

# Bases teóricas y aplicaciones prácticas del ajuste oclusal funcional tras el tratamiento ortodóncico



E.M. Cordero

EUGENIO M. CORDERO-ACOSTA, JOSÉ MARÍA BARRERA-MORA, MARÍA BELÉN RUIZ-NAVARRO Y EDUARDO ESPINAR-ESCALONA

## RESUMEN

Los aspectos funcionales de la oclusión tras el tratamiento ortodóncico están sujetos a controversia. No obstante, la literatura considera aceptable un conjunto de requisitos que incluye: a) máxima intercuspidad coincidente o muy próxima a la posición condilar estable; b) contactos oclusales estables, bilaterales y simétricos; c) ausencia de contactos en el lado de no trabajo; d) ausencia de contactos posteriores en protrusiva, y e) función de grupo o función canina en movimientos de lateralidad. Los procedimientos clínicos para la evaluación de estos requisitos son limitados y no permiten evaluar el equilibrio de las cargas sobre la tabla oclusal ni la fuerza ejercida individualmente por cada diente, ni cuantificar parámetros funcionales como el tiempo de oclusión y disclusión. El sistema T-Scan III permite cuantificar los eventos oclusales dinámicos y suministra información progresiva en tiempo real de gran utilidad para ejecutar procedimientos de ajuste oclusal.

**Palabras clave:** Ajuste oclusal. Oclusión funcional. T-Scan. Ortodoncia.

## Theoretical bases and practical applications of functional occlusal equilibration after orthodontic treatment

E.M. Cordero-Acosta, J.M. Barrera-Mora, M.B. Ruiz-Navarro and E. Espinar-Escalona

## ABSTRACT

Functional occlusion after orthodontic treatment is a controversial subject. However, literature considers acceptable a set of requirements including maximum intercuspation coincident or very close to the stable condylar position; stable, bilateral and symmetrical occlusal contacts; absence of contacts in mediotrusion; no posterior contacts in protrusion and group function or canine guidance in the working side. Clinical procedures in evaluating these requirements are limited because they can't assess bilateral balance of forces, nor the force delivered by each tooth nor quantify functional parameters, such as occlusion and disclusion time. Dynamic occlusal events can be quantified by using T-Scan III system, which provides progressive real-time information what is very helpful in performing occlusal adjustment procedures. (Rev Esp Ortod. 2016;46:xxx-xx).

Corresponding author: Eugenio M. Cordero-Acosta. Rascón, [ecorderoa@odontonet.com](mailto:ecorderoa@odontonet.com)

**Key words:** Occlusal equilibration. Functional occlusion. T-Scan. Orthodontics.

## INTRODUCCIÓN

Los objetivos que el tratamiento ortodóncico pretende son, en un sentido amplio, mejorar la estética y la función<sup>1</sup>, lo cual incluye la normalización de la forma del arco y de las relaciones de contacto interarcadas con el fin de conseguir estabilidad oclusal a largo plazo<sup>2</sup>. Se ha destacado que esto último, desde el punto de vista estructural y

funcional, está relacionado con la salud del aparato estomatognático y podría jugar un papel preventivo en la recidiva<sup>3</sup>. También se considera importante que la posición oclusal estable coincida con una posición igualmente estable de los complejos articulares, para asegurar la estabilidad ortopédica del sistema masticatorio y posibilitar una correcta función neuromuscular<sup>4,5</sup>. Sin embargo, los criterios que deben reunir los patrones de contacto, tanto

Práctica privada.

### Correspondencia:

Eugenio M. Cordero-Acosta. Rascón, 10 1 A. 21001 Huelva. España. E-mail: [ecorderoa@odontonet.com](mailto:ecorderoa@odontonet.com)

dinámicos como estáticos, tras el tratamiento ortodóncico aún no han sido establecidos de forma concluyente por la literatura ortodóncica. Mientras que los modelos de oclusión estática son generalmente aceptados<sup>6-8</sup>, los requisitos que debe reunir la oclusión dinámica suscitan un mayor grado de controversia, posicionándose los autores entre dos situaciones extremas. Por una parte, los esquemas funcionales propuestos por Aubrey<sup>9</sup>, Ingervall<sup>10</sup> y Roth<sup>11-13</sup> destacaron la equivalencia entre los tratamientos de ortodoncia y las rehabilitaciones oclusales completas; según estos autores, los tratamientos debían ser finalizados de acuerdo a principios gnatólogicos, a la vez que subrayaron la necesidad de incluir la valoración funcional previa y posterior al tratamiento. Y por otra, autores como Rinchuse y Kandasamy<sup>14-16</sup> no comparten estas apreciaciones. En gran medida esta controversia parece estar en relación con la calidad de las investigaciones publicadas. Una revisión de la literatura, realizada por Clark y Evans<sup>17</sup>, puso de manifiesto las serias limitaciones de las investigaciones sobre las que se basa la actual evidencia científica y señaló la necesidad de rediseñar los futuros estudios, conclusión frecuentemente compartida por otros trabajos<sup>18-22</sup>. Tras una revisión bibliográfica, Clark y Evans<sup>17</sup> concluyeron que la literatura considera compatibles con una oclusión funcional los siguientes criterios descriptivos:

- Contactos bilaterales en posición retrusiva de contacto.
- Coincidencia entre dicha posición y máxima intercuspidación, o existencia de un deslizamiento sagital 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 solo puede realizarse una vez que la retención ha finalizado.

Por último, conviene subrayar que la práctica totalidad de los estudios sobre las relaciones estáticas y dinámicas interarcada tras el tratamiento ortodóncico son morfológicos: documentan contactos en posiciones fijas y patrones de contacto durante los movimientos mandibulares, siendo muy escasos los que miden y valoran las fuerzas incidentes en la tabla oclusal, así como la secuencia de aparición de contactos<sup>23</sup> durante los movimientos contactantes, y las características y las implicaciones funcionales de estos<sup>24-26</sup>. Estas consideraciones se desarrollan a continuación.

## **EVALUACIÓN DE LA OCLUSIÓN FUNCIONAL POSTRATAMIENTO ORTODÓNCICO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Los estudios que evalúan la oclusión tras el tratamiento ortodóncico, tanto desde una perspectiva estática como dinámica, analizan principalmente los contactos en posición de máxima intercuspidación<sup>27-33</sup> y en posiciones excéntricas<sup>34-37</sup>, directamente o en modelos montados en articulador semiajustable<sup>38</sup>. Muchos de los estudios tienen un diseño longitudinal que se extiende durante un número variable de meses a lo largo del periodo de asentamiento<sup>37-40</sup>, describiendo la ubicación y morfología de dichos contactos y los cambios hasta que dicho asentamiento se considera concluido. La detección de estos contactos se realiza empleando diferentes tipos de papeles, vinilos o telas de articular, materiales elastoméricos (siliconas, poliéteres) o plásticos (ceras de articular), entre otros. Por lo general, estos métodos presentan la limitación de que solo proporcionan información morfológica, que no va más allá de la localización y área (en el mejor de los casos) de las marcas de los contactos en una posición estática, o de trayectorias en movimientos excéntricos contactantes. Solo evidencian, por lo tanto, una situación terminal, pero, tal como se ha apuntado anteriormente, no proporcionan información sobre la secuencia de aparición de los contactos ni sobre la intensidad de las fuerzas incidentes (salvo, esto último, en las escasas ocasiones en las que se han empleado materiales plásticos capaces de cuantificarlas gracias a métodos colorimétricos<sup>41</sup>; la experiencia clínica, sin embargo, no ha validado estos métodos para el uso rutinario).

Por otra parte, varios estudios han puesto de manifiesto las limitaciones de los estudios basados en la utilización de papeles de articular. Carey, et al.<sup>42</sup> demostraron que la correlación entre la intensidad y área de las marcas de papel de articular, por un lado, y la intensidad de la fuerza incidente, por otro, son muy débiles, alcanzando un coeficiente de solo 0,21. Kerstein<sup>43</sup> concluyó que la interpretación subjetiva de las marcas del papel de articular estaba sujeta a considerables márgenes de error. La consecuencia del desconocimiento de la intensidad de las fuerzas incidentes en la tabla oclusal es que no es posible afirmar que las cargas están repartidas de forma equilibrada sobre la tabla oclusal, aunque las marcas de los contactos sí lo estén.

## **OCLUSIÓN FUNCIONAL Y VARIABLES FUNCIONALES: DESCRIPCIÓN Y REGISTRO**

La principal limitación de los estudios sobre la oclusión funcional posttratamiento es una limitación metodológica: se evalúa la función a través de elementos morfológicos (los

contactos oclusales detectados en posiciones fijas, ya sea máxima intercuspidadación o posiciones excéntricas)<sup>44</sup>. Conocer el número, posición y evolución de los contactos tras el tratamiento y durante la fase de asentamiento no suministra información sobre la cantidad de fuerza que incide en cada uno de ellos y, por lo tanto, no puede conocerse si la carga oclusal está equilibrada sagital y anteroposteriormente. Por otra parte, constatar que existan contactos bilaterales y simétricos en máxima intercuspidadación no necesariamente implica que sean simultáneos. Y, por último, describir los contactos existentes en posiciones excéntricas fijas<sup>38</sup> (p. ej., a 0,5, 1 o 1,5 mm de lateralidad) únicamente permite establecer el patrón de oclusión obtenido tras el tratamiento (oclusión con guía canina, con función de grupo o balanceada bilateral), pero no en qué momento tiene o no lugar la disclusión y sus posibles implicaciones.

La evaluación de la oclusión funcional postratamiento requiere aplicar una metodología que tenga en cuenta la magnitud tiempo (en función de la cual se estudian habitualmente las funciones biológicas), pues permite definir y cuantificar variables dinámicas; capturar esta magnitud requiere incorporar instrumentación basada en tecnología digital.

Las variables funcionales son eventos oclusales medibles. Para el análisis de la oclusión postratamiento son útiles las siguientes: el tiempo de oclusión, el tiempo de disclusión, la fuerza ejercida por cada diente sobre la tabla oclusal y el centro de fuerzas, que es la resultante de todas ellas. El tiempo de oclusión es el que transcurre, en un movimiento de cierre, desde que se establece el primer contacto hasta que se completa la máxima intercuspidadación; idealmente debe ser de 0 s, ya que todos los contactos, idealmente, deben establecerse simultáneamente. El tiempo de disclusión es el que transcurre desde que comienza un movimiento disclusivo (protrusivo o de lateralidad) hasta que este se completa, es decir, hasta que únicamente existen contactos entre los dientes que actúan de guía. La fuerza que cada diente ejerce sobre la tabla oclusal permite calcular si las cargas están distribuidas de forma equilibrada tanto en el plano sagital (a ambos lados de la línea media) como anteroposteriormente (según una línea de referencia transversal que une los puntos de contacto entre el primer molar y segundo premolar de cada lado<sup>45,46</sup>). La magnitud de las fuerzas individuales permite calcular la resultante o «centro de fuerzas». La medición de las variables se realiza mediante detectores de presión piezoresistivos y la señal obtenida se procesa digitalmente.

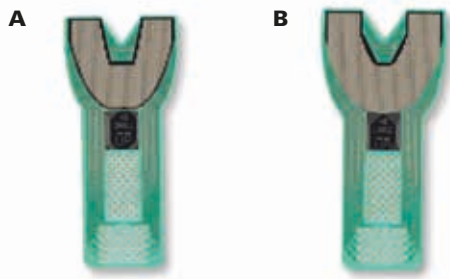
Los dispositivos para la medición de las fuerzas oclusales basados en tecnología electrónica aparecieron hace cerca de 40 años, si bien la mayoría de ellos tuvieron aplicación únicamente en entornos experimentales. Estos dispositivos incluyen los transductores telemétricos instalados en restauraciones dentales<sup>47,48</sup>, transductores miniaturizados



**Figura 1.** Sistema T-Scan III.

sensibles a la presión<sup>49,50</sup>, sensores basados en tecnología de semiconductores<sup>51</sup>, galgas extensiométricas o cristales piezoeléctricos<sup>52</sup>. 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 mm de espesor y se adaptan a la forma de la arcada (sistema Prescale® y técnica Photoclusion®). Estos procedimientos, sin embargo, parecen ser poco aptos para el uso clínico rutinario y la información que suministran es limitada. El sistema de análisis digital de la oclusión T-Scan tiene considerables ventajas sobre los anteriores por su capacidad de estudio de la oclusión desde una perspectiva dinámico-funcional.

El sistema T-Scan (Fig. 1) fue introducido en 1984 por Maness<sup>53</sup> como sistema T-Scan I para el análisis dinámico de la oclusión. Los datos tanto estáticos como dinámicos de la oclusión se obtenían instruyendo al paciente para ocluir sobre un sensor piezoresistivo (sensor GI) ubicado entre ambos arcos dentarios. La fuerza ejercida por los dientes y sus antagonistas es transformada en diferencias de potencial eléctrico, que se procesaba en la misma unidad independiente en la que estaba insertado el sensor, desde que se transfería la información a un ordenador que la representaba en modo numérico y gráfico, permitiendo conocer la secuencia en la cual los contactos aparecen a lo largo del tiempo, así como la intensidad de los mismos. En la segunda mitad de la década de 1980, una serie de estudios<sup>54</sup> 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 concluyeron lo contrario<sup>55</sup>. En 1991 se mejoró el sensor (sensor GII) 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



**Figura 2.** Sensores piezoresistivos: tipo 2510 (A) y 2001 (B).

Windows® y se rediseñó el sensor (sensor GIII) para dar cabida a más de 2.000 *sensels* o unidades de medida, que podían detectar hasta 256 niveles de fuerza, en contraste con los 16 del T-Scan I; la interfaz gráfica se mejoró notablemente y se adoptó un código de colores para ser asignado según el nivel de fuerza. Distintos estudios<sup>56-58</sup> verificaron que los contactos podían ser registrados repetidamente de forma constante y fiable con un nivel de precisión del 93% durante cuatro registros. En 2003 se rediseñó nuevamente el sensor (sensor HD) incrementando el número de *sensels* un 33% y disminuyendo el área inactiva en un 50%. Estudios realizados<sup>59</sup> muestran que la variabilidad en el registro de contactos oclusales y de la magnitud de las fuerzas incidentes es significativamente menor que en el GIII, y que la reproducibilidad de los registros se mantiene a lo largo de 20 ciclos de uso. Este sensor es el que se utiliza actualmente (Fig. 2) y está disponible en dos tamaños con diferente ancho y longitud de arcada.

## VALORES NORMALES DE LAS VARIABLES FUNCIONALES

Tal como se ha expresado con anterioridad, los contactos bilaterales simétricos y simultáneos en máxima intercuspidad constituyen un integrante de la oclusión funcional ampliamente aceptado. Esta simultaneidad implica que el tiempo de oclusión debe ser muy corto, considerándose normales (y, por tanto, indicadores de estabilidad oclusal) valores inferiores a 0,20 s; tiempos superiores se observan en casos en que existen contactos interferentes que exigen un tiempo extra para que la mandíbula alcance una posición estable.

Por otra parte, el tiempo de disclusión es el que transcurre desde que se inicia un movimiento excursivo (protrusión o lateralidad) hasta que todos los dientes, excepto los que actúan de guía (los incisivos si el movimiento es protrusivo y los caninos si es de lateralidad) han desocluido. El valor normal del tiempo de disclusión, de acuerdo con la literatura consultada<sup>60-62</sup>, se estima en 0,50 s y su valor límite en 0,55. Por encima de estos valores aumenta la prevalencia de enfermedad disfuncional y, recíprocamente, cuando en pacientes con sintomatología disfuncional y tiempos de disclusión altos este se disminuye aplicando

técnicas de equilibrado oclusal, se observa disminución o desaparición de los síntomas.

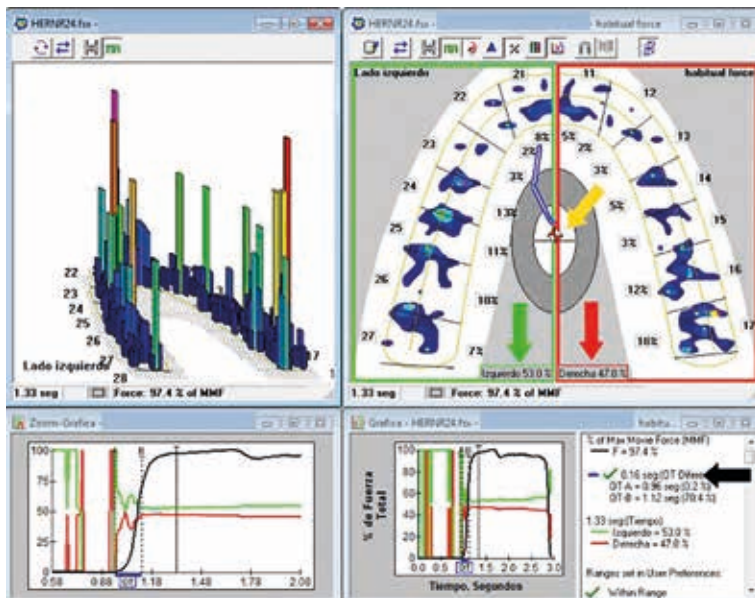
Otra de las variables es la fuerza ejercida por cada diente sobre la tabla oclusal. Se expresa en unidades relativas (porcentajes de la fuerza total que recae sobre la misma) y permite calcular la resultante<sup>45,46</sup>, que se localiza dentro de un área cuyo centro se ubica en la intersección del eje medio sagital con un eje transversal que une ambos puntos de contacto del primer molar con el premolar. Esta resultante se denomina «centro de fuerzas»; la interfaz del sistema (Fig. 3) representa el área donde se distribuyen los valores correspondientes a la primera y segunda desviación estándar. El centro de fuerzas puede desplazarse hacia la derecha o la izquierda de la línea media en caso de que sobre uno u otro lado de la tabla oclusal recaiga más fuerza (cuyos valores son entregados por el sistema); también puede desplazarse hacia mesial o distal dependiendo de que recaiga un mayor nivel de fuerza por delante o por detrás del eje transversal de referencia ya descrito.

## METODOLOGÍA DE REGISTRO

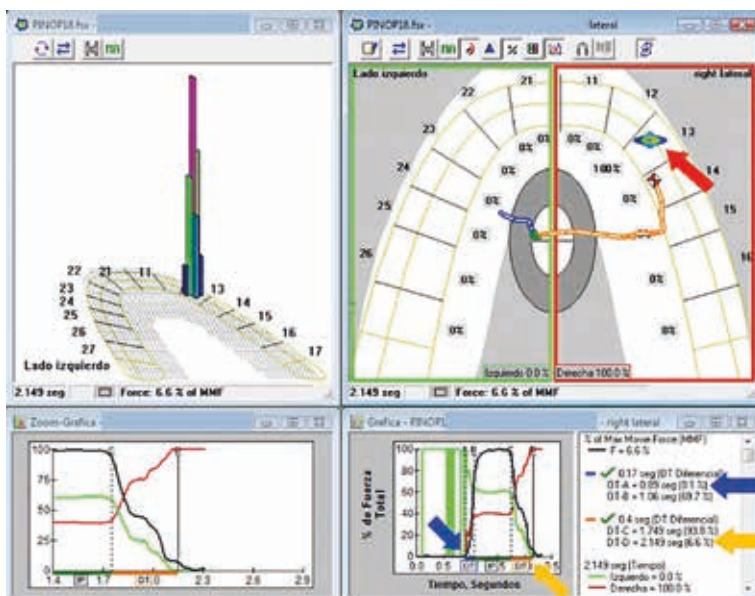
La obtención de registros mediante T-Scan puede requerir un breve entrenamiento previo del paciente para asegurar la calidad de los resultados. El equilibrio bilateral de fuerzas y el tiempo de oclusión pueden ser evaluados en registros de máxima intercuspidad, para lo cual se solicita al paciente que intercuspide firmemente los dientes durante un periodo de entre 1 y 2 s. Para asegurar la reproducibilidad de los resultados es útil tomar al menos dos registros. Los tiempos de disclusión se evalúan en registros de protrusiva, lateralidad derecha y lateralidad izquierda, que deben ser realizados partiendo de máxima intercuspidad y deslizando a continuación la mandíbula anteriormente para registrar el tiempo de disclusión en protrusiva y lateralmente para registrar el tiempo de disclusión en lateralidad derecha e izquierda, sin que los dientes que actúan de guía pierdan el contacto con el sensor (Fig. 4). No es infrecuente que deban realizarse más de dos registros por cada movimiento si se obtienen tiempos de disclusión largos, ya que en muchas ocasiones se trata de falsos positivos inducidos por falta de control del paciente sobre el movimiento excursivo; estos errores disminuyen y/o desaparecen a medida que el paciente desarrolla habilidad propioceptiva.

## PROTOCOLO CLÍNICO PARA EL AJUSTE OCLUSAL

El protocolo clínico para el ajuste oclusal mediante tallado selectivo guiado con T-Scan se realiza en dos etapas: en la primera se ajusta la máxima intercuspidad de forma que el tiempo de oclusión no sobrepase los 0,20 s y las fuerzas estén bilateralmente equilibradas, es decir, a



**Figura 3.** Interfaz gráfica del sistema T-Scan III que muestra un movimiento de cierre, manteniendo la máxima intercuspidad durante 3 s aproximadamente. Superior-izquierdo: registro de la fuerza incidente en la tabla oclusal representado en tres dimensiones; la altura de las columnas y el código de colores representan la intensidad de las fuerzas incidentes. 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» (flecha amarilla), resultante de todas las fuerzas incidentes en la tabla oclusal. 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 (norma clínica), y la elipse gris, la segunda desviación estándar según el estudio efectuado sobre población normal por Maness, et al.<sup>45</sup>. El tiempo de oclusión (flecha negra) es de 0,14 s.

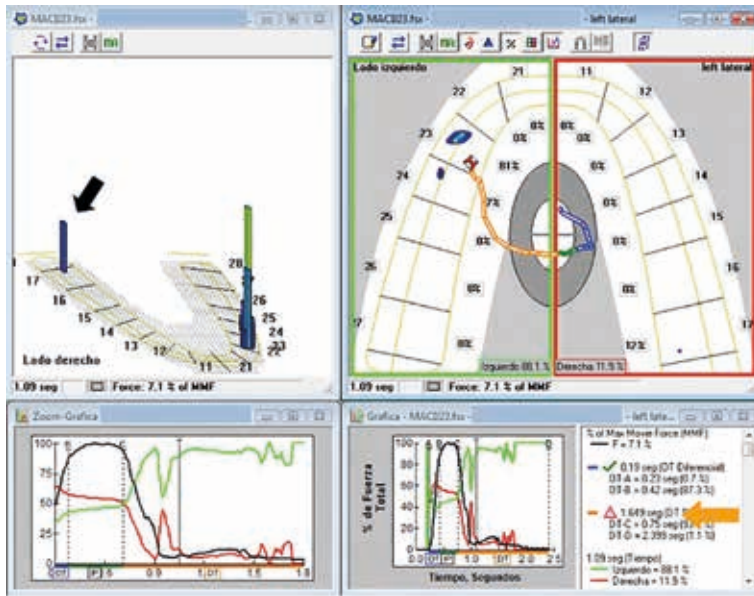


**Figura 4.** Interfaz gráfica del T-Scan III que muestra un movimiento de lateralidad con guía canina derecha. Superior-izquierdo: registro (en tres dimensiones) de la fuerza incidente en el canino superior derecho. Superior-derecha: tabla oclusal donde se aprecia el contacto (flecha roja). Inferior-derecha: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

ambos lados de la línea medio-sagital incide el 50% de la fuerza o valores muy próximos; esto no sucede si en uno de los lados los contactos son más intensos, y pueden identificarse fácilmente dado que el sistema emplea un código de colores, siendo los colores rojo y magenta los que caracterizan los contactos con mayor nivel de fuerza. A continuación, se procede a su marcado con papel o vinilo de articular. Su localización más frecuente es a nivel de las vertientes en crestas o lóbulos de esmalte. El tallado selectivo se realiza con fresas de mínima granulometría y se limita a un repasado superficial del esmalte marcado. Registros sucesivos en máxima intercuspidad orientarán sobre los nuevos puntos a tallar; progresivamente se observará un centrado del centro de fuerzas que expresa la

distribución simétrica de las cargas oclusales. Paralelamente se observa una disminución del tiempo de oclusión.

La segunda etapa del protocolo tiene por objeto ajustar los tiempos de disoclusión, y requiere la toma de registros de protrusiva y de lateralidades. En la mayoría de los casos esta etapa no es necesaria si durante el tratamiento se ha conseguido suficiente resalte vertical tanto en incisivos como en caninos<sup>63</sup>. En caso de obtenerse tiempos de disoclusión largos (por encima de 0,50 s), debe comprobarse, en primer lugar, la integridad anatómica de las coronas. Si se aprecian desgastes de las cúspides de los caninos o los bordes incisales, deben restaurarse mediante coronoplastia positiva, tras la cual frecuentemente se observa una normalización



**Figura 5.** Interfaz gráfica del T-Scan III que muestra un movimiento de lateralidad izquierda con guía canina y contacto en el lado de no trabajo (flecha negra, diente 17), debido al cual el tiempo de disolución es anormalmente alto (1,649 s, flecha amarilla), muy por encima de los 0,5 s que se considera normal.



**Figura 6.** Movimiento de lateralidad derecha con guía canina insuficiente (A) y tras la coronoplastia aditiva (B): las interferencias en el primer premolar y segundo molar han desaparecido.

de los tiempos. Cuando persisten tiempos de disolución largos, la causa más frecuente son las interferencias posteriores tanto en protrusiva como en lateralidad; dichas interferencias se identifican sin dificultad en los registros correspondientes (Fig. 5) y pueden eliminarse mediante tallado.

El tallado selectivo es un procedimiento de eficacia limitada cuando durante el tratamiento no se ha conseguido suficiente resalte horizontal y/o vertical de caninos e incisivos. Aun así, en muchos casos puede conseguirse disolución inmediata (y, por tanto, tiempos de disolución cortos) siguiendo el procedimiento descrito por Kerstein<sup>64</sup> o bien ejecutando una rehabilitación oclusal mediante coronoplastia positiva (Fig. 6).

## CONSIDERACIONES FINALES

La necesidad de ajustar la oclusión mediante tallado selectivo tras el tratamiento ortodóncico no es ni mucho menos infrecuente. Sullivan<sup>29</sup> sugirió incrementar el número de contactos en pacientes tratados mediante este procedimiento, ya que constató en su estudio que este era menor que en sujetos no tratados. De acuerdo con Olsson y Lindqvist<sup>65</sup>, el tallado selectivo debería ser considerado una parte más del tratamiento ortodóncico, ya que los contactos no deseables se

consideran asociados a la probabilidad de recidiva. En su muestra, el 52% de los casos requirió equilibrado oclusal con este método. Según Morton y Panchertz<sup>34</sup>, no puede confiarse en que tras el periodo de asentamiento mejore la oclusión conseguida al final del tratamiento activo, y Dinçer, et al.<sup>3</sup> hallaron un incremento del número de contactos en posición no ideal en el año siguiente a la finalización del tratamiento activo, proponiendo, al igual que Haydar, et al.<sup>2</sup>, que la oclusión se perfeccione tanto como sea posible antes de la retirada de aparatos. Bauer, et al.<sup>66</sup> proponen que el equilibrado oclusal se realice no antes del sexto mes de retención. El procedimiento de rutina en todos estos casos incluye el empleo del papel de articular, la sensibilidad propioceptiva del paciente y la experiencia clínica del operador, métodos no exentos de limitaciones de acuerdo con la evidencia disponible<sup>42,43</sup>. El equilibrado oclusal guiado digitalmente mediante el sistema T-Scan ayuda a superar dichas limitaciones, pues permite objetivar y cuantificar contactos y eventos oclusales, haciendo de esta técnica menos operador-dependiente, y simplificando y facilitando su aplicación clínica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gazit E, Lieberman M. Occlusal contacts following orthodontic treatment measured by photocclusion technique. *Angle Orthod.* 1985;55(4):316-20.

2. 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.
3. Dinçer M, Meral O, Türmer N. The investigation of occlusal contacts during the retention period. *Angle Orthod.* 2003;73(6):640-6.
4. Okeson J. Evolution of occlusion and temporomandibular disorder in orthodontics: past, present and future. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(5):216-23.
5. Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares, 7.ª ed. Madrid: Elsevier; 1913.
6. Angle EH. Classification of malocclusion. *Dent Cosmos.* 1899;41(3):248-64, 350-7.
7. Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth. Angle system, 7th ed. Philadelphia: SS White Manufacturing; 1907.
8. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.* 1972;62(3):296-309.
9. Aubrey RB. Occlusal objectives in orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1978;74(2):162-75.
10. Ingervall B. Functionally optimal occlusion: the goal of orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1976;70(1):81-90.
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. Rinchuse DJ, Kandasamy S. Centric relation: a historical and contemporary orthodontic perspective. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(4):494-501.
15. Rinchuse DJ, Kandasamy S, Sciote J. A contemporary and evidence-based view of canine protected occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(1):90-102.
16. Rinchuse DJ, Kandasamy S. Myths of orthodontic gnathology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(3):322-30.
17. Clark J, Evans B. Functional occlusion: I. A review. *J Orthod.* 2001;28:76-81.
18. 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.
19. Luther F. Orthodontics and the temporomandibular joint: where are we now? Part 1. Orthodontic treatment and temporomandibular disorders. *Angle Orthod.* 1998;68(4):295-304.
20. Luther F. Orthodontics and the temporomandibular joint: where are we now? Part 2. Functional occlusion, malocclusion, and TMD. *Angle Orthod.* 1998;68(4):305-18.
21. Kim MR, Graber TM, Viana MA. Orthodontics and temporomandibular disorder: a meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121(5):438-46.
22. Rinchuse DJ, McMin J. Summary of evidence-based systematic reviews of temporomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(6):715-20.
23. Cohen-Levy J, Cohen N. Computerized analysis of occlusal contacts after lingual orthodontic treatment in adults. *Int Orthod.* 2011;9(4):410-31.
24. An WW, Wang BK, Bai YX. [Occlusal contacts in intercuspation position after orthodontic treatment]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2009;44(12):735-8.
25. An W, Wang B, Bai Y. [Occlusal contacts during protrusion and lateral movements after orthodontic treatment]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2011;29(6):614-7.
26. He SZ, Li S, Gao XH, An WW. [A preliminary study on the occlusal contact changes during retention in adolescent patients]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2010;45(9):556-9.
27. Durbin D, Sadowsky C. Changes in tooth contacts following orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90(5):375-82.
28. Razdolsky Y, Sadowsky C, BeGole EA. Occlusal contacts following orthodontic treatment: a follow-up study. *Angle Orthod.* 1989;59(3):181-5.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. Başçıftçi 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.
33. Sari Z, Uysal T, Başçıftçi F, Inan O. Occlusal contact changes with removable and bonded retainers in a 1-year retention period. *Angle Orthod.* 2009;79(5):867-72.
34. 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.
35. Dinçer M, Meral O, Türmer N. The investigation of occlusal contacts during the retention period. *Angle Orthod.* 2003;73(6):640-6.
36. Dinçer M, Isik B. Effects of thermoplastic retainers on occlusal contacts. *Eur J Orthod.* 2010;32(1):6-10.
37. Rinchuse D, Sassouni J. An evaluation of functional occlusal interferences in orthodontically treated and untreated subjects. *Angle Orthod.* 1983;53(2):122-30.
38. Clark JR, Evans RD. Functional occlusal relationships in a group of post-orthodontic patients: preliminary findings. *Eur J Orthod.* 1998;20(2):103-10.
39. Sadowsky C, Polson A. Temporomandibular disorders and functional occlusion after orthodontic treatment: results of two long-term studies. *Am J Orthod.* 1984;86(5):386-90.
40. Durbin D, Sadowsky C. Changes in tooth contacts following orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90(5):375-82.
41. 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.
42. Carey JP, Craig M, Kerstein RB, Radke J. Determining a relationship between applied occlusal load and articulating paper mark area. *Op Dent J.* 2007;1:1-7.
43. Kerstein RB, Radke J. Clinician accuracy when subjectively interpreting articulating paper markings. *Cranio.* 2014;32(1):13-23.
44. Cordero Acosta E. Revisión experimental de los registros gráficos oclusales. Tesis. Sevilla: Universidad de Sevilla; 1995.
45. Maness WL, Podoloff R. Distribution of occlusal contacts in maximum intercuspation. *J Prosthet Dent.* 1989;62(2):238-42.
46. Mizui M, Nabeshima F, Tosa J, Tanaka M, Kawazoe T. Quantitative analysis of occlusal balance in intercuspation position using the T-Scan system. *Int J Prosthodont.* 1993;7(1):62-71.
47. De Boever JA, McCall WD, Holden S, Ash MM. Functional occlusal forces: an investigation by telemetry. *J Prosthet Dent.* 1978;40(3):326-33.
48. Nyquist G, Owall B. Masticatory load registrations during function. A methodological study. *Odontol Revy.* 1968;19(1):45-54.
49. Franke EK. Physiologic pressure transducers. *Stat Methods Med Res.* 1966;11:137-61.
50. Kirkebo A, Hognestad H, Serck-Hanssen F. Miniature pressure transducers for physiological measurements. *J Appl Physiol.* 1970;28(1):98-9.
51. Fløystrand F, Kleven E, Øilo G. A novel miniature bite force recorder and its clinical application. *Acta Odontol Scand.* 1982;40(4):209-14.
52. 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.
53. Maness WL, Benjamin M, Podooff R, Bobick A, Golden RF. Computerized occlusal analysis: a new technology. *Quintessence Int.* 1987;18(4):287-92.
54. Harvey WL, Hatch RA, Osborne JW. Computerized occlusal analysis: an evaluation of the sensors. *J Prosthet Dent.* 1991;65(1):89-92.
55. Reza MM, Neff, PA. Reproducibility of occlusal contacts utilizing a computerized instrument. *Quintessence Int.* 1991;22(5):357-60.
56. González Sequeiros O, García VG, Cartagena AG. Study of occlusal contact variability within individuals in a position of maximum intercuspation using the T-SCAN system. *J Oral Rehabil.* 1997;24(4):287-90.
57. García VG, Cartagena AG, Sequeiros OG. Evaluation of occlusal contacts in maximum intercuspation using the T-Scan system. *J Oral Rehabil.* 1997;24(12):899-903.
58. Combadaçou 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.
59. 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.
60. 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):105-15.
61. Kerstein RB, Farrell S. Treatment of myofascial pain-dysfunction syndrome with occlusal equilibration. *J Prosthet Dent.* 1990;63(6):695-700.
62. 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):473-80.
63. Milosevic A, Samuels RH. Functional occlusion after fixed appliance orthodontic treatment: a UK three-centre study. *Eur J Orthod.* 1998;20(5):561-8.
64. Kerstein RB. A comparison of traditional occlusal equilibration and immediate complete anterior guidance development. *Cranio.* 1993;11(2):126-39.
65. 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(6):677-87.
66. 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.