este punto. Por tanto, bajo las hipótesis indicadas, queda probada la analogía entre ambos sistemas de estudio, pudiendo proceder a un análisis del conjunto de datos sin necesidad de distinción. Es decir, no existe diferencia, a efectos de distribución bilateral de fuerzas (y por tanto, de localización del COF) entre pacientes tratados con o sin extracciones de segundos premolares, dato que confiere solidez a los resultados conseguidos.

9. CONCLUSIONES

Del resultado de nuestro trabajo, con las lógicas limitaciones de todo estudio de investigación, podemos formular las siguientes conclusiones:

1. En la muestra estudiada la distribución de la fuerza incidente en la tabla oclusal no varía sagitalmente durante los 27 meses siguientes a la finalización del tratamiento ortodóncico, no existiendo diferencias estadísticamente significativas en la ubicación del centro de fuerzas en ninguno de los cuatro cortes temporales.

2. En la muestra estudiada la resultante de la fuerza incidente en la tabla oclusal presenta una tendencia al desplazamiento posterior que permanece prácticamente estable desde el cuarto corte temporal (mes 15^o).

3. En la muestra estudiada el transcurso del tiempo no ha afectado al tiempo de oclusión, cuyo valor promedio es de 0,14 segundos.

4. En la muestra estudiada, el transcurso del tiempo no induce variaciones estadísticamente significativas en el tiempo de disclusión, independientemente de que el movimiento excéntrico sea protrusivo, de lateralidad derecha o izquierda.

5. La ubicación del centro de fuerzas presenta una gran variabilidad tanto intra como interindividual, permaneciendo al final del periodo de observación en la misma ubicación en sentido antero-posterior en 44 pacientes (54,32 %) y en la misma desviación respecto de la media en 35 sujetos (43,2 %).

6. La contención mediante retenedor termoplástico colocado sólo en el arco superior siguiendo la pauta indicada no parece tener influencia en la distribución de fuerzas incidentes sobre la tabla oclusal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Angle EH. Classification of Malocclusion. Dent Cosmos. 1899;41(3):248-64,350-57
2. Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth. Angle system. 7th ed. Philadelphia: SS White Manufacturing; 1907.
3. Graber TM. Normal occlusion. Dent Clin North Am. 1968;273-90.
4. Phulari B. History of Orthodontics. New Delhi: JP Medical Ltd; 2013.
5. Clark JR, Evans RD. Functional occlusal relationships in a group of postorthodontic patients: preliminary findings. Eur J Orthod. 1998;20:103-10.
6. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. Am J Orthod. 1972;62:296-309.
7. Aubrey RB. Occlusal objectives in orthodontic treatment. Am J Orthod. 1978;74(2):162-75.
8. Andrews LF. The straight-wire appliance. Explained and compared. J Clin Orthod 1976;10(3):174-95.
9. Roth R. Temporomandibular pain-dysfunction and occlusal relationships. The Angle Orthod. 1973; 43:136-53.
10. Roth R. The maintenance system and occlusal dynamics. Dent Clin North Am. 1976;20.4:761-88.
11. Roth R. Functional occlusion for the orthodontist. J Clin Orthod. 1981;15(1):32-49.
12. Roth R, Rolfs D. Functional occlusion for the orthodontist. Part II. J Clin Orthod 1981;15(2):100-21.
13. Roth R. Functional occlusion for the orthodontist. Part III. J Clin Orthod 1981;15(3):174-9.
14. Okeson J. Evolution of occlusion and temporomandibular disorder in orthodontics: past, present and future. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2015;147(5):216-23
15. Al-Nimri K, Anwar B, Sawsan A. Functional occlusal patterns and their relationship to static occlusion. The Angle Orthodontist. 2010;80(1):65-71.
16. Milosevic A, Samuels R. Functional occlusion after fixed appliance orthodontic treatment: a UK three-centre study. Eur J Orthod. 1998;20:561-8.
17. Türp C, Greene C, Strub J. Dental occlusion: a critical reflection on past, present and future concepts. J Oral Rehabil 2008;35(6):446-53.
18. Kulhersh R, Kaczynski R, Freeland T. Orthodontics and gnathology: Introduction. Semin. Orthod. 2003;9(2):93-95.
19. Crawford S. Condylar axis position, as determined by the occlusion and measured by the CPI instrument, and signs and symptoms of temporomandibular dysfunction. The Angle Orthod. 1999;69(2):103-14.
20. Beyron, H. Characteristics of functionally optimal occlusion and principles of occlusal rehabilitation. J Am Dent Assoc. 1954;48(6):648-56.
21. D'Amico A. the canine teeth normal functional relation of the natural teeth of man. J South Calif Dent Assoc. 1958;26:6-23.
22. Ingervall B. Functionally optimal occlusion: the goal of orthodontic treatment. Am J Orthod. 1976;70(1):81-90.
23. Mohlin B, Thilander B. The importance of the relationship between malocclusion and mandibular dysfunction and some clinical applications in adults. Eur J Orthod. 1984;6.1:192-204.
24. Nilner, M. Functional disturbances and diseases of the stomatognathic system. A cross-sectional study. J Pedod. 1986;10(3):211-38.
25. Egermark-Eriksson I, Ingervall B, Carlsson G. The dependence of mandibular dysfunction in children on functional and morphologic malocclusion. Am J Orthod. 1983;83:187-94.
26. Ramfjord S. Bruxism, a clinical and electromyographic study. J Am Dent Assoc. 1961;62(1):21-44.
27. Pullinger A, Seligman, . Gornbein J. A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal features. J Dent Res. 1993;72(6):968-79.
28. De Laat A, van Steenberghe D, Lesaffre E. Occlusal relationships and temporomandibular joint dysfunction. Part II: Correlations between occlusal and articular

- parameters and symptoms of TMJ dysfunction by means of stepwise logistic regression. *J Prosthet Dent.* 1986;55(1):116-21.
29. Dawson P. Requisitos para la estabilidad oclusal. En: *Evaluación, Diagnóstico y Tratamiento de los Problemas Oclusales*. 2^a ed. Barcelona: Salvat;1991.p.473-79.
 30. Agerberg G, Sandström R. Frequency of occlusal interferences: a clinical study in teenagers and young adults. *J Prosthet Dent.* 1988 Feb;59(2):212-7.
 31. Heikinheimo K1, Salmi K, Myllärniemi S, Kirveskari P. A longitudinal study of occlusal interferences and signs of craniomandibular disorder at the ages of 12 and 15 years. *Eur J Orthod.* 1990 May;12(2):190-7.
 32. Beyron HL. Occlusal changes in adult dentition. *J Am Dent Assoc.* 1954 Jun;48(6):674-86.
 33. Beyon H. Occlusal relations and mastication in Australian aborigines. *Acta Odontol Scand.* 1964 Dec;22:597-678.
 34. Ramfjord, S.P. Dysfunctional temporomandibular joint and muscle pain. *J Prosthet Dent.*1961;11(2):353-74.
 35. Ingervall B. Tooth contacts on the functional and nonfunctional side in children and young adults. *Arch Oral Biol.* 1972;17(1):191-200.
 36. Roth R. Consideraciones gnatólogicas en ortodoncia. En: McNeill. *Fundamentos científicos y aplicaciones prácticas de la oclusión*. Barcelona: Quintessence, 1995. p 502-514.
 37. Lee R. Esthetics and its relation to function. In: Rufenatch CR. *Fundamentals If Esthetics*. Chicago: Quintessence, 1990. p.137-183.
 38. Clark J, Evans B. Functional occlusion: I. A review. *J Orthod.* 2001;28:76-81.
 39. Sadowski C, BeGole E. Long term status of temporomandibular joint function and functional occlusion after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentof Orthop.* 1980;78:201-12.
 40. Janson, M, Hasund AR.. Functional problems in orthodontic patients out of retention. *Eur J Orthod.* 1981;3(3);173-79.
 41. Rinchuse D, Sassouni J. An evaluation of functional occlusal interferences in orthodontically treated and untreated subjects. *The Angle Orthod.* 1983; 53.2:122-30.
 42. Sadowsky C, Polson A. Temporomandibular disorders and functional occlusion after orthodontic treatment: results of two long-term studies. *Am. J Orthod.* 1984;86:386-90
 43. Egermark-Eriksson I, Ingervall B, Carlsson G. The dependence of mandibular dysfunction in children on functional and morphologic malocclusion. *Am J Orthod.* 1983;83:187-94.
 44. Okeson J. Evolution of occlusion and temporomandibular disorder in orthodontics: past, present and future. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147.5:216-23
 45. Milosevic A, Samuels R. Functional occlusion after fixed appliance orthodontic treatment: a UK three-centre study. *Eur J Orthod.* 1998;20:561-8.
 46. Olsson, M., & Lindqvist, B. Mandibular function before orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 1992;14(1):61-68.
 47. Olsson M, Lindqvist B. Mandibular function before and after orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 1995;17: 205-14.
 48. Olsson M, Lindqvist B. Occlusal interferences in orthodontic patients before and after treatment, and in subjects with minor orthodontic treatment need. *Eur J Orthod.* 2002;24:677-87.
 49. Droukas B, Lindée C, Carlsson GE. Relationship between occlusal factors and signs and symptoms of mandibular dysfunction. A clinical study of 48 dental students. *Acta Odontol Scand.* 1984;42(5):277-83
 50. Droukas B, Lindee C, Carlsson GE. Occlusion and mandibular dysfunction: a clinical study of patients referred for functional disturbances of the masticatory system. *J Prosthet Dent.* 1985;53(3):402-6.
 51. Rinchuse D, Sassouni V. An evaluation of eccentric occlusal contacts in orthodontically treated subjects. *American journal of orthodontics*, 1982;82(3):251-56.
 52. Heikinheimo K1, Salmi K, Myllärniemi S, Kirveskari P. A longitudinal study of occlusal interferences and signs of craniomandibular disorder at the ages of 12 and 15 years. *Eur J Orthod.* 1990;12(2):190-7.
 53. Tallents RH, Catania J, Sommers E. Temporomandibular joint findings in pediatric populations and young adults: a critical review. *Angle Orthod.* 1991;61(1):7-16.

54. Takai A, Nakano M, Bando E, Hewlett E. Evaluation of three occlusal examination methods used to record tooth contacts in lateral excursive movements. *J Prosthet Dent* 1993;70(6):500-05.
55. Egermark I, Thilander B. Craniomandibular disorders with special reference to orthodontic treatment: an evaluation from childhood to adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1992;101(1):28-34.
56. Pilley JR1, Mohlin B, Shaw WC, Kingdon A. A survey of craniomandibular disorders in 800 15-year-olds. A follow-up study of children with malocclusion. *Eur J Orthod*. 1992;14(2):152-61.
57. Kremenak CR1, Kinser DD, Harman HA, Menard CC, Jakobsen JR. Orthodontic risk factors for temporomandibular disorders (TMD). I: Premolar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1992;101(1):13-20.
58. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Malocclusion traits and symptoms and signs of temporomandibular disorders in children with severe malocclusion. *Eur J Orthod*. 1998;20(5):543-59.
59. Luther F. Orthodontics and the temporomandibular joint: where are we now? Part 1. Orthodontic treatment and temporomandibular disorders. *Angle Orthod*. 1998 Aug;68(4):295-304.
60. Luther F. Orthodontics and the temporomandibular joint: where are we now? Part 2. Functional occlusion, malocclusion, and TMD. *Angle Orthod*. 1998 Aug;68(4):305-18.
61. Kim MR, Graber TM, Viana MA. Orthodontics and temporomandibular disorder: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002 May;121(5):438-46.
62. Ikeda K, Kawamura A, Ikeda R. Prevalence of disc displacement of various severities among young preorthodontic population: a magnetic resonance imaging study. *J Prosthodont*. 2014 Jul;23(5):397-401.
63. Nebbe B1, Major PW. Prevalence of TMJ disc displacement in a pre-orthodontic adolescent sample. *Angle Orthod*. 2000;70(6):454-63.
64. Kircos LT, Ortendahl DA, Mark AS, Arakawa M. Magnetic resonance imaging of the TMJ disc in asymptomatic volunteers. *J Oral Maxillofac Surg*. 1987;45(10):852-4.
65. Tasaki MM, Westesson PL, Isberg AM, Ren YF, Tallents RH. Classification and prevalence of temporomandibular joint disk displacement in patients and symptom-free volunteers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996;109(3):249-62.
66. Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Drake CM. Anatomic disorders of the temporomandibular joint disc in asymptomatic subjects. *J Oral Maxillofac Surg*. 1996;54(2):147-53; discussion 153-5.
67. Rinchuse DJ, McMinn JT. Summary of evidence-based systematic reviews of temporomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130(6):715-20.
68. He SS, Deng X, Wamalwa P, Chen S. Correlation between centric relation; maximum intercuspation discrepancy and temporomandibular joint dysfunction. *Acta Odontol Scand*. 2010;68(6):368-76.
69. Dworkin S, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: Review, criteria, examinations and specifications, critique. *J. Craniomand. Disord* 1992;6:301-55.
70. Al-Nimri K, Anwar B, Sawsan A. Functional occlusal patterns and their relationship to static occlusion. *The Angle Orthodontist* 2010;80.1:65-71.
71. Morton S, Pancherz H. Changes in functional occlusion during the postorthodontic retention period: a prospective longitudinal clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(3):310-5.
72. Dibbets JM, van der Weele LT. Extraction, orthodontic treatment, and craniomandibular dysfunction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991;99(3):210-9.
73. Dibbets JM, van der Weele LT. Prevalence of TMJ symptoms and X-ray findings. *Eur J Orthod*. 1989;11(1):31-6.
74. Wänman A. Craniomandibular disorders in adolescents. A longitudinal study in an urban Swedish population. *Swed Dent J Suppl*. 1987;44:1-61.
75. Wänman A. Longitudinal course of symptoms of craniomandibular disorders in men and women. A 10-year follow-up study of an epidemiologic sample. *Acta Odontol Scand*. 1996;54(6):337-42.

76. Tipton RT, Rinchuse DJ. The relationship between static occlusion and functional occlusion in a dental school population. *Angle Orthod*. 1991;61(1):57-66.
77. Fernández-González FJ, Cañigral A, López-Caballo JL, Brizuela A, Moreno-Hay I, Del Río-Highsmith J, et al. Influence of orthodontic treatment on temporomandibular disorders. A systematic review. *J Clin Exp Dent*. 2015;7(2):e320-7.
78. Shapiro, P. A. Mandibular dental arch form and dimension: treatment and postretention changes. *American journal of orthodontics*, 1974; 66(1): 58-70.
79. Little, R. M., Wallen, T. R., & Riedel, R. A.. Stability and relapse of mandibular anterior alignment—first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *American journal of orthodontics*, 1981; 80(4): 349-365.
80. Sadowsky, C., & Sakols, E. I. . Long-term assessment of orthodontic relapse. *American journal of orthodontics*, 1982; 82(6): 456-463.
81. Gazit E, Lieberman M. Occlusal contacts following orthodontic treatment measured by photocclusion technique. *Angle Orthod* 1985;55(4):316–20.
82. Dawson PE, Arcan M. Attaining harmonic occlusion through visualized strain analysis. *J Prosthet Dent*. 1981;46(6):615-22.
83. Durbin D, Sadowsky C. Changes in tooth contacts following orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986;90(5):375–82.
84. Ricketts RM. Occlusion--the medium of dentistry. *J Prosthet Dent*. 1969;21(1):39-60.
85. Hellman, M. Variation of occlusion. *Dent Cosmos*. 1921;63:608–19.
86. Razdolsky Y, Sadowsky C, BeGole EA. Occlusal contacts following orthodontic treatment: a follow-up study. *Angle Orthod* 1989;59(3):181–5
87. Sullivan B, Freer T, Vautin D, Basford K. Occlusal contacts: comparison of orthodontic patients, post-treatment patients, and untreated controls. *J Prosthet Dent* 1991;65(2):232–7.
88. Haydar B, Ciger S, Saatçi P. Occlusal contact changes after the active phase of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102(1):22–8.
89. Sauget E, Covell Jr. D, Boero R, Lieber W. Comparison of occlusal contacts with use of Hawley and clear overlay retainers. *Angle Orthod* 1997;67(3):223–30.
90. Sultana MH, Yamada K, Hanada K. Changes in occlusal force and occlusal contact area after active orthodontic treatment: a pilot study using pressure-sensitive sheets. *J Oral Rehabil* 2002;29(5):484–91.
91. Diñçer M, Meral O, Türmer N. The investigation of occlusal contacts during the retention period. *Angle Orthod* 2003;73(6):640–6.
92. Ramfjord SP, Ash MM. Oclusión. México. Interamericana; 1983.
93. Başçiftçi F, Uysal T, Sari Z, Inan O. Occlusal contacts with different retention procedures in 1-year follow-up period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(3):357–62.
94. Sari Z, Uysal T, Başçiftçi F, Inan O. Occlusal contact changes with removable and bonded retainers in a 1-year retention period. *Angle Orthod* 2009;79(5):867–72.
95. Morton S, Pancherz H. Changes in functional occlusion during the postorthodontic retention period: a prospective longitudinal clinical study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(3):310–5
96. King G. Settling of the occlusion following orthodontic treatment may not improve functional occlusion. *J Evid Based Dent Pract*. 2010;10(2):99-100.
97. Diñçer M, Isik B. Effects of thermoplastic retainers on occlusal contacts. *Eur J Orthod* 2010;32(1):6-10.
98. Bauer EM, Behrents R, Oliver DR, Buschang PH. Posterior occlusion changes with a Hawley vs Perfector and Hawley retainer. A follow-up study. *Angle Orthod*. 2010;80(5):853–60.
99. Gomes S, Custodio W, Jufer J, Del Bel C, Garcia R. Mastication, EMG activity and occlusal contact area in subjects with different facial types. *Cranio* 2010;28(4):274–9.
100. Ueda HM, Miyamoto K, Saifuddin M, Ishizuka Y, Tanne K. Masticatory muscle activity in children and adults with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000;118(1):63-8.
101. Tecco S, Caputi S, Festa F. Electromyographic activity of masticatory, neck and trunk muscles of subjects with different skeletal facial morphology--a cross-sectional evaluation. *J Oral Rehabil*. 2007;34(7):478-86.

102. Ingervall B, Thilander B. Relation between facial morphology and activity of the masticatory muscles. *J Oral Rehabil.* 1974;1(2):131-47.
103. Yamada K, Hanada K, Sultana M H, Kohno S, Yamada Y. The relationship between frontal facial morphology and occlusal force in orthodontic patients with temporomandibular disorder. *J Oral Rehab.* 2000;27(5):412-21.
104. Fushima K, Akimoto S, Takamoto K, Sato S, & Suzuki Y. (1989). Morphological feature and incidence of TMJ disorders in mandibular lateral displacement cases [Abstract]. *Nihon Kyosei Shika Gakkai zasshi=The journal of Japan Orthodontic Society* 1989;48(3):322-28.
105. Nieisen IL, McNeill C, Danzig W, Goldman S, Levy J, Miller AJ. Adaptation of craniofacial muscles in subjects with craniomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;97(1):20-34.
106. Abekura H, Kotani H, Tokuyama H, Hamada T. Asymmetry of masticatory muscle activity during intercuspal maximal clenching in healthy subjects and subjects with stomatognathic dysfunction syndrome. *J Oral Rehabil.* 1995;22(9):699-704.
107. Riise C. A clinical study of the number of occlusal tooth contacts in the intercuspal position at light and hard pressure in adults. *J Oral Rehabil.* 1982;9(6):469-77.
108. De Boever JA, McCall WD, Holden S, Ash MM. (1978). Functional occlusal forces: an investigation by telemetry. *J Prosthet Dent.* 1978;40(3):326-33.
109. Nyquist G, Owall B. Masticatory load registrations during function. A methodological study. *Odontol. revy.* 1968;19(1):45-54.
110. Franke, E. K. . Physiologic pressure transducers. *Stat Methods Med Res.* 1966; 11:137-61.
111. Kirkebo A, Hognestad H, Serck-Hanssen F. Miniature pressure transducers for physiological measurements. *J Appl Physiol.* 1970;28(1):98-99.
112. Fløystrand F, Kleven E, Øilo G. A novel miniature bite force recorder and its clinical application. *Acta Odontol Scand.* 1982;40(4):209-14
113. Waltimo A, Könönen R. A novel bite force recorder and maximal isometric bite force values for healthy young adults. *Scand J Dent Res.* 1993;101(3):171-5
114. Maness WL, Benjamin M, Podooff R, Bobick A, Golden RF. Computerized occlusal analysis: a new technology. *Quintessence Int.* 1987;18:287-292.
115. Harvey WL, Hatch RA, Osborne JW. Computerized occlusal analysis: an evaluation of the sensors. *J Prosthet Dent.* 1991;65(1):89-92.
116. Reza MM, Neff, PA. Reproducibility of occlusal contacts utilizing a computerized instrument. *Quintessence Int.* 1991;22(5):57-360.
117. Gonzalez Sequeros O, García VG, Cartagena AG. Study of occlusal contact variability within individuals in a position of maximum intercuspatation using the T-SCAN system. *J Oral Rehabil.* 1997;24(4):287-90.
118. García VG, Cartagena AG, Sequeros OG. Evaluation of occlusal contacts in maximum intercuspatation using the T-Scan system. *J Oral Rehabil.* 1997;24(12):899-903.
119. Combadazou JC, Combelles R, Cadenat H. The value of mandibular kinesiography and of T-scanning in the diagnosis and treatment of algo-dysfunctional syndrome of the temporomandibular joint. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 1990;91(2):86-91..
120. Kerstein RB, Lowe M, Harty M, Radke J. A force reproduction analysis of two recording sensors of a computerized occlusal analysis system. *Cranio.* 2006;24(1):15-24.
121. Maness WL, Podoloff R. Distribution of occlusal contacts in maximum intercuspatation. *The J Prosthet Dent.* 1989;62(2):238-42.
122. Koos B, Godt A, Schille C, Göz G. Precision of an instrumentation-based method of analyzing occlusion and its resulting distribution of forces in the dental arch. *J Orofac Orthop.* 2010;71(6):403-10.
123. Cerna M, Ferreira R, Zaror C, Navarro P, Sandoval P. Validity and reliability of the T-Scan III for measuring force under laboratory conditions. *J Oral Rehabil.* 2015;42(7):544-51.
124. Maness WL. Laboratory comparison of three occlusal registration methods for identification of induced interceptive contacts. *J Prosthet Dent.* 1991;65(4):483-87.
125. Carey JP, Craig M, Kerstein RB, Radke J. Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area. *Op Dent J.* 2007;1:1.

126. Mizui M, Nabeshima F, Tosa J, Tanaka M, Kawazoe T. Quantitative analysis of occlusal balance in intercuspal position using the T-Scan system. *Int J Prosthodont.* 1993;7(1):62-71.
127. Kerstein RB, Farrell S. Treatment of myofascial pain-dysfunction syndrome with occlusal equilibration. *J Prosthet Dent.* 1990;63(6):695-700.
128. Sierpinska T, Golebiewska M, Lapuc M. The effect of mastication on occlusal parameters in healthy volunteers. *Adv Med Sci.* 2008;53(2):316-20.
129. Kerstein RB, Wright NR. Electromyographic and computer analyses of patients suffering from chronic myofascial pain-dysfunction syndrome: before and after treatment with immediate complete anterior guidance development. *J Prosthet Dent.* 1991;66(5):677-86.
130. Learreta JA, Beas J, Bono AE, Durst A. Muscular activity disorders in relation to intentional occlusal interferences. *Cranio.* 2007;25(3):193-199.
131. Kerstein RB. Disclusion time measurement studies: A comparison of disclusion time between chronic myofascial pain dysfunction patients and nonpatients: A population analysis. *J Prosthet Dent.* 1994;72(5):473-480.
132. Kerstein RB. Treatment of myofascial pain dysfunction syndrome with occlusal therapy to reduce lengthy disclusion time. A recall evaluation. *J Craniomandibular Pract.* 1995;13(2):105-115.
133. Kerstein RB, Chapman R, Klein M. A comparison of ICAGD (immediate complete anterior guidance development) to mock ICAGD for symptom reductions in chronic myofascial pain dysfunction patients. *J Craniomandibular Pract.* 1997;15(1):21-37.
134. Ciavarella D, Parziale V, Mastrovincenzo M, Palazzo A, Sabatucci A, Suriano MM, Chimenti C. Condylar Position Indicator and T-Scan system II in clinical evaluation of temporomandibular intracapsular disease. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(5):449-455.
135. Ma FF, Hu XL, Li JH, Lin Y. Normal occlusion study: using T-Scan III occlusal analysis system [Abstract]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2013;48(6):363-7.
136. Cohen-Levy J, Cohen N. Computerized analysis of occlusal contacts after lingual orthodontic treatment in adults. *Int Orthod.* 2011;9(4):410-431.
137. An WW, Wang BK, Bai YX. Occlusal contacts in intercuspal position after orthodontic treatment. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2009;44(12):735-8.
138. An W, Wang B, Bai Y. Occlusal contacts during protrusion and lateral movements after orthodontic treatment. [Abstract]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2011;29(6):614-7.
139. He SZ, Li S, Gao XH, An WW. A preliminary study on the occlusal contact changes during retention in adolescent patients. [Abstract]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2010;45(9):556-9.
140. Danta, MR. *Mecánica.* Sevilla: Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. 2010
141. Box, GE. Some theorems on quadratic forms applied to the study of analysis of variance problem; I: Effect of inequality of variance in the one way-classification. *The Annals of Mathematical Statistics.* 1954; 25(2):290–302.
142. Box GE. Some theorems on quadratic forms applied to the study of analysis of variance problem; II: Effect of inequality of variance and of correlation in the two-way classification. *The Annals of Mathematical Statistics.* 1954;25(3):484-98.
143. Mauchly, J. W. Significance Test for Sphericity of a Normal n-Variate Distribution. *The Annals of Mathematical Statistics.* 1940;11(2):204–092
144. Greenhouse SW, Geisser, S. On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika* 1959. 24(2):95–112.
145. Huynh H, Feldt LS. Estimation of the Box correction for degrees of freedom from sample data in randomized block and split-plot designs. *Journal of Educational and Behavioral Statistics.* 1976;(1):69–82.

ANEXOS

- ANEXO 1. Figuras y tablas estadísticas
- ANEXO 2. Programa en MATLAB R2013-a
- ANEXO 3. Perfiles de fuerza oclusal

ANEXO 1

VARIABLES: EDAD Y SEXO

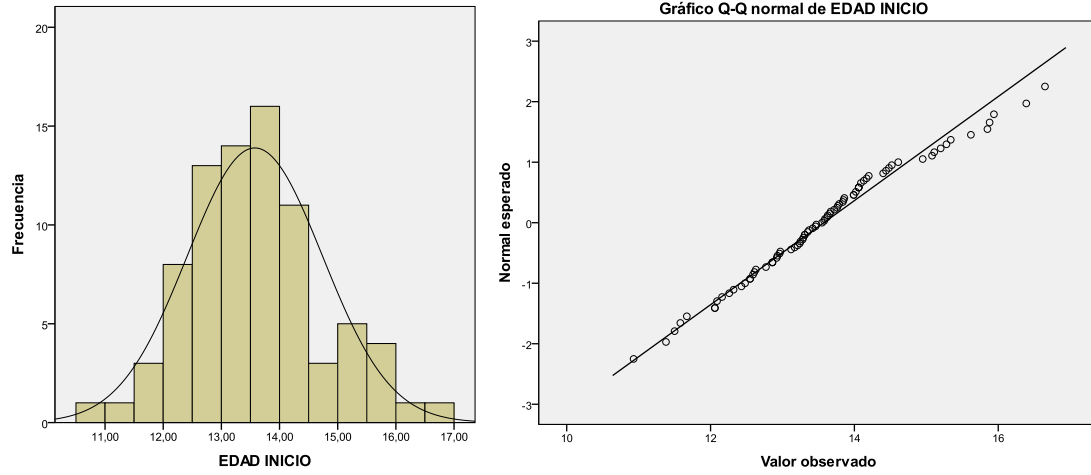


Figura AN1-1

VARIABLE: T(1→5) a+b%Dcha.

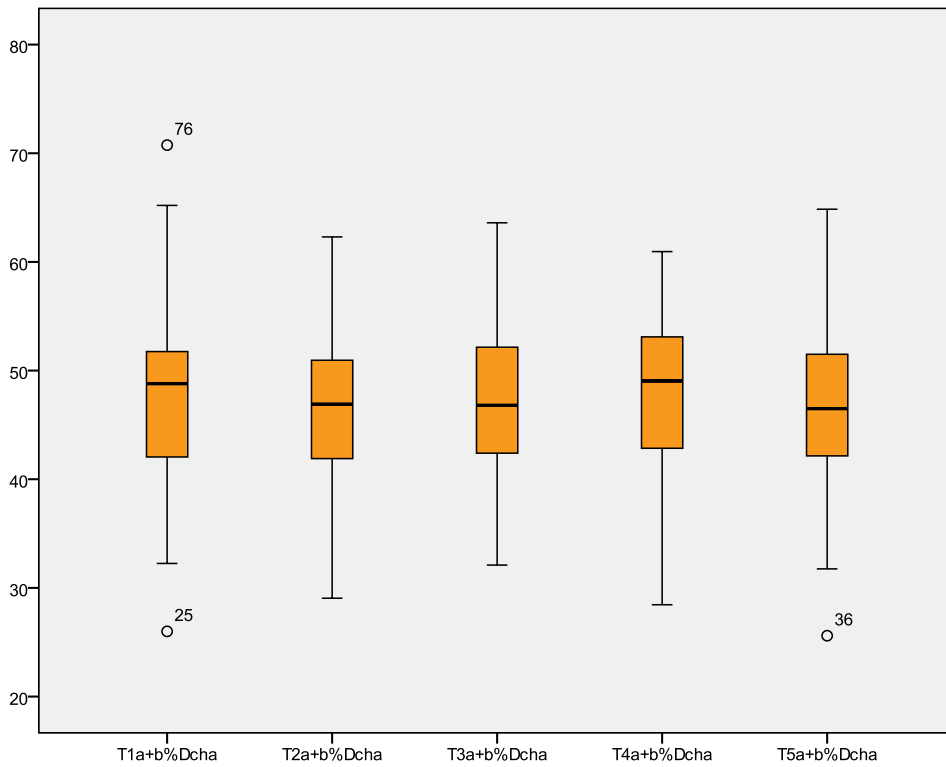
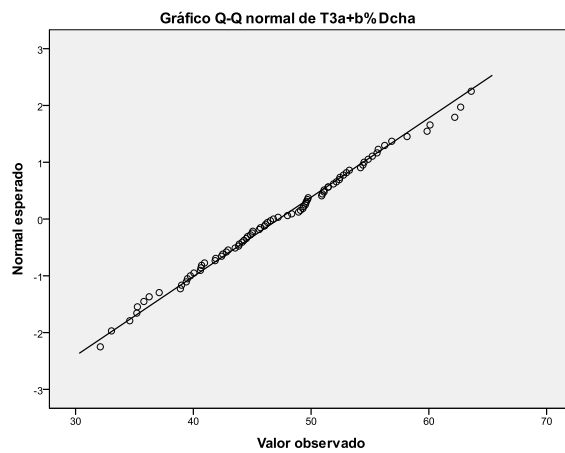
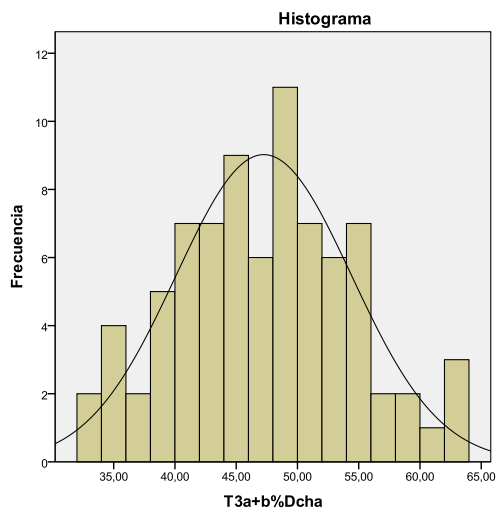
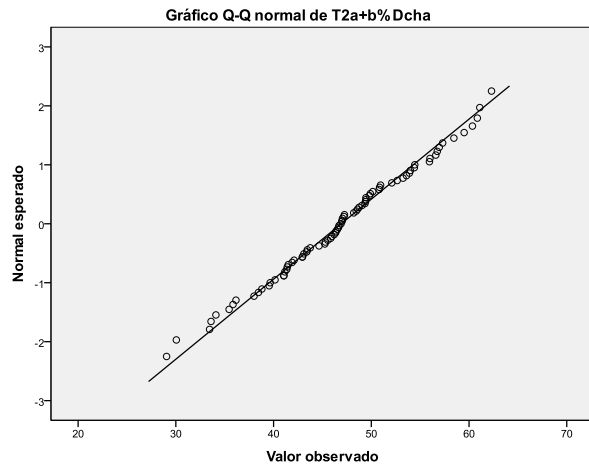
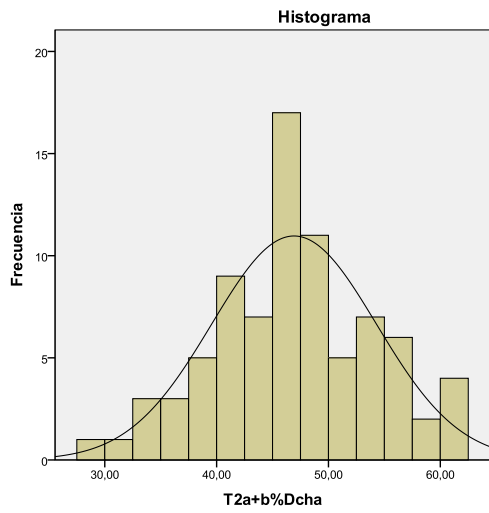
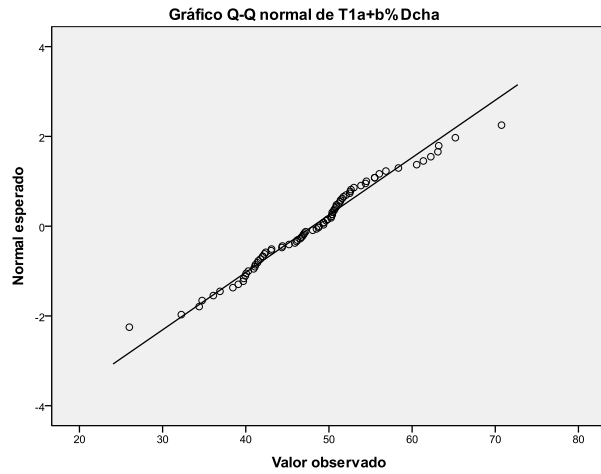
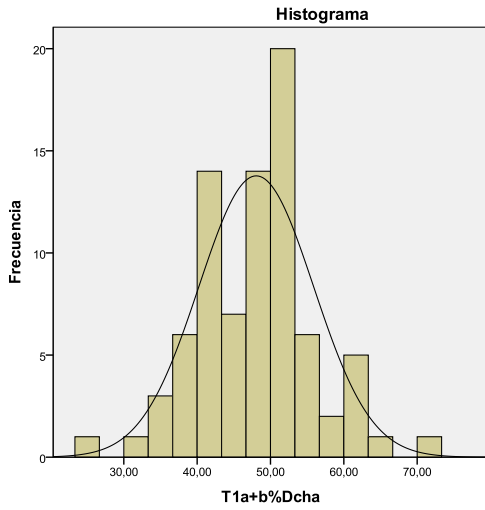


Figura AN1-2a. Diagrama de cajas



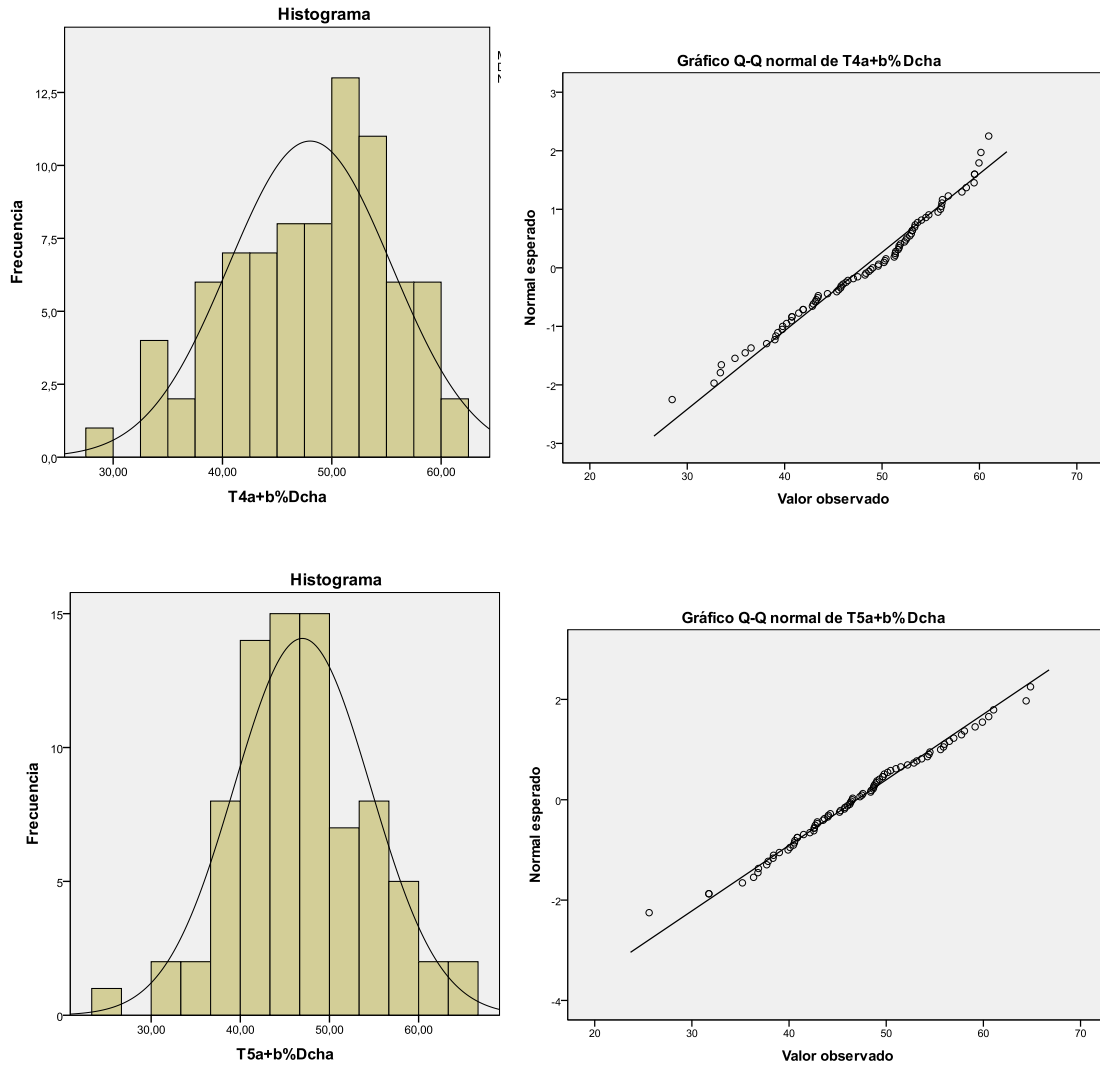


Figura AN1-2b. Gráficos de normalidad

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1a+b%Dcha	,081	81	,200*	,985	81	,454
T2a+b%Dcha	,052	81	,200*	,989	81	,752
T3a+b%Dcha	,050	81	,200*	,990	81	,820
T4a+b%Dcha	,100	81	,045	,975	81	,110
T5a+b%Dcha	,059	81	,200*	,993	81	,931

Tabla AN1-1. Pruebas de normalidad

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: MEASURE_1

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
tiempo	,642	34,800	9	,000	,796	,833	,250

Prueba la hipótesis nula que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Interceptación

Diseño dentro de sujetos: tiempo

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos dentro de sujetos.

Tabla AN1-2. Test de Mauchly

VARIABLE: T(1→5) a+b%X

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1a+b%11	,138	81	,001	,864	81	,000
T1a+b%12	,146	81	,000	,880	81	,000
T1a+b%13	,093	81	,081	,912	81	,000
T1a+b%14	,113	81	,013	,949	81	,003
T1a+b%15	,139	81	,001	,932	81	,000
T1a+b%16	,131	81	,002	,960	81	,013
T1a+b%17	,081	81	,200 [*]	,957	81	,008
T1a+b%21	,139	81	,001	,898	81	,000
T1a+b%22	,204	81	,000	,748	81	,000
T1a+b%23	,140	81	,000	,877	81	,000
T1a+b%24	,107	81	,022	,937	81	,001
T1a+b%25	,148	81	,000	,933	81	,000
T1a+b%26	,101	81	,042	,963	81	,020
T1a+b%27	,099	81	,049	,967	81	,033

Tabla AN1-3a. Pruebas de normalidad para la distribución T1a+b de cada diente individual en el primer periodo de corte (T1)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T2a+b%11	,118	81	,007	,912	81	,000
T2a+b%12	,150	81	,000	,815	81	,000
T2a+b%13	,082	81	,200 [*]	,918	81	,000
T2a+b%14	,125	81	,003	,935	81	,000
T2a+b%15	,147	81	,000	,934	81	,000
T2a+b%16	,084	81	,200 [*]	,980	81	,239
T2a+b%17	,073	81	,200 [*]	,949	81	,003
T2a+b%21	,193	81	,000	,874	81	,000
T2a+b%22	,145	81	,000	,887	81	,000
T2a+b%23	,102	81	,036	,935	81	,000
T2a+b%24	,107	81	,023	,948	81	,002
T2a+b%25	,170	81	,000	,915	81	,000
T2a+b%26	,058	81	,200 [*]	,989	81	,699
T2a+b%27	,090	81	,163	,962	81	,016

Tabla AN1-3b. Pruebas de normalidad para la distribución T1a+b de cada diente individual en el segundo periodo de corte (T2)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T3a+b%11	,133	81	,001	,880	81	,000
T3a+b%12	,123	81	,004	,877	81	,000
T3a+b%13	,138	81	,001	,924	81	,000
T3a+b%14	,124	81	,003	,884	81	,000
T3a+b%15	,145	81	,000	,932	81	,000
T3a+b%16	,064	81	,200 [*]	,980	81	,240
T3a+b%17	,095	81	,066	,969	81	,050
T3a+b%21	,147	81	,000	,873	81	,000
T3a+b%22	,150	81	,000	,876	81	,000
T3a+b%23	,126	81	,003	,921	81	,000
T3a+b%24	,105	81	,027	,931	81	,000
T3a+b%25	,166	81	,000	,927	81	,000
T3a+b%26	,058	81	,200 [*]	,991	81	,829
T3a+b%27	,070	81	,200 [*]	,984	81	,436

Tabla AN1-3c. Pruebas de normalidad para la distribución T1a+b de cada diente individual en el tercer periodo de corte (T3)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T4a+b%11	,157	81	,000	,868	81	,000
T4a+b%12	,118	81	,007	,932	81	,000
T4a+b%13	,126	81	,003	,896	81	,000
T4a+b%14	,146	81	,000	,873	81	,000
T4a+b%15	,152	81	,000	,934	81	,000
T4a+b%16	,092	81	,087	,979	81	,198
T4a+b%17	,085	81	,200*	,976	81	,131
T4a+b%21	,165	81	,000	,854	81	,000
T4a+b%22	,203	81	,000	,748	81	,000
T4a+b%23	,180	81	,000	,856	81	,000
T4a+b%24	,130	81	,002	,872	81	,000
T4a+b%25	,155	81	,000	,936	81	,001
T4a+b%26	,083	81	,200*	,988	81	,627
T4a+b%27	,118	81	,007	,952	81	,004

Tabla AN1-3d. Pruebas de normalidad para la distribución T1a+b de cada diente individual en el cuarto periodo de corte (T4)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T5a+b%11	,170	81	,000	,845	81	,000
T5a+b%12	,143	81	,000	,901	81	,000
T5a+b%13	,123	81	,004	,874	81	,000
T5a+b%14	,127	81	,003	,940	81	,001
T5a+b%15	,127	81	,003	,934	81	,000
T5a+b%16	,072	81	,200*	,987	81	,608
T5a+b%17	,062	81	,200*	,955	81	,006
T5a+b%21	,202	81	,000	,784	81	,000
T5a+b%22	,164	81	,000	,806	81	,000
T5a+b%23	,138	81	,001	,879	81	,000
T5a+b%24	,132	81	,001	,945	81	,002
T5a+b%25	,159	81	,000	,927	81	,000
T5a+b%26	,090	81	,162	,983	81	,368
T5a+b%27	,122	81	,004	,960	81	,012

Tabla AN1-3e. Pruebas de normalidad para la distribución T1a+b de cada diente individual en el quinto periodo de corte (T5)

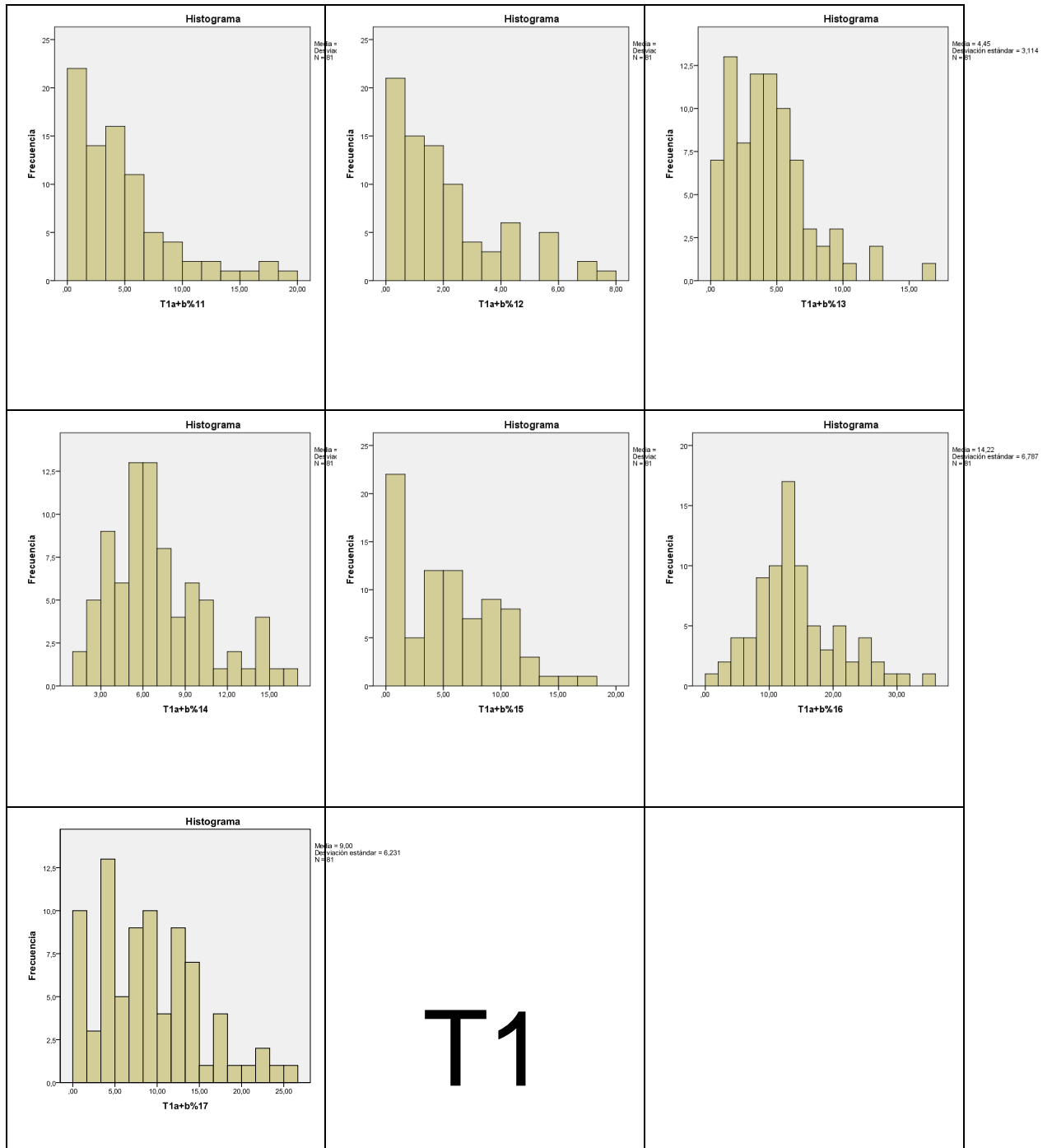


Figura AN1-3. Distribución de la variable T1a+b de cada diente en T1

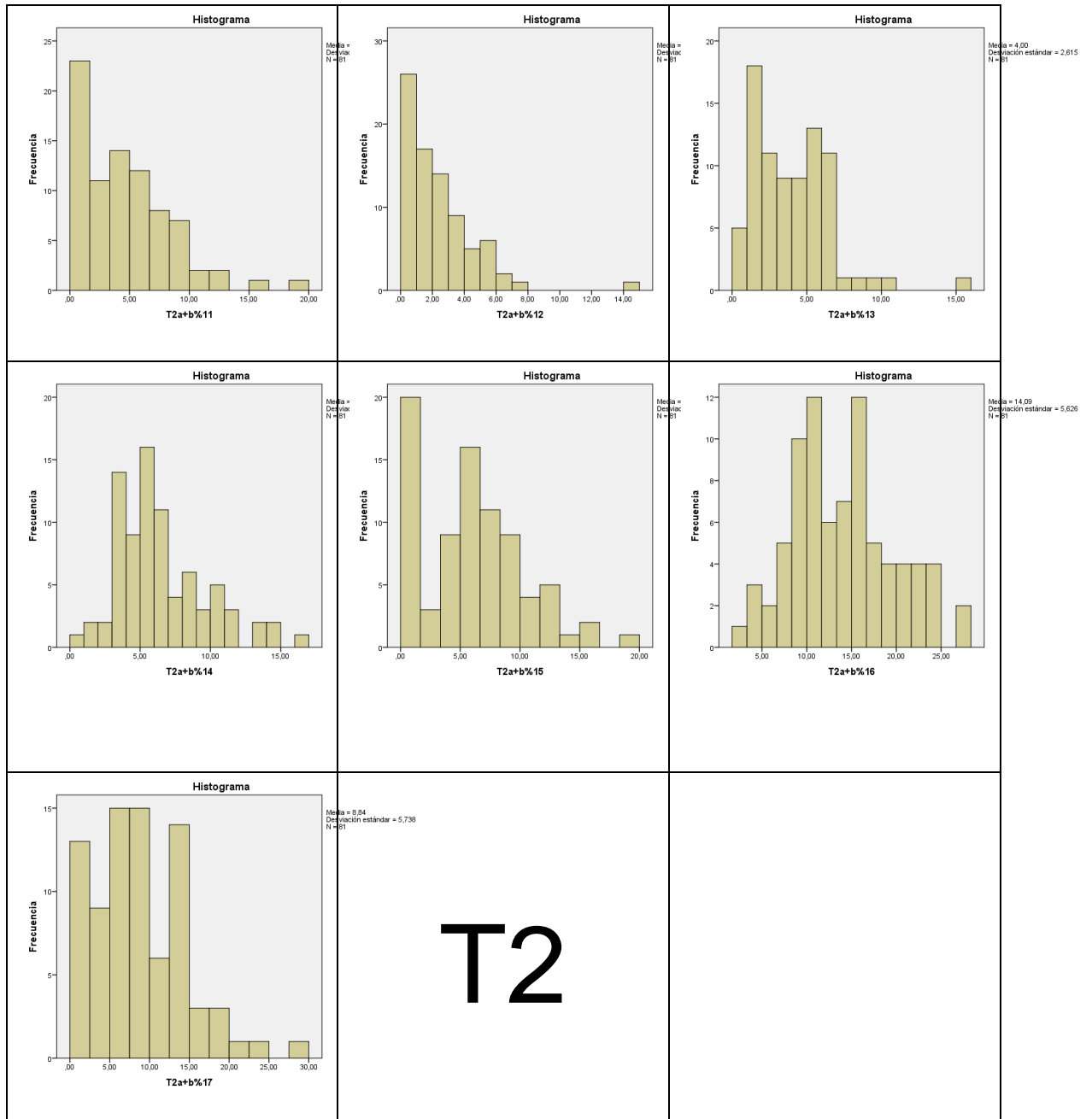


Figura AN1-4. Distribución de la variable T1a+b de cada diente en T2

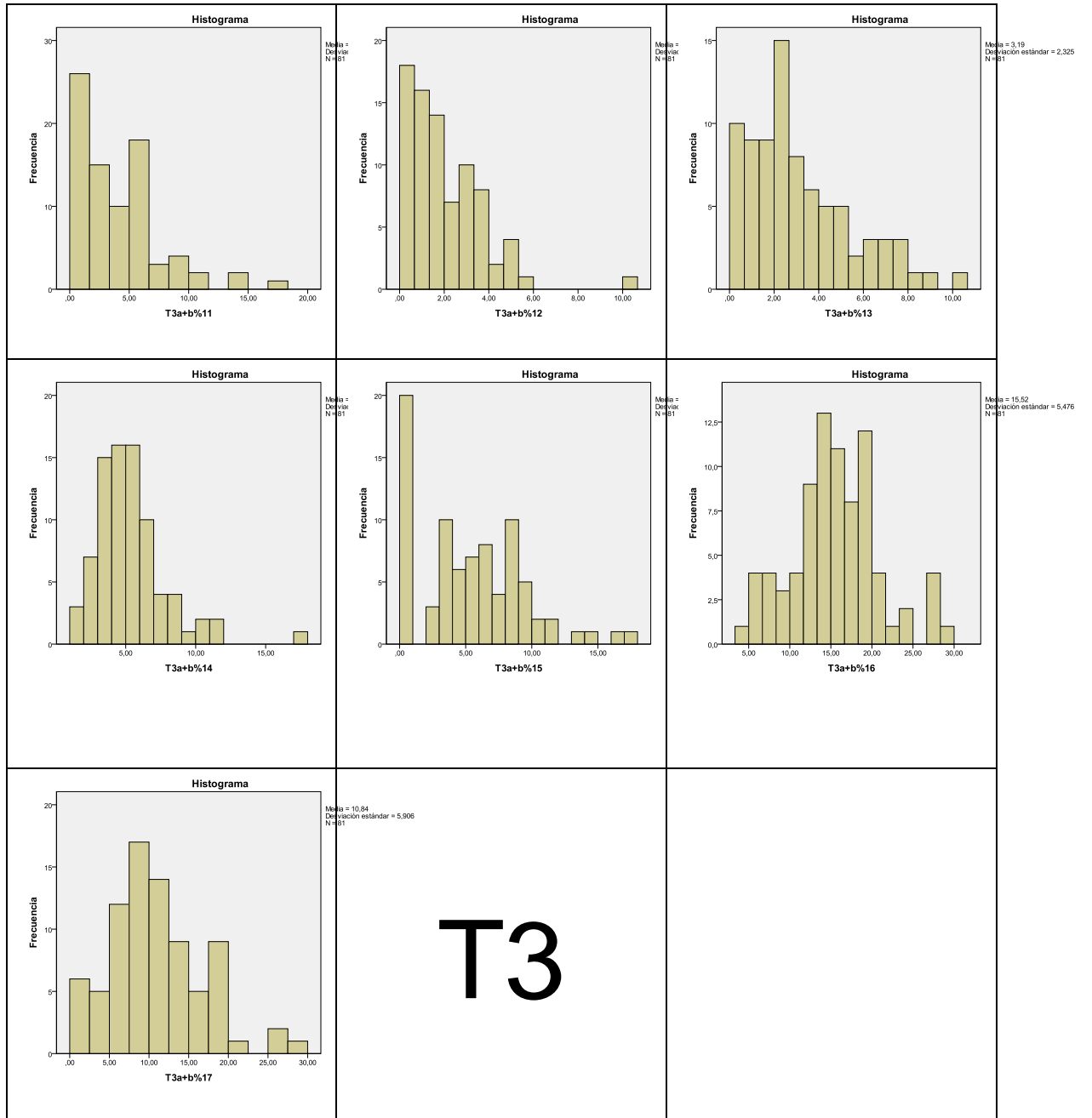
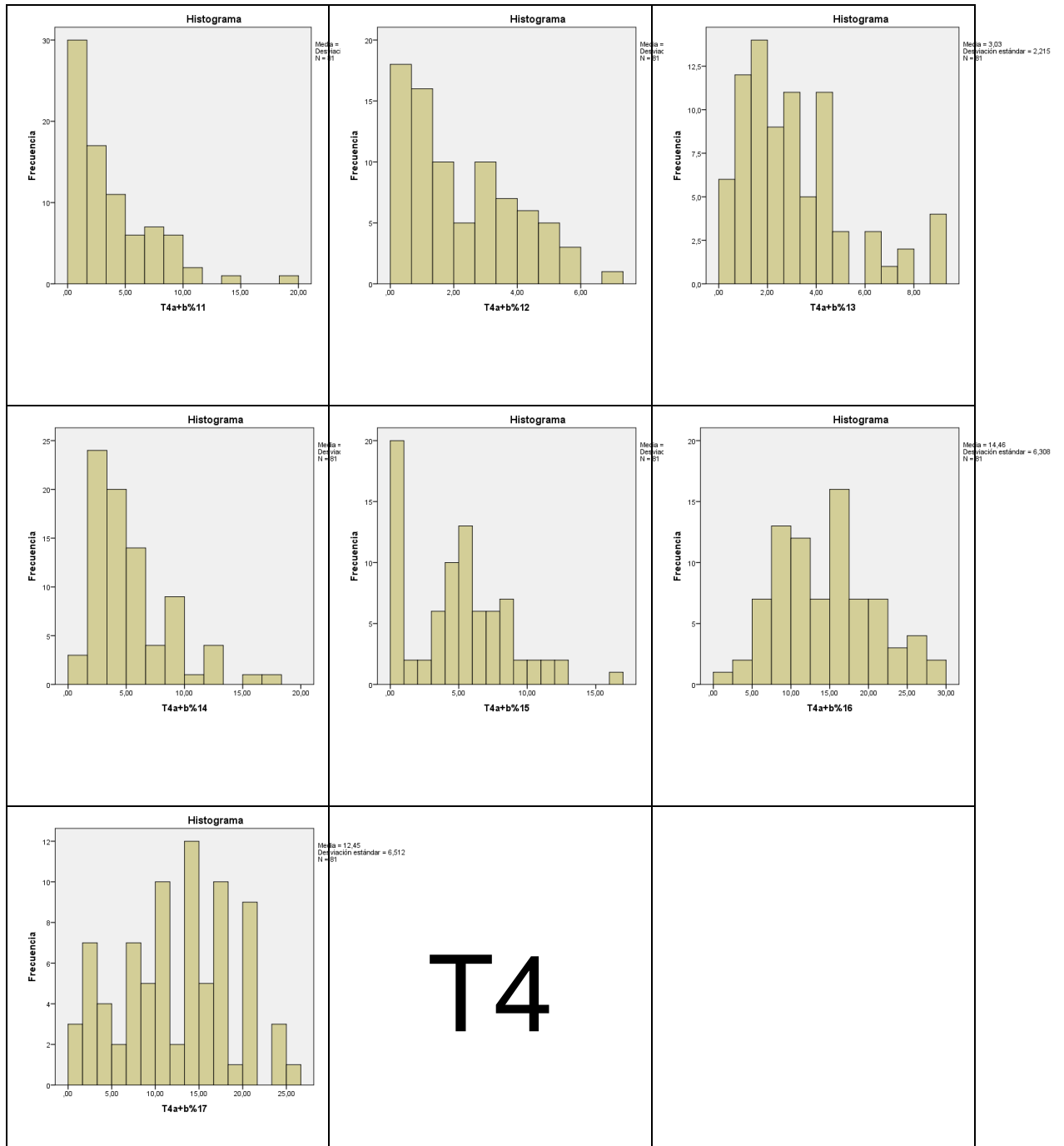


Figura AN1-5. Distribución de la variable T1a+b de cada diente en T3



T4

Figura AN1-6. Distribución de la variable T1a+b de cada diente en T4

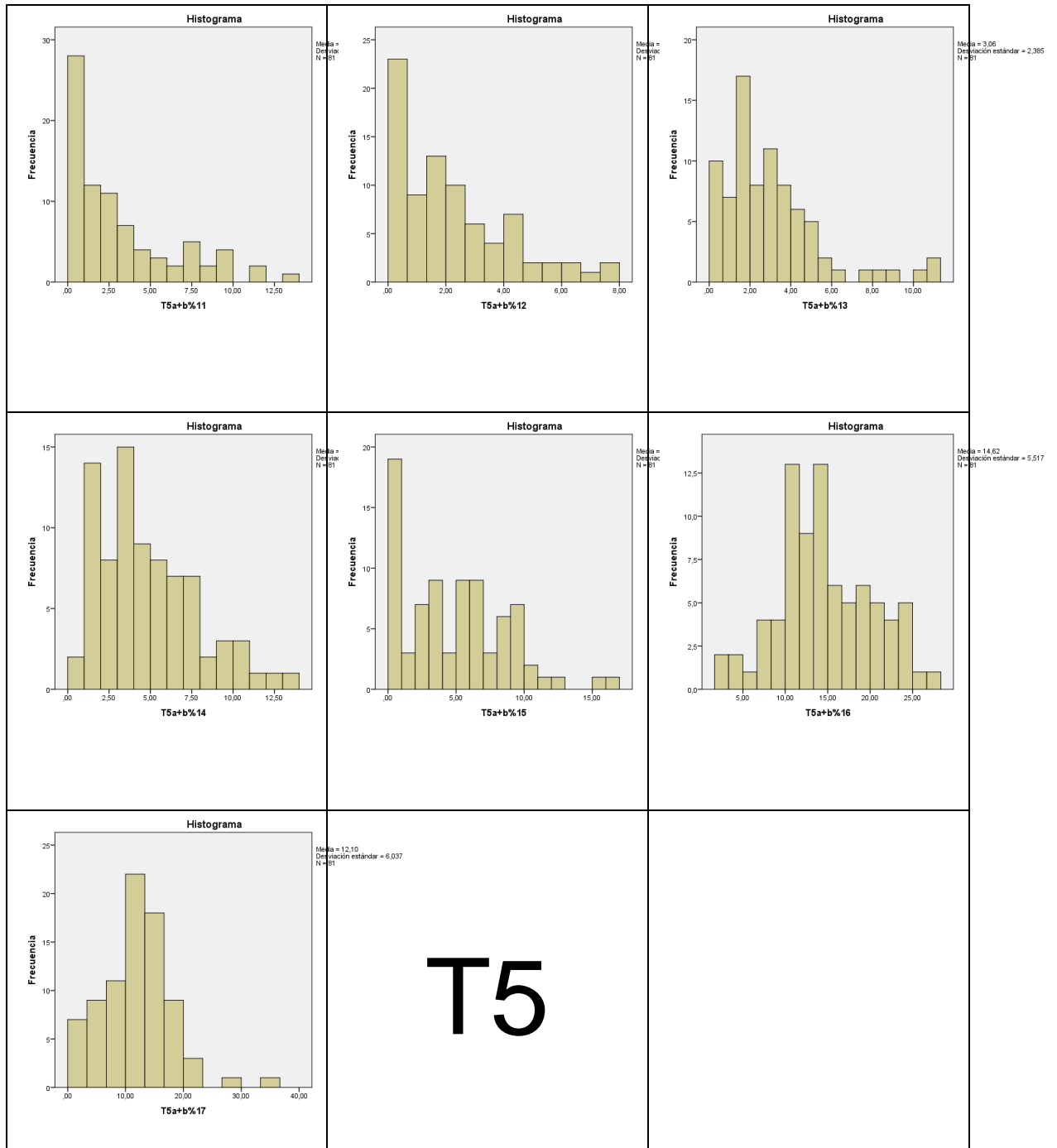


Figura AN1-7. Distribución de la variable T1a+b de cada diente en T5
VARIABLE: T(1→5) OT

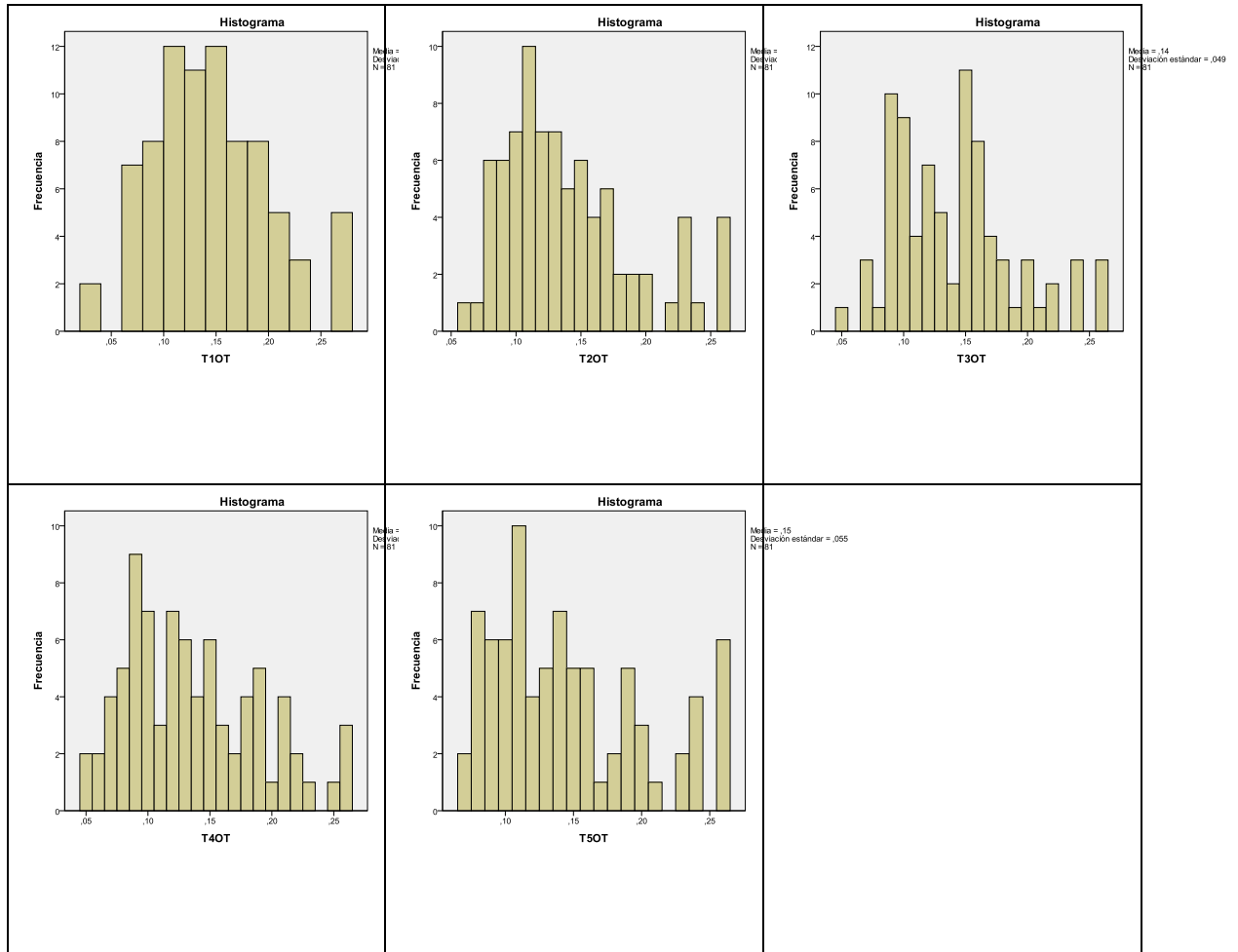


Figura AN1-8. Distribución de la variable OT para cada corte temporal

T1OT	Media		,1404	,00610
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,1282	
		Límite superior	,1525	
	Media recortada al 5%		,1390	
	Mediana		,1400	
	Varianza		,003	
	Desviación estándar		,05490	
	Mínimo		,03	
	Máximo		,26	
	Rango		,23	
	Rango intercuartil		,08	
	Asimetría		,376	,267
	Curtosis		-,237	,529

Tabla AN1-4a. Estadísticos descriptivos para la variable OT en T1

T2OT	Media		,1401	,00556
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,1291	
		Límite superior	,1512	
	Media recortada al 5%		,1372	
	Mediana		,1300	
	Varianza		,003	
	Desviación estándar		,05001	
	Mínimo		,06	
	Máximo		,26	
	Rango		,20	
	Rango intercuartil		,07	
	Asimetría		,878	,267
	Curtosis		,081	,529

Tabla AN1-4b. Estadísticos descriptivos para la variable OT en T2

T3OT	Media		,1412	,00541
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,1305	
		Límite superior	,1520	
	Media recortada al 5%		,1391	
	Mediana		,1400	
	Varianza		,002	
	Desviación estándar		,04867	
	Mínimo		,05	
	Máximo		,26	
	Rango		,21	
	Rango intercuartil		,07	
	Asimetría		,670	,267
	Curtosis		-,007	,529

Tabla AN1-4c. Estadísticos descriptivos para la variable OT en T3

T4OT	Media		,1364	,00592
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,1246	
		Límite superior	,1482	
	Media recortada al 5%		,1342	
	Mediana		,1300	
	Varianza		,003	
	Desviación estándar		,05330	
	Mínimo		,05	
	Máximo		,26	
	Rango		,21	
	Rango intercuartil		,09	
	Asimetría		,560	,267
	Curtosis		-,448	,529

Tabla AN1-4d. Estadísticos descriptivos para la variable OT en T4

T5OT	Media		,1465	,00614
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,1343	
		Límite superior	,1588	
	Media recortada al 5%		,1442	
	Mediana		,1400	
	Varianza		,003	
	Desviación estándar		,05530	
	Mínimo		,07	
	Máximo		,26	
	Rango		,19	
	Rango intercuartil		,09	
	Asimetría		,696	,267
	Curtosis		-,560	,529

Tabla AN1-4e. Estadísticos descriptivos para la variable OT en T5

VARIABLE: T(1→5) DTP

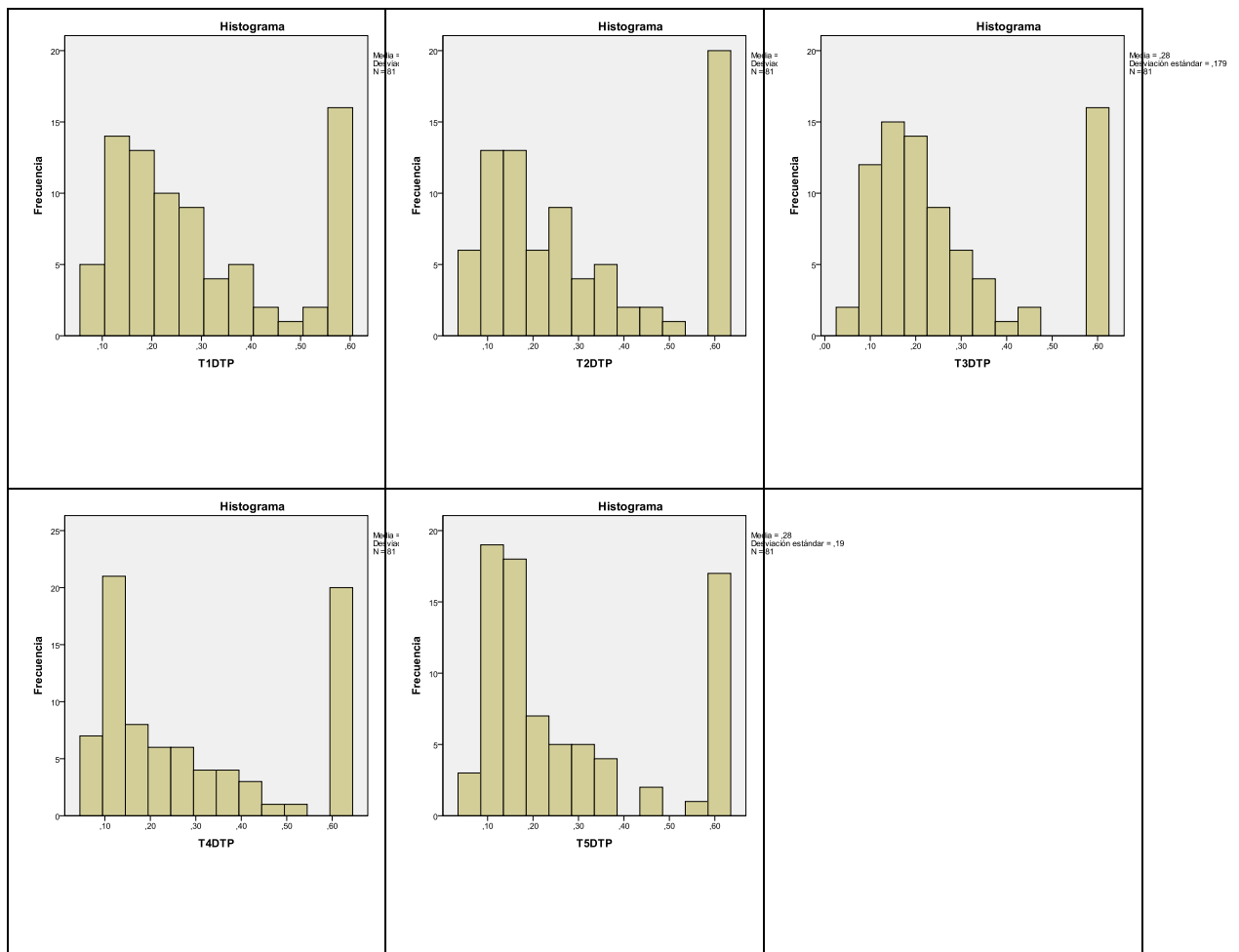


Figura AN1-9. Distribución de la variable DTP para cada corte temporal.

		Estadístico	Error estándar	
T1DTP	Media	,3037	,01973	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,2644	
		Límite superior	,3430	
	Media recortada al 5%	,2990		
	Mediana	,2400		
	Varianza	,032		
	Desviación estándar	,17755		
	Mínimo	,08		
	Máximo	,60		
	Rango	,52		
	Rango intercuartil	,26		
	Asimetría	,650	,267	
	Curtosis	-1,001	,529	

Tabla AN1-5a. Estadísticos descriptivos para la variable DTP en T1

T2DTP	Media	,3063	,02157	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,2634	
		Límite superior	,3492	
	Media recortada al 5%	,3032		
	Mediana	,2400		
	Varianza	,038		
	Desviación estándar	,19413		
	Mínimo	,06		
	Máximo	,60		
	Rango	,54		
	Rango intercuartil	,41		
	Asimetría	,535	,267	
	Curtosis	-1,267	,529	

Tabla AN1-5b. Estadísticos descriptivos para la variable DTP en T2

T3DTP	Media	,2827	,01984	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,2432	
		Límite superior	,3222	
	Media recortada al 5%	,2766		
	Mediana	,2200		
	Varianza	,032		
	Desviación estándar	,17856		
	Mínimo	,05		
	Máximo	,60		
	Rango	,55		
	Rango intercuartil	,22		
	Asimetría	,880	,267	
	Curtosis	-,639	,529	

Tabla AN1-5c. Estadísticos descriptivos para la variable DTP en T3

T4DTP	Media		,2999	,02197
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,2561	
		Límite superior	,3436	
	Media recortada al 5%		,2957	
	Mediana		,2200	
	Varianza		,039	
	Desviación estándar		,19776	
	Mínimo		,07	
	Máximo		,60	
	Rango		,53	
	Rango intercuartil		,42	
	Asimetría		,570	,267
	Curtosis		-1,304	,529

Tabla AN1-5d. Estadísticos descriptivos para la variable DTP en T4

T5DTP	Media		,2781	,02111
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,2361	
		Límite superior	,3202	
	Media recortada al 5%		,2717	
	Mediana		,1900	
	Varianza		,036	
	Desviación estándar		,18999	
	Mínimo		,06	
	Máximo		,60	
	Rango		,54	
	Rango intercuartil		,27	
	Asimetría		,836	,267
	Curtosis		-,890	,529

Tabla AN1-5e. Estadísticos descriptivos para la variable DTP en T5

VARIABLE: T(1→5) DTR.

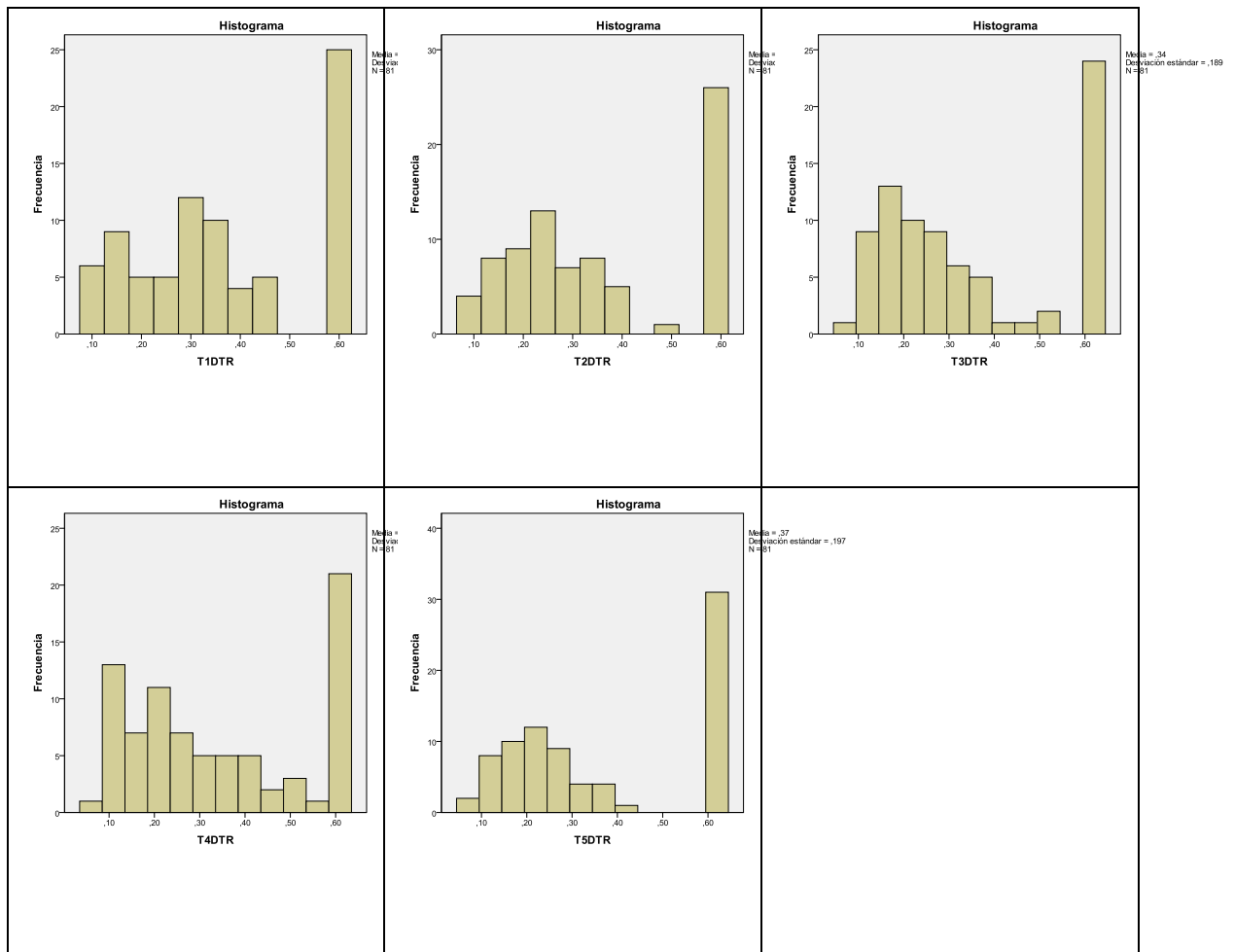


Figura AN1-10. Distribución de la variable DTR para cada corte temporal.

T1DTR	Media		,3751	,01937
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3365	
		Límite superior	,4136	
	Media recortada al 5%		,3777	
	Mediana		,3500	
	Varianza		,030	
	Desviación estándar		,17429	
	Mínimo		,10	
	Máximo		,60	
	Rango		,50	
	Rango intercuartil		,37	
	Asimetría		,083	,267
	Curtosis		-1,349	,529

Tabla AN1-6a. Estadísticos descriptivos para la variable DTR en T1

T2DTR	Media		,3591	,02032
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3187	
		Límite superior	,3996	
	Media recortada al 5%		,3600	
	Mediana		,3000	
	Varianza		,033	
	Desviación estándar		,18289	
	Mínimo		,09	
	Máximo		,60	
	Rango		,51	
	Rango intercuartil		,39	
	Asimetría		,297	,267
	Curtosis		-1,488	,529

Tabla AN1-6b. Estadísticos descriptivos para la variable DTR en T2

T3DTR	Media		,3446	,02097
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3028	
		Límite superior	,3863	
	Media recortada al 5%		,3444	
	Mediana		,2700	
	Varianza		,036	
	Desviación estándar		,18873	
	Mínimo		,07	
	Máximo		,60	
	Rango		,53	
	Rango intercuartil		,41	
	Asimetría		,350	,267
	Curtosis		-1,502	,529

Tabla AN1-6c. Estadísticos descriptivos para la variable DTR en T3

T4DTR	Media		,3422	,02091
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3006	
		Límite superior	,3838	
	Media recortada al 5%		,3420	
	Mediana		,2900	
	Varianza		,035	
	Desviación estándar		,18816	
	Mínimo		,06	
	Máximo		,60	
	Rango		,54	
	Rango intercuartil		,42	
	Asimetría		,249	,267
	Curtosis		-1,453	,529

Tabla AN1-6d. Estadísticos descriptivos para la variable DTR en T4

T5DTR	Media	,3657	,02192
-------	-------	-------	--------

95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3221	
	Límite superior	,4093	
Media recortada al 5%		,3682	
Mediana		,2900	
Varianza		,039	
Desviación estándar		,19724	
Mínimo		,07	
Máximo		,60	
Rango		,53	
Rango intercuartil		,41	
Asimetría		,170	,267
Curtosis		-1,684	,529

Tabla AN1-6e. Estadísticos descriptivos para la variable DTR en T5

VARIABLE: T(1→5) DTL.

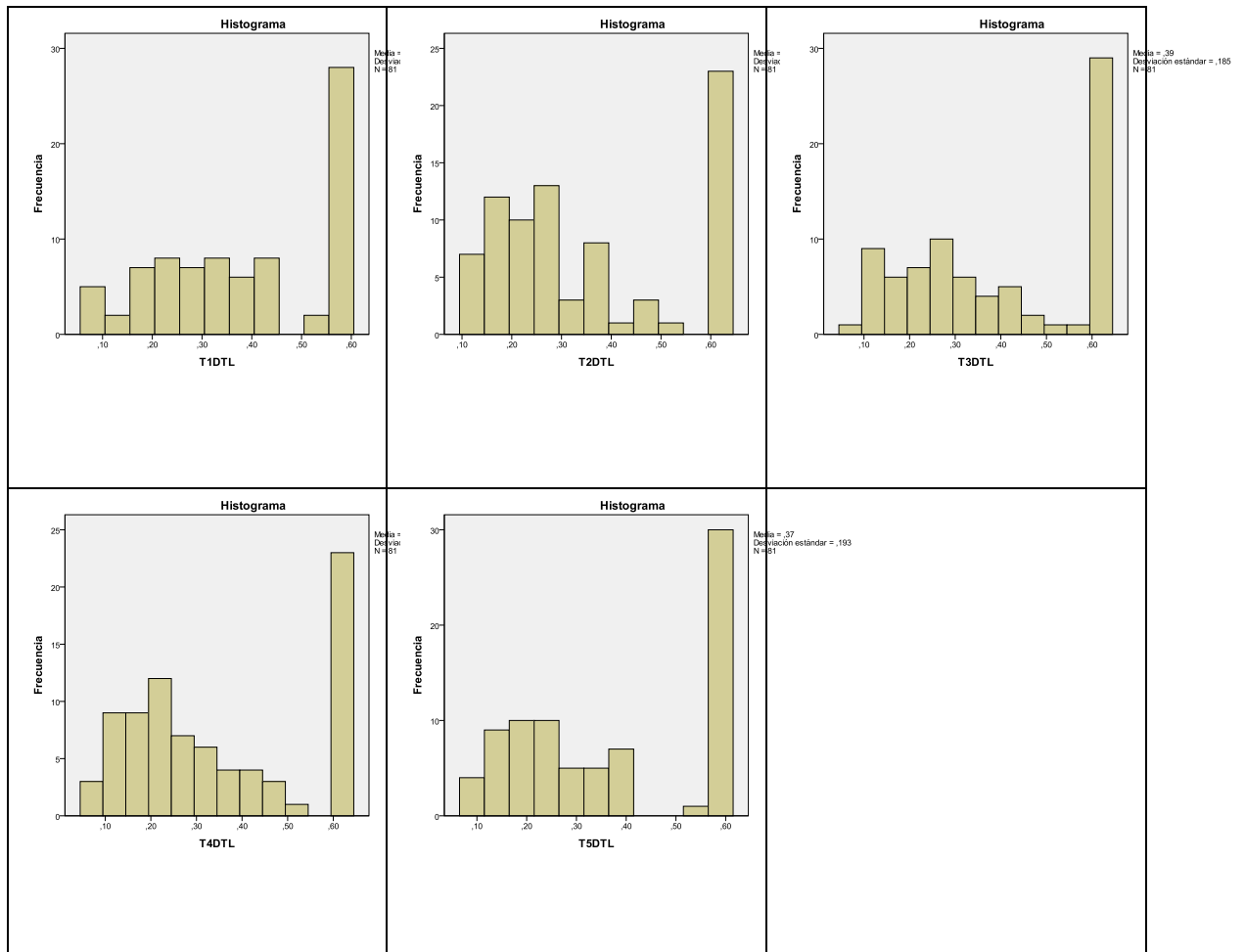


Figura AN1-11. Distribución de la variable DTL para cada corte temporal.

T1DTL	Media		,3946	,01940
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3560	
		Límite superior	,4332	
	Media recortada al 5%		,3998	
	Mediana		,3800	
	Varianza		,030	
	Desviación estándar		,17463	
	Mínimo		,08	
	Máximo		,60	
	Rango		,52	
	Rango intercuartil		,36	
	Asimetría		-,088	,267
	Curtosis		-1,413	,529

Tabla AN1-7a. Estadísticos descriptivos para la variable DTL en T1

T2DTL	Media		,3547	,01960
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3157	
		Límite superior	,3937	
	Media recortada al 5%		,3540	
	Mediana		,2800	
	Varianza		,031	
	Desviación estándar		,17644	
	Mínimo		,12	
	Máximo		,60	
	Rango		,48	
	Rango intercuartil		,40	
	Asimetría		,381	,267
	Curtosis		-1,445	,529

Tabla AN1-7b. Estadísticos descriptivos para la variable DTL en T2

T3DTL	Media		,3868	,02056
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3459	
		Límite superior	,4277	
	Media recortada al 5%		,3902	
	Mediana		,3700	
	Varianza		,034	
	Desviación estándar		,18500	
	Mínimo		,07	
	Máximo		,60	
	Rango		,53	
	Rango intercuartil		,39	
	Asimetría		-,013	,267
	Curtosis		-1,599	,529

Tabla AN1-7c. Estadísticos descriptivos para la variable DTL en T3

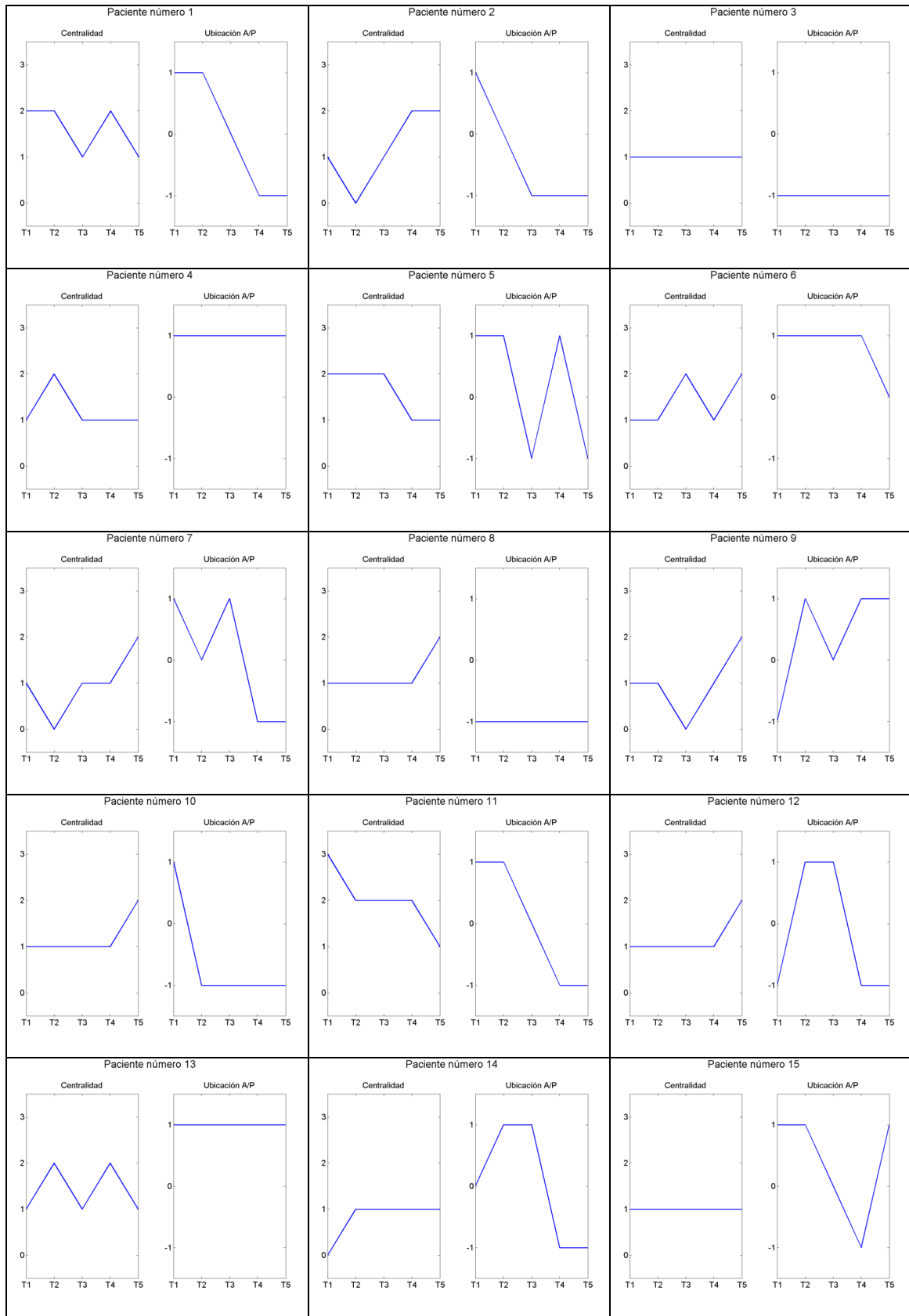
T4DTL	Media		,3460	,02081
-------	-------	--	-------	--------

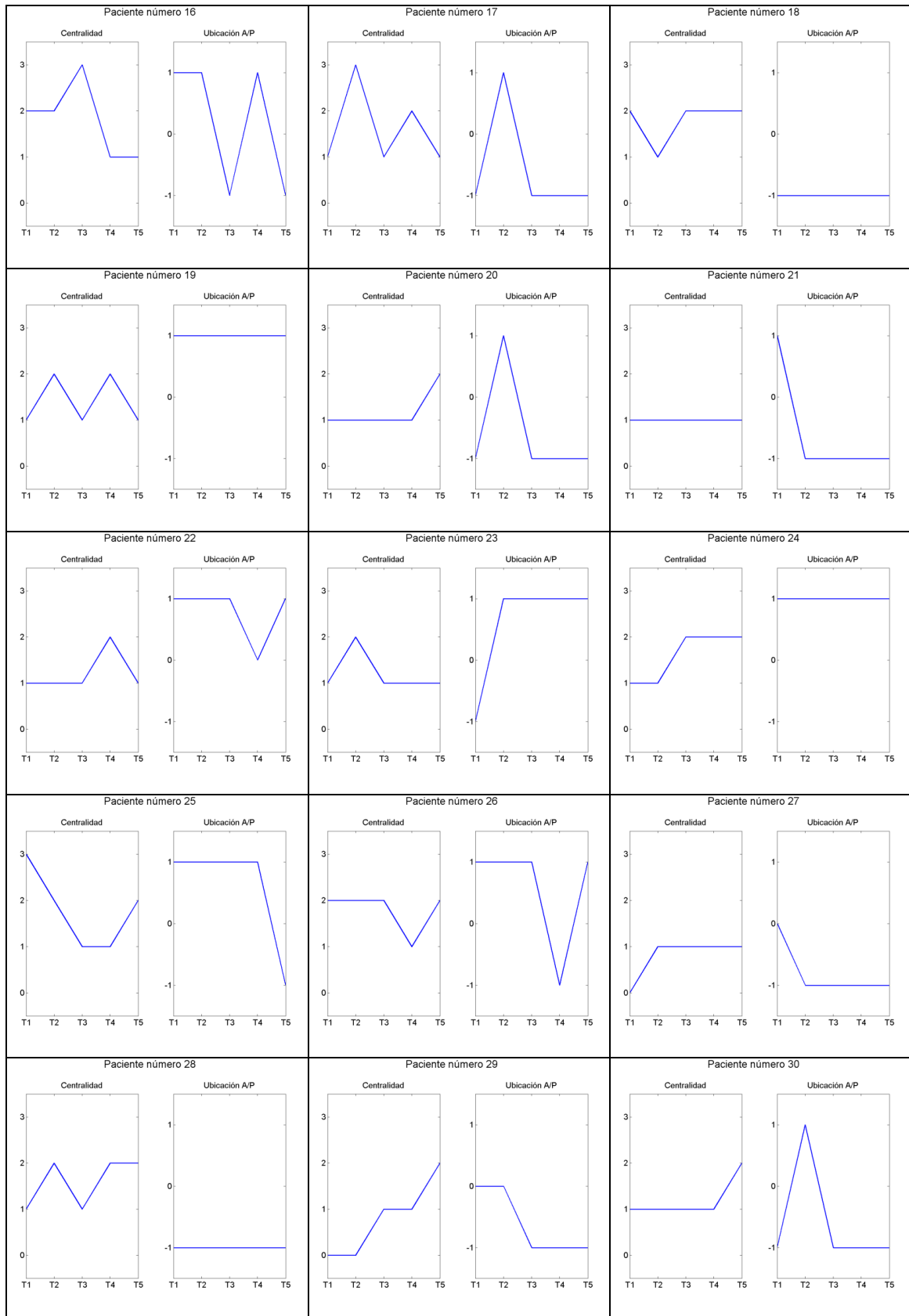
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3046	
		Límite superior	,3875	
	Media recortada al 5%		,3463	
	Mediana		,3000	
	Varianza		,035	
	Desviación estándar		,18733	
	Mínimo		,07	
	Máximo		,60	
	Rango		,53	
	Rango intercuartil		,42	
	Asimetría		,286	,267
	Curtosis		-1,490	,529

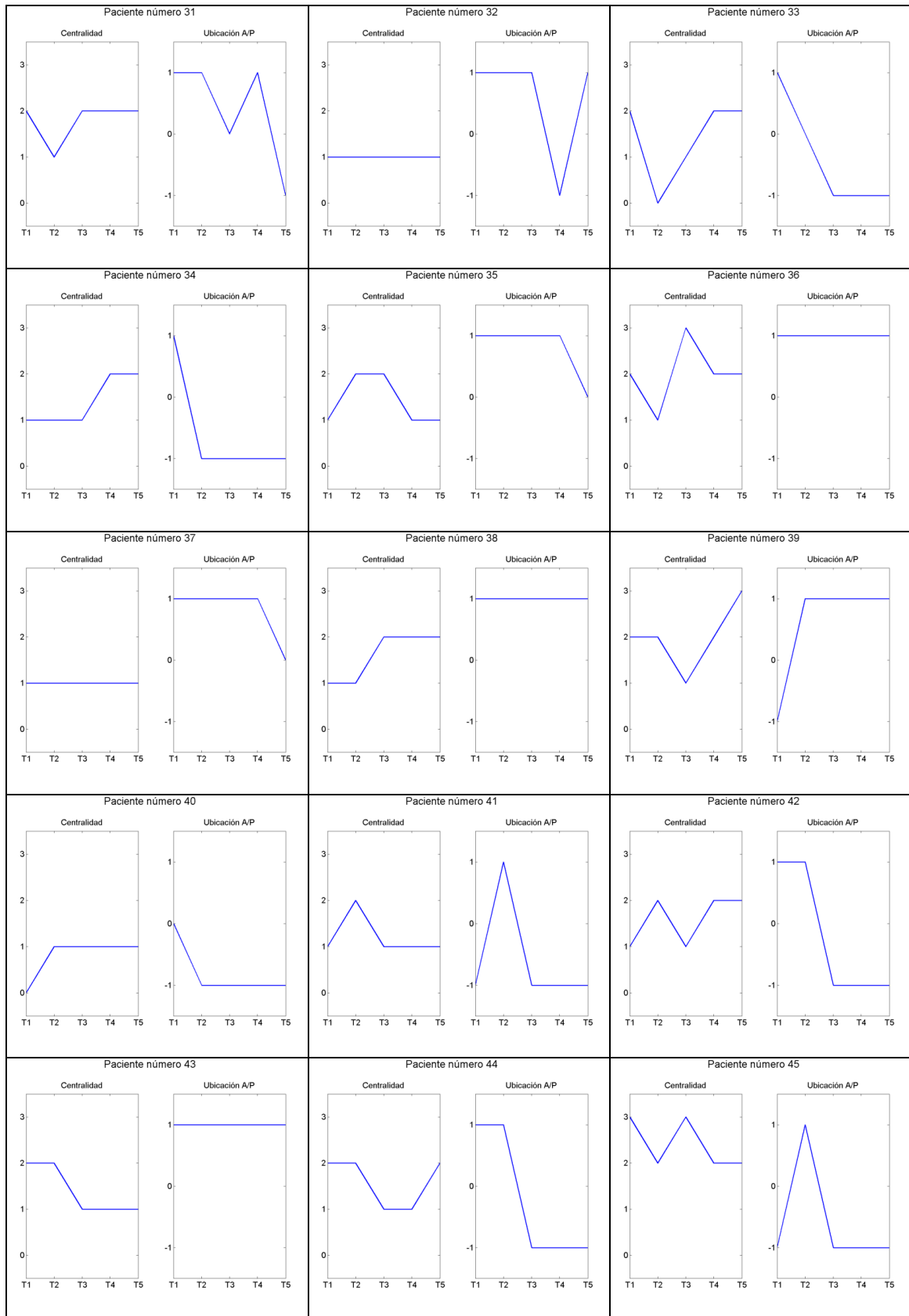
Tabla AN1-7d. Estadísticos descriptivos para la variable DTL en T4

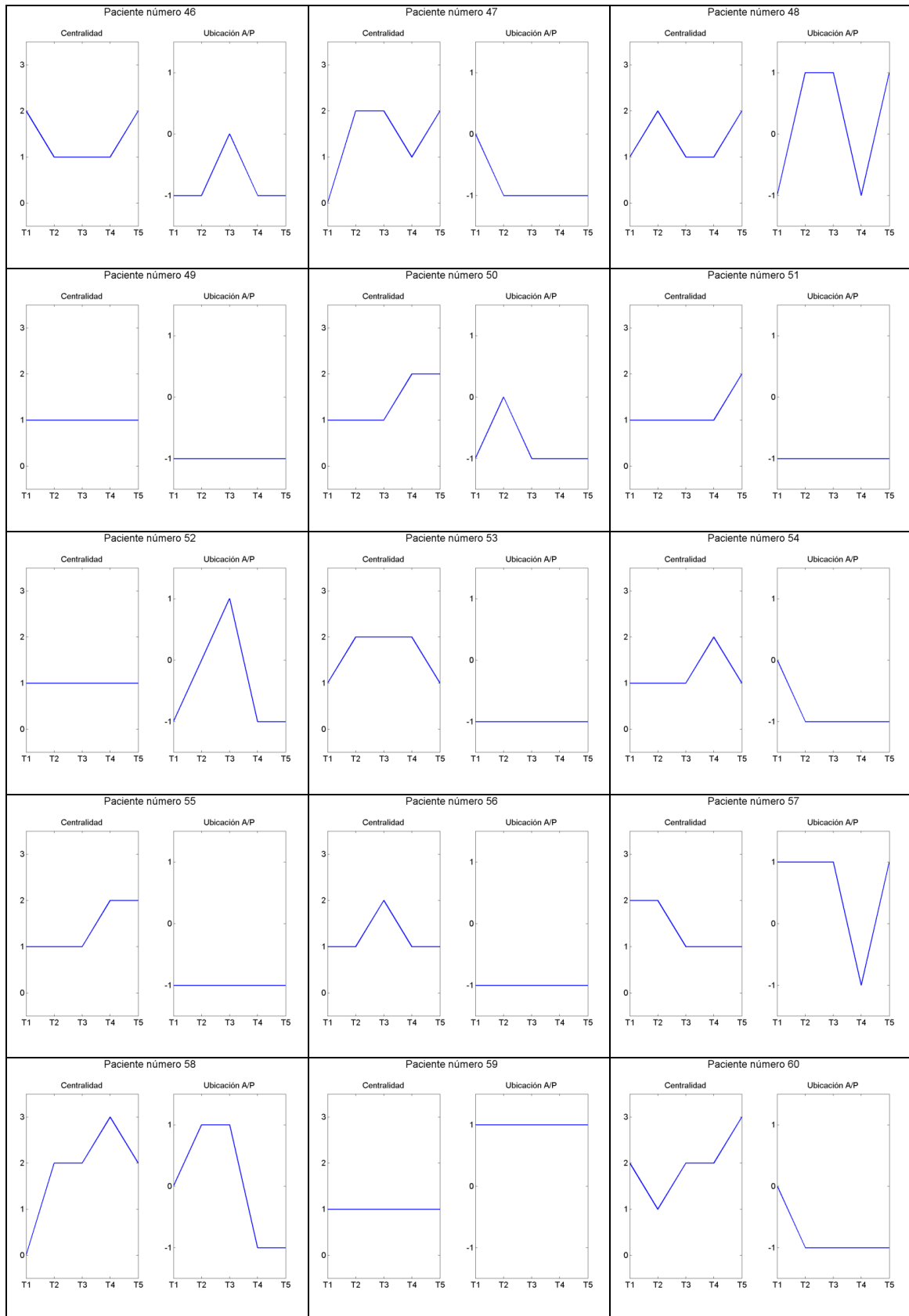
T5DTL	Media		,3719	,02143
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3292	
		Límite superior	,4145	
	Media recortada al 5%		,3744	
	Mediana		,3300	
	Varianza		,037	
	Desviación estándar		,19287	
	Mínimo		,09	
	Máximo		,60	
	Rango		,51	
	Rango intercuartil		,41	
	Asimetría		,113	,267
	Curtosis		-1,666	,529

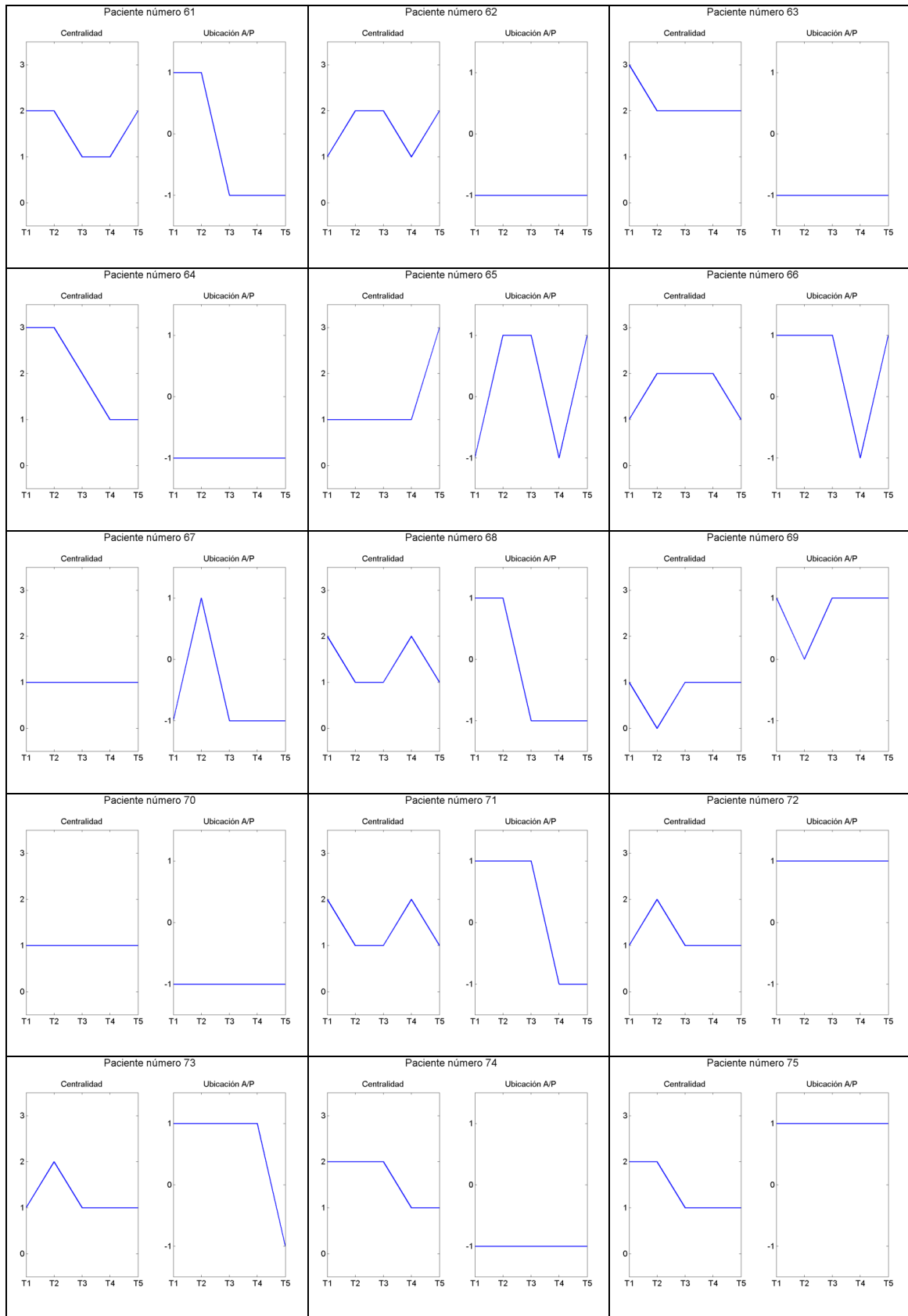
Tabla AN1-7e. Estadísticos descriptivos para la variable DTL en T5











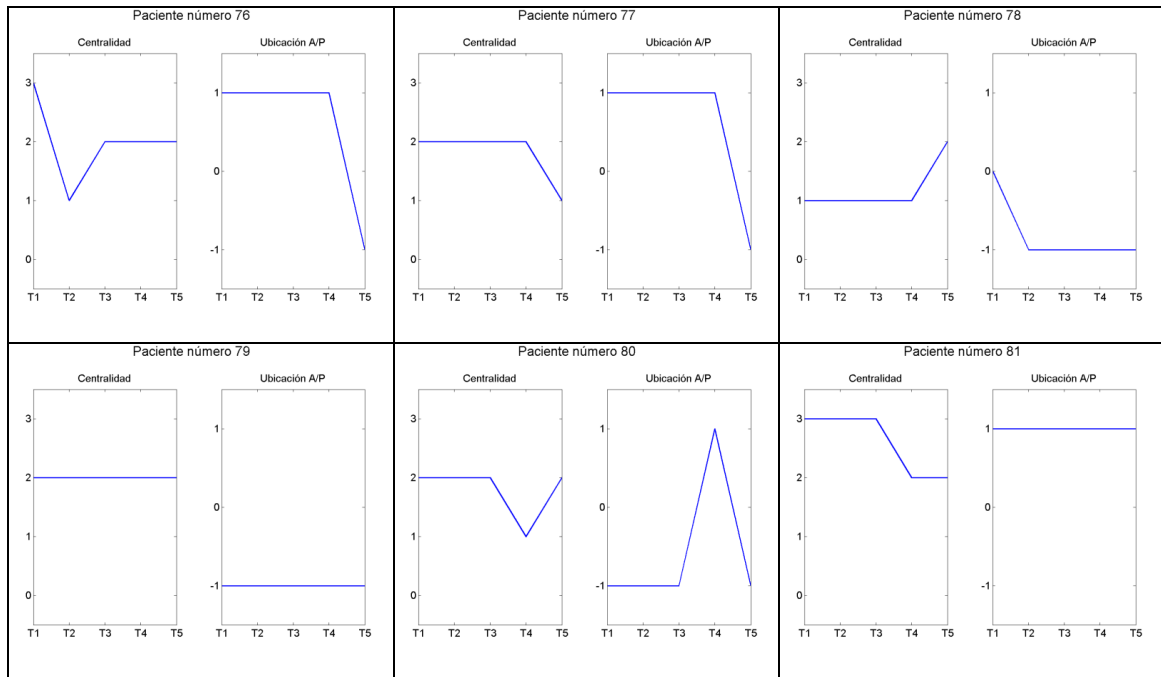


Figura AN1-12. Perfiles de variación de la ubicación del COF en relación con las áreas que contienen la media, primera y segunda desviación clínica (centralidad) y de la variación antero-posterior del COF (ubicación AP) en los 81 pacientes

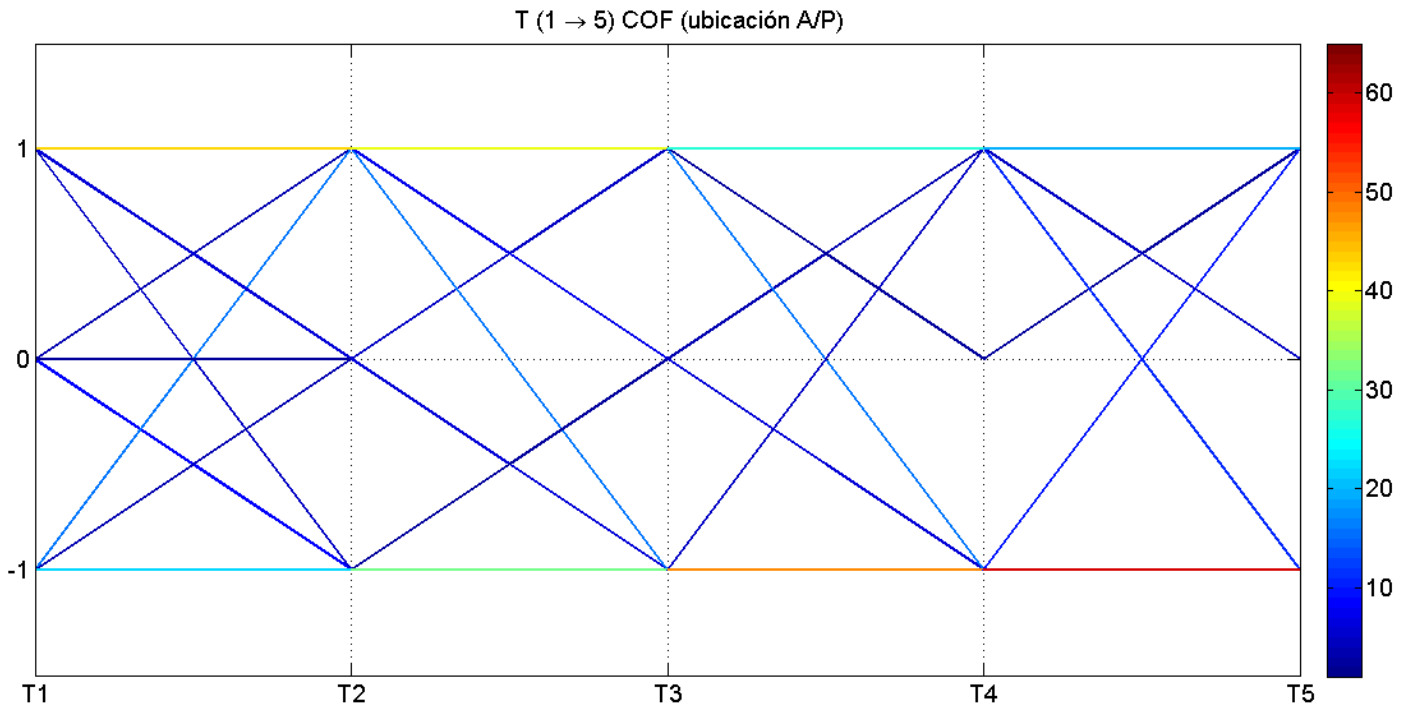


Figura AN1-13. Gráfico de tendencia de la ubicación del COF en sentido AP.

Este gráfico, elaborado mediante un programa escrito en MATLAB R2013-a que permite analizar grandes volúmenes de datos. La cantidad aproximada de datos, en valor absoluto, se estima por referencia a una escala de color. En ordenadas se representan las 3 posibles ubicaciones del COF (0: en el eje transversal; 1: por delante del eje; -1: por detrás del eje). El número de pacientes que entre T1 y T2 tienen el COF por delante del eje (amarillo intenso, aproximadamente 42 sujetos) es menor que el que los tiene entre T2 y T3 (amarillo menos intenso, unos 28 sujetos) y entre T3 y T5 cambia el color, siendo en T5 de aproximadamente 22 sujetos. La tendencia es la inversa en lo que se refiere a la ubicación por detrás del eje (valor "-1") que pasa de color azul claro (aproximadamente 30 pacientes) al rojo (unos 55 pacientes). El número de pacientes que cambian entre los diferentes valores de la variable (líneas oblicuas) también disminuye con el transcurso del tiempo, lo que puede interpretarse como una tendencia a la estabilización de la ubicación del COF en sentido antero-posterior a partir de T4.

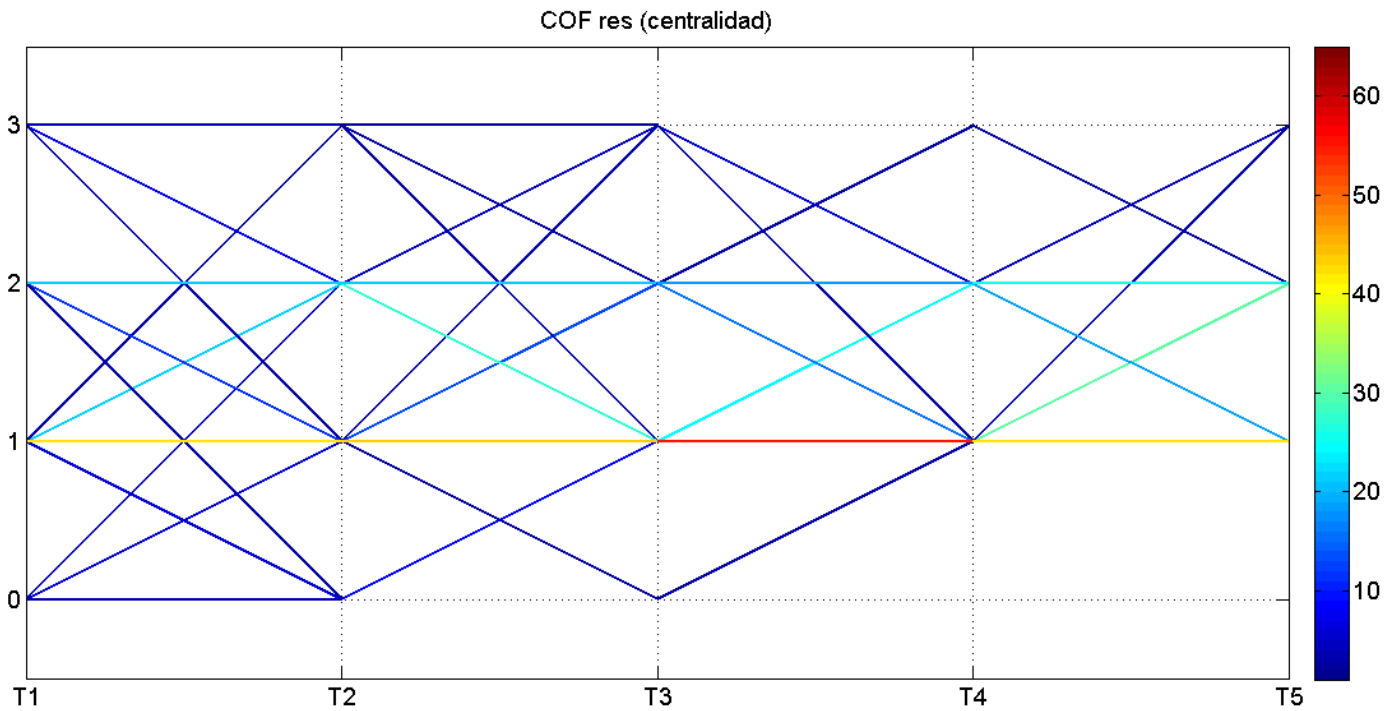


Figura AN1-43. Gráfico de tendencia de la ubicación centro-excéntrica del COF.

Este gráfico, elaborado mediante un programa escrito en MATLAB R2013-a que permite analizar grandes volúmenes de datos. La cantidad aproximada de datos, en valor absoluto, se estima por referencia a una escala de color. En ordenadas se representan las 4 posibles ubicaciones del COF (0: en posición ideal, justo en la media; 1: dentro de la elipse blanca (primera desviación típica); 2: dentro de la elipse gris (segunda desviación típica); 3: por fuera de la elipse gris). La ubicación en posición ideal (0) desaparece después de T3. La ubicación dentro de la primera desviación clínica que en T1 es de unos 45 casos alcanza más de 50 casos en T3 (color rojo) mostrando después una tendencia a la disminución (40 casos). El valor 2 (COF ubicado dentro del área de la segunda desviación clínica) tiende a aumentar a partir de T4, y en T5 recibe una transferencia de unos 30 casos desde el valor 1, el cual a su vez recibe unos 22 casos del valor 2, lo que quiere decir que la ganancia neta de casos es de unos 8 casos.

ANEXO 2

```

function analisis_centralidad_ap

% La función analisis_centralidad_ap permite el análisis de la evolución de
% las variables de estudio medidas en varios instantes de tiempo.

set(0,'defaultAxesFontName', 'Arial')
set(0,'defaultAxesFontSize', 14)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Análisis de la centralidad %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Generación de la matriz de estudio (Tc)
T1c = [2    1    1    1    2    1    1    1    1    1    3
       1    1    0    1    2    1    2    1    1    1    1
       1    1    3    2    0    1    0    1    2    1    2
       1    1    2    1    1    2    0    1    1    2    2
       3    2    0    1    1    1    1    1    1    1    1
       1    2    0    1    2    2    1    3    3    1    1
       1    2    1    1    2    1    1    2    2    3    2
       1    2    2    3]';
T2c = [2    0    1    2    2    1    0    1    1    1    2
       1    2    1    1    2    3    1    2    1    1    1
       2    1    2    2    1    2    0    1    1    1    0
       1    2    1    1    1    2    1    2    2    2    2
       2    1    2    2    1    1    1    1    2    1    1
       1    2    2    1    1    2    2    2    3    1    2
       1    1    0    1    1    2    2    2    2    1    2
       1    2    2    3]';
T3c = [1    1    1    1    2    2    1    1    0    1    2
       1    1    1    1    3    1    2    1    1    1    1
       1    2    1    2    1    1    1    1    2    1    1
       1    2    3    1    2    1    1    1    1    1    1
       3    1    2    1    1    1    1    1    2    1    1
       2    1    2    1    2    1    2    2    2    1    2
       1    1    1    1    1    1    1    2    1    2    2
       1    2    2    3]';
T4c = [2    2    1    1    1    1    1    1    1    1    2
       1    2    1    1    1    2    2    2    1    1    2
       1    2    1    1    1    2    1    1    2    1    2
       2    1    2    1    2    2    1    1    2    1    1
       2    1    1    1    1    2    1    1    2    2    2
       1    1    3    1    2    1    1    2    1    1    2
       1    2    1    1    2    1    1    1    1    2    2
       1    2    1    2]';
T5c = [1    2    1    1    1    2    2    2    2    2    1
       2    1    1    1    1    1    2    1    2    1    1
    
```

```

1 2 2 2 1 2 2 2 2 1 2
2 1 2 1 2 3 1 1 2 1 2
2 2 2 2 1 2 2 1 1 1 2
1 1 2 1 3 2 2 2 1 3 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1
2 2 2 2]';
Tc = [T1c T2c T3c T4c T5c];

% Representación de la evolución con escala de intensidad:
dibujar_centralidad(Tc)

% Representación del histograma de frecuencia:
figure;
x= [0 1 2 3];
for j=1:size(Tc,2)
    c0=0; c1=0; c2=0; c3=0;
    for i=1:size(Tc,1)
        if Tc(i,j)==0
            c0=c0+1;
        elseif Tc(i,j)==1
            c1=c1+1;
        elseif Tc(i,j)==2
            c2=c2+1;
        elseif Tc(i,j)==3
            c3=c3+1;
        end
    end
    subplot(1,5,j)
    bar(x,[c0 c1 c2 c3])
    ylim([0 60])
    title(['T' num2str(j)]);
end
suptitle('Centralidad')

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Análisis de la ubicación A/P %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Generación de la matriz de estudio (Tap)
T1ap = [1 1 2 1 1 1 1 2 2 1 1
2 1 0 1 1 2 2 1 2 1 1
2 1 1 1 0 2 0 2 1 1 1
1 1 1 1 1 2 0 2 1 1 1
2 2 0 2 2 2 2 2 2 0 2
2 1 0 1 0 1 2 2 2 2 1
2 1 1 2 1 1 1 2 1 1 1
0 2 2 1]';
T2ap = [1 0 2 1 1 1 0 2 1 2 1
1 1 1 1 1 1 2 1 1 2 1
1 1 1 1 2 2 0 1 1 1 0
2 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1
1 2 2 1 2 0 2 0 2 2 2
2 1 1 1 2 1 2 2 2 1 1
1 1 0 2 1 1 1 2 1 1 1
2 2 2 1]';
T3ap = [0 2 2 1 2 1 1 2 0 2 0
1 1 1 0 2 2 2 1 2 2 1
1 1 1 1 2 2 2 2 0 1 2

```

```

2      1      1      1      1      1      2      2      2      1      2
2      0      2      1      2      2      2      1      2      2      2
2      1      1      1      2      2      2      2      2      1      1
2      2      1      2      1      1      1      2      1      1      1
2      2      2      1]';
T4ap = [2      2      2      1      1      1      2      2      1      2      2
2      1      2      2      1      2      2      1      2      2      0
1      1      1      2      2      2      2      2      1      2      2
2      1      1      1      1      1      2      2      2      1      2
2      2      2      2      2      2      2      2      2      2      2
2      2      2      1      2      2      2      2      2      2      2
2      2      1      2      2      1      1      2      1      1      1
2      2      1      1]';
T5ap = [2      2      2      1      2      0      2      2      1      2      2
2      1      2      1      2      2      2      1      2      2      1
1      1      2      1      2      2      2      2      2      1      2
2      0      1      0      1      1      2      2      2      1      2
2      2      2      1      2      2      2      2      2      2      2
2      1      2      1      2      2      2      2      2      1      1
2      2      1      2      2      1      2      2      1      2      2
2      2      2      1]';
Tap = [T1ap T2ap T3ap T4ap T5ap];
for i=1:size(Tap,1)
    for j=1:size(Tap,2)
        if isequal(Tap(i,j),2)
            Tap(i,j)=-1;
        end
    end
end

% Representación de la evolución con escala de intensidad:
dibujar_ap(Tap)

% Representación del histograma de frecuencia:
figure;
x= [-1 0 1];
for j=1:size(Tap,2)
    c0=0; c1=0; c2=0;
    for i=1:size(Tap,1)
        if Tap(i,j)==0
            c0=c0+1;
        elseif Tap(i,j)==1
            c1=c1+1;
        elseif Tap(i,j)==-1
            c2=c2+1;
        end
    end
    subplot(1,5,j)
    bar(x,[c2 c0 c1])
    ylim([0 60])
    title(['T' num2str(j)]);
end
suptitle('Ubicación A/P')

```

%%
% Contador del número de cambios sufrido por cada paciente %
%%

% Se cuenta el número de cambios que cada paciente experimenta a lo largo
 % del tiempo para ambas variables. Se representa en un diagrama de barras y
 % se muestra por pantalla.

```

cruces = zeros(size(Tc,2),2);
for i=1:size(Tc,1)
    [n,m]=contar_cruces(Tc,Tap,i);
    cruces(i,1) = n;
    cruces(i,2) = m;
end
cent0=0; cent1=0; cent2=0; cent3=0; cent4=0;
for i=1:size(cruces,1)
    if isequal(cruces(i,1),0)
        cent0=cent0+1;
    elseif isequal(cruces(i,1),1)
        cent1=cent1+1;
    elseif isequal(cruces(i,1),2)
        cent2=cent2+1;
    elseif isequal(cruces(i,1),3)
        cent3=cent3+1;
    elseif isequal(cruces(i,1),4)
        cent4=cent4+1;
    end
end

ap0=0; ap1=0; ap2=0; ap3=0;
for i=1:size(cruces,1)
    if isequal(cruces(i,2),0)
        ap0=ap0+1;
    elseif isequal(cruces(i,2),1)
        ap1=ap1+1;
    elseif isequal(cruces(i,2),2)
        ap2=ap2+1;
    elseif isequal(cruces(i,2),3)
        ap3=ap3+1;
    end
end

disp('%%%%%%%%')
disp('%Centralidad%')
disp('%%%%%%%%')
str1=sprintf('0 cambios: %f',cent0);
str2=sprintf('1 cambios: %f',cent1);
str3=sprintf('2 cambios: %f',cent2);
str4=sprintf('3 cambios: %f',cent3);
str5=sprintf('4 cambios: %f',cent4);
disp(str1); disp(str2); disp(str3); disp(str4); disp(str5);

disp('%%%%%%%%')
disp('%Ubicación AP%')
disp('%%%%%%%%')
str1=sprintf('0 cambios: %f',ap0);
str2=sprintf('1 cambios: %f',ap1);
str3=sprintf('2 cambios: %f',ap2);
str4=sprintf('3 cambios: %f',ap3);
disp(str1); disp(str2); disp(str3); disp(str4);

```

```

% Reprersetación diagrama de barras:
figure;
subplot(1,2,1)
h=bar([0 1 2 3 4],[cent0 cent1 cent2 cent3 cent4],'b');
ylim([0 30])
xlabel('Número de cambios')
ylabel('Número de pacientes')
title('Centralidad')

ybuff=1;
for i=1:length(h)
    XDATA=get(get(h(i),'Children'),'XData');
    YDATA=get(get(h(i),'Children'),'YData');
    for j=1:size(XDATA,2)
        x=XDATA(1,j)+(XDATA(3,j)-XDATA(1,j))/2;
        y=YDATA(2,j)+ybuff;
        t=[num2str(YDATA(2,j),3)];
        text(x,y,t,'Color','k','HorizontalAlignment','center',...
            'Rotation',0,'FontName','Arial','FontSize',14)
    end
end

subplot(1,2,2)
h=bar([0 1 2 3],[ap0 ap1 ap2 ap3],'b');
ylim([0 30])
xlabel('Número de cambios')
ylabel('Número de pacientes')
title('Ubicación A/P')
ybuff=1;
for i=1:length(h)
    XDATA=get(get(h(i),'Children'),'XData');
    YDATA=get(get(h(i),'Children'),'YData');
    for j=1:size(XDATA,2)
        x=XDATA(1,j)+(XDATA(3,j)-XDATA(1,j))/2;
        y=YDATA(2,j)+ybuff;
        t=[num2str(YDATA(2,j),3)];
        text(x,y,t,'Color','k','HorizontalAlignment','center',...
            'Rotation',0,'FontName','Arial','FontSize',14)
    end
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Análisis por paciente %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Se representa la evolución de ambas variables para cada paciente por
% separado

numero=6;
for i=1:size(Tap,1)
    figure(numero);
    subplot(1,2,1)
    plot(Tc(i,:), 'Linewidth',1.5);
    ax = gca;
    ylim([-0.5 3.5])
    set(ax,'XTick',[1 2 3 4 5])

```

```

set(ax,'YTick',[0 1 2 3])
set(ax,'XTickLabel',{'T1', 'T2', 'T3', 'T4', 'T5'})
title('Centralidad')
subplot(1,2,2)
plot(Tap(i,:), 'Linewidth', 1.5);
ax = gca;
ylim([-1.5 1.5])
set(ax,'XTick',[1 2 3 4 5])
set(ax,'YTick',[-1 0 1])
set(ax,'XTickLabel',{'T1', 'T2', 'T3', 'T4', 'T5'})
title('Ubicación A/P')
suptitle(['Paciente número' ' ' num2str(numero-5)])
numero=numero+1;
end

% Se cuenta el número de pacientes que comienzan y terminan en el mismo
% punto y se muestra por pantalla
contador_cent=0;
contador_ap =0;

for i=1:size(Tc,1)
    if Tc(i,1)==Tc(i,5)
        contador_cent=contador_cent+1;
    end
    if Tap(i,1)==Tap(i,5)
        contador_ap=contador_ap+1;
    end
end
str5=sprintf('Pacientes con mismos puntos de inicio y final (cent): %f',...
    contador_cent);
str6=sprintf('Pacientes con mismos puntos de inicio y final (ap): %f',...
    contador_ap);
disp(str5); disp(str6);

```

```

function dibujar_centralidad(T)
% La función dibujar_centralidad permite obtener un gráfico de la evolución
% de la centralidad a lo largo del tiempo de los pacientes, representado
% con una escala de intensidad (jet). Se introduce como argumento la matriz
% Tc.

demanda = sparse(16,4);

% Se contabiliza la demanda de cada ruta posible en todos los intentos:
for j=1:4
    for i=1:size(T,1)
        if isequal(T(i,j),0) && isequal(T(i,j+1),1)
            demanda(1,j)=demanda(1,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),0) && isequal(T(i,j+1),2)
            demanda(2,j)=demanda(2,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),0) && isequal(T(i,j+1),3)
            demanda(3,j)=demanda(3,j)+1;
        end
    end
end

```



```

elseif isequal(T(i,j),1) && isequal(T(i,j+1),2)
    demanda(4,j)=demanda(4,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),1) && isequal(T(i,j+1),3)
    demanda(5,j)=demanda(5,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),2) && isequal(T(i,j+1),3)
    demanda(6,j)=demanda(6,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),3) && isequal(T(i,j+1),2)
    demanda(7,j)=demanda(7,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),3) && isequal(T(i,j+1),1)
    demanda(8,j)=demanda(8,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),3) && isequal(T(i,j+1),0)
    demanda(9,j)=demanda(9,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),2) && isequal(T(i,j+1),1)
    demanda(10,j)=demanda(10,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),2) && isequal(T(i,j+1),0)
    demanda(11,j)=demanda(11,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),1) && isequal(T(i,j+1),0)
    demanda(12,j)=demanda(12,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),0) && isequal(T(i,j+1),0)
    demanda(13,j)=demanda(13,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),1) && isequal(T(i,j+1),1)
    demanda(14,j)=demanda(14,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),2) && isequal(T(i,j+1),2)
    demanda(15,j)=demanda(15,j)+1;
elseif isequal(T(i,j),3) && isequal(T(i,j+1),3)
    demanda(16,j)=demanda(16,j)+1;
end
end
end
% Generación de la escala de colores y representación:

max_demanda = full(max(max(demanda)));
colores = jet(max_demanda+5);
segmentos = [0 1; 0 2; 0 3;
             1 2; 1 3;
             2 3;
             3 2; 3 1; 3 0;
             2 1; 2 0;
             1 0;
             0 0; 1 1; 2 2; 3 3]; % Estas son todas las rutas posibles

set(0,'defaultAxesFontName', 'Arial')
set(0,'defaultAxesFontSize', 14)
figure;
for k=1:4
    for l=1:size(segmentos,1)
        if demanda(l,k)==0
            else
                plot([k k+1], segmentos(l,:), 'color', colores(1+demanda(l,k),:), ...
                    'Linewidth',2); hold on;
            end
        end
    end
end
colorbar
grid;
ylim([-0.5 3.5])
ax = gca;

```

```

set(ax,'XTick',[1 2 3 4 5])
set(ax,'YTick',[0 1 2 3])
set(ax,'XTickLabel',{'T1', 'T2', 'T3', 'T4', 'T5'})
title('Centralidad')

```

```

function dibujar_ap(T)
% La función dibujar_ap permite obtener un gráfico de la evolución
% de la ubicación A/P a lo largo del tiempo de los pacientes, representado
% con una escala de intensidad (jet). Se introduce como argumento la matriz
% Tap.

demanda = sparse(9,4);

% Se contabiliza la demanda de cada ruta posible en todos los intentos:
for j=1:4
    for i=1:size(T,1)
        if isequal(T(i,j),0) && isequal(T(i,j+1),1)
            demanda(1,j)=demanda(1,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),0) && isequal(T(i,j+1),-1)
            demanda(2,j)=demanda(2,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),1) && isequal(T(i,j+1),-1)
            demanda(3,j)=demanda(3,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),-1) && isequal(T(i,j+1),1)
            demanda(4,j)=demanda(4,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),-1) && isequal(T(i,j+1),0)
            demanda(5,j)=demanda(5,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),1) && isequal(T(i,j+1),0)
            demanda(6,j)=demanda(6,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),0) && isequal(T(i,j+1),0)
            demanda(7,j)=demanda(7,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),1) && isequal(T(i,j+1),1)
            demanda(8,j)=demanda(8,j)+1;
        elseif isequal(T(i,j),-1) && isequal(T(i,j+1),-1)
            demanda(9,j)=demanda(9,j)+1;
        end
    end
end

% Generación de la escala de colores y representación:

max_demanda = full(max(max(demanda)));
colores = jet(max_demanda+5);
segmentos = [0 1; 0 -1;
            1 -1;
            -1 1; -1 0;
            1 0;
            0 0; 1 1; -1 -1]; % Estas son todas las rutas posibles

set(0,'defaultAxesFontName', 'Arial')
set(0,'defaultAxesFontSize', 14)
figure;
for k=1:4

```

```

for l=1:size(segmentos,1)
    if demanda(l,k)==0
    else
        plot([k k+1], segmentos(l,:), 'color', colores(1+demanda(l,k),:), ...
            'Linewidth',2); hold on;
        end
    end
end
colorbar
grid;
ylim([-1.5 1.5])
ax = gca;
set(ax,'XTick',[1 2 3 4 5])
set(ax,'YTick',[-1 0 1])
set(ax,'XTickLabel',{'T1', 'T2', 'T3', 'T4', 'T5'})
title('Ubicación A/P')

```

```

function [n,m]=contar_cruces(Tc, Tap, i)
cruces_c = 0;
cruces_ap = 0;
cent = Tc(i,:);
ap = Tap(i,:);

for k=1:size(cent,2)-1
    if abs(cent(k)-cent(k+1))>0
        cruces_c = cruces_c+1;
    end
end

for k=1:size(ap,2)-1
    if abs(ap(k)-ap(k+1))>0
        cruces_ap = cruces_ap+1;
    end
end

n=cruces_c;
m=cruces_ap;

```

