

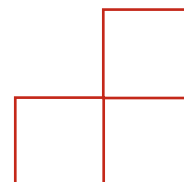
Grado en ODONTOLOGÍA

Trabajo Fin de Grado

Influencia de la oclusión sobre el rendimiento deportivo: una revisión sistemática

Presentado por: Théo ROZANES

Tutora: María del Carmen Ferrer Serena



Indice

1. Resumen y palabras claves	3
1.1. Resumen	3
1.2. Palabras claves	5
2. Introducción.....	6
2.1. Oclusión y postura.....	6
2.1.1. Concepto de oclusión.....	6
2.1.2. Posición de la mandíbula	7
2.1.3. Concepto de postura	7
2.1.4. Influencia de la oclusión sobre la postura	8
2.1.5. Sistema muscular	9
2.2. Rendimiento deportivo.....	10
2.2.1. Fuerza muscular	11
2.2.2. Velocidad	11
2.2.3. Equilibrio y estabilidad.....	11
2.3. Postura y rendimiento deportivo	12
2.4. férulas	14
3. Justificación, hipótesis y objetivos.....	16
4. Materiales y métodos	17
4.1. Criterios de elegibilidad.....	17
4.2. Fuente de información y estrategia de búsqueda	18
4.3. Proceso de selección de los estudios	20
4.4. Extracción de los datos	20
4.5. Riesgo de sesgo.....	20
5. Resultados	21
5.1. Flow Chart.....	21
5.2. Tabla de resultados	22
5.3. Valoración de la calidad	32
5.4. Síntesis resultados.....	34
6. Discusión.....	36
7. Conclusión	45
8. Bibliografía	46
9. Anexos.....	49
9.1. Guía PRISMA	49
9.2. Formato artículo	50

1. Resumen y palabras claves

1.1. Resumen

Español:

Esta revisión quiere estudiar la influencia de la oclusión sobre el rendimiento deportivo. El sistema/aparato estomatognático es un conjunto de órganos y tejidos que permiten las funciones fisiológicas de: comer, hablar, pronunciar, masticar, deglutir, sonreír incluyendo todas las expresiones faciales, respirar, besar o succionar. Así pues, es inconcebible entender el cuerpo humano como unidades aisladas e independientes. La oclusión, se puede definir como la posición más o menos estable que adquieren los dientes al relacionarse entre ellos y la posición de la mandíbula respecto al maxilar. La oclusión se puede definir como la posición de los dientes entre ellas y la posición de la mandíbula respecto al maxilar. Esto tiene una influencia sobre la postura, a través del sistema nervioso y del sistema muscular. La postura, a su vez, tiene una influencia sobre el rendimiento deportivo permitiendo un mejor mantenimiento y control del cuerpo. La forma más común de modificar la oclusión para evaluar su impacto sobre el rendimiento es mediante el empleo de férulas de reposición de la mandíbula.

Como resultado de un extensa investigación en 4 bases de datos (MedLine, PubMed Central, ProQuest y Science Direct), se obtuvieron un total de 15 artículos tras aplicar criterios de inclusión y exclusión determinados previamente.

Los resultados permiten ver una clara tendencia hacia una influencia de la oclusión sobre el rendimiento deportivo. Así pues, una modificación de la oclusión gracias a férulas que mantienen la mandíbula en posiciones más estables conlleva una mejora del rendimiento deportivo.

Aunque no existe un consenso, la gran mayoría de los autores revisados en este trabajo están de acuerdo en decir que la oclusión tiene una influencia significativa sobre el rendimiento. Autores que han estabilizado la mandíbula en posición céntrica o miocéntrica notan un mejoramiento del rendimiento, mientras que los que han desestabilizado la mandíbula, notan una disminución clara de los resultados.

La oclusión tiene una influencia clara sobre el rendimiento, y gracias a férulas, los deportistas pueden fácilmente estabilizar sus mandíbulas y ser más eficientes en el competición.

Inglés:

This review aims to study the influence of occlusion on athletic performance. The stomatognathic system/apparatus is a set of organs and tissues that enable the physiological functions of eating, speaking, pronouncing, chewing, swallowing, smiling including all facial expressions, breathing, kissing or sucking. It is therefore inconceivable to understand the human body as isolated and independent units (occlusion can be defined as the more or less stable position of the teeth in relation to each other and the position of the jaw in relation to the maxilla). Occlusion can be defined as the position of the teeth in relation to each other and the position of the jaw relative to the maxilla. This has an influence on posture, via the nervous system and the muscular system. Posture, in turn, has an influence on athletic performance by allowing better maintenance and control of the body. The most common way of modifying occlusion to assess its impact on performance is through the use of jaw repositioning splints.

As a result of extensive research in 4 databases (MedLine, PubMed Central, ProQuest and Science Direct), a total of 15 articles were obtained after applying previously determined inclusion and exclusion criteria.

The results show a clear trend towards an influence of occlusion on sports performance. A more stable occlusion thanks to splints that keep the jaw in more stable positions leads to an improvement in sports performance.

Although there is no consensus, the vast majority of authors reviewed in this paper agree that occlusion has a significant influence on performance. Authors who have stabilized the jaw in a centric or myocentric position note an improvement in performance, while those who have destabilized the jaw note a clear decrease in results.

Occlusion has a clear influence on performance, and thanks to splints, athletes can easily stabilize their jaws and be more efficient on the field.



1.2. Palabras claves

Oclusión, postura, rendimiento deportivo, fuerza muscular, equilibrio y estabilidad, velocidad, férulas

2. Introducción

El rendimiento es la base del deporte y existen diferentes medios para poder optimizarlo. Hoy en día, se pueden tener en cuenta diferentes enfoques para poder aumentar su rendimiento: nutrición, diferentes tipos de entrenamiento, optimización del ritmo de sueño, recuperación con máquinas, optimización del cuerpo, recursos médicos. Cada deportista se debe de tener un cuerpo con un estado de salud máximo para poder dar el máximo sobre el campo. Se entiende esto al nivel estructural (anatomía, huesos, músculos) y también al nivel psicológico. En esta revisión sistemática, se va a estudiar la relación entre el rendimiento deportivo y la oclusión dental.

Con este trabajo se va a conseguir entender mejor cómo funciona esta relación y la influencia que la oclusión tiene sobre el rendimiento deportivo. Se va a estudiar el efecto que puede tener una modificación de la oclusión sobre la práctica del deporte, cual sea el nivel del deportista. Para ello, se estudiará el impacto que tiene el uso de férulas ayudando a tener una idea más clara de cómo optimizar su uso para maximizar el rendimiento de un deportista.

2.1. Oclusión y postura

Para establecer una relación entre oclusión dental y rendimiento deportivo se necesita primero entender cómo se relacionan la oclusión y la postura.

2.1.1. Concepto de oclusión

En primer lugar, se tiene que entender los diferentes esquemas oclusales que se van a detallar en esta parte.

La máxima intercuspidad se podría definir como “la oclusión que realiza el paciente al encajar sus dientes” (1) . Sería la posición de la mandíbula y de los dientes cuando el paciente cierre los dientes de forma habitual.

La situación de líneas medias centradas sería cuando la línea formada por la cara mesial de ambos incisivos centrales superiores coincide con la línea formada por las caras mesiales de ambos incisivos centrales inferiores.

La posición de reposo se podría definir como la posición de la mandíbula respecto al maxilar cuando los músculos están en reposo, generalmente, se traduce con un espacio de 3 o 4mm entre los dientes.

Por fin, posiciones excéntricas son parte de la oclusión dinámica, que se podría definir como “los contactos oclusales que se realizan mientras la mandíbula se mueve en relación con el maxilar”(1). El movimiento puede ser en el plano sagital (desde atrás hacia delante) o en el plano transversal (desde la izquierda hacia la derecha).

2.1.2. Posición de la mandíbula

El factor principal que influye sobre la postura corporal es la posición de la mandíbula. Este es sin duda el factor más relevante en este estudio. Esta determinada por muchos factores que actúan como un conjunto sobre ella. La articulación temporomandibular y sobre todo la posición del cóndilo influye en la posición de la mandíbula: si está en relación céntrica o no (“posición de la mandíbula con respecto al maxilar, con el disco intraarticular en su lugar, cuando la cabeza del cóndilo está contra la parte más superior de la inclinación de la cara distal de la fosa glenoidea” (1)).

La mandíbula también puede estar en posición de reposo fisiológico (o posición miocéntrica), y se puede definir como “la posición de oclusión en la que la mandíbula tiene una contracción muscular isotónica equilibrada” (2). Es decir que corresponde con la posición de la mandíbula cuando los músculos maseteros y temporales presentan la mínima actividad muscular registrada gracias a electrodos. Cuando esta posición está registrada, se fabrica una férula que mantiene la mandíbula en esta posición.

2.1.3. Concepto de postura

El control postural se podría definir como “el acto de mantener, lograr o restablecer un estado de equilibrio durante cualquier postura o actividad y

depende de diferentes habilidades complejas”(3). Es una capacidad de coordinación esencial, tanto en actividades cotidianas como en la práctica de un deporte.

El control postural puede ser influenciado por factores como por ejemplo el cansancio, la fuerza muscular, la propiocepción, la interacción entre la visión y el sistema vestibular, la edad, la presión plantar, o el sistema estomatognatico (3).

2.1.4. Influencia de la oclusión sobre la postura

El estudio de K. Sakaguchi and al. (4), nos permite muy bien entender como la oclusión influye en la postura. Estudia la postura corporal y sus variaciones cambiando el esquema oclusal de los pacientes.

La postura es más estable cuando los dientes son en máxima intercuspidad que con otros esquemas oclusales como: líneas medias centradas, posición de reposo, posición excéntrica, por ejemplo.

Se explica que la posición de los dientes en oclusión envía estímulos nerviosos a las mucosas bucales y al ligamento periodontal, que, a su vez, envían estímulos al trigémino. La posición de los dientes también envía informaciones a la ATM.

Todas estas informaciones recibidas van a ser alteradas si los dientes no se encuentran en máxima intercuspidad. Estas informaciones nerviosas influyen sobre los músculos masticatorios y provocan una disarmonía bilateral si los dientes están en posición excéntrica (solo contacto de los caninos de un lado). Esta disarmonía neuromuscular repercute también sobre los músculos del cuello alterando la posición y estabilidad de la cabeza. Una cabeza inestable va a repercutir sobre la postura de todo el cuerpo, alterando músculos de la pantorrilla (el tríceps sural compuesto por el soleo y los dos gemelos) que son músculos anti-gravitatorios (mantienen el equilibrio y estabilizan las articulaciones, oponiéndose a la gravedad). Entonces, la estabilidad de toda la postura corporal se verá afectada, solo cambiando la oclusión con una modificación de la posición de la mandíbula.

El estudio de S. Julia-Sánchez (3) corrobora que el enlace entre la oclusión y los músculos posturales es un poco más complicada que solo una cadena

muscular entre músculos masticatorios y músculos posturales. Aunque esta cadena existe y tiene un papel en el control de la postura, las alteraciones oclusales tienen también un efecto perturbador sobre el nervio trigémino, que envía informaciones alteradas al sistema nervioso central. Por lo tanto, la influencia de la oclusión sobre la postura no sería solo a nivel muscular a través de la cadena muscular masticatoria postural, sino también sensorial.

En el estudio de K. Sakaguchi (4) midieron la postura gracias al COP (centro de presión de los pies), que es centro de la fuerza vertical que recibe la plataforma de medición. Se puede medir la posición y la distribución de la presión gracias a esta plataforma. Permite conocer el aera de balanceo del cuerpo para medir el equilibrio del paciente, la repartición del peso. Nos indica si el paciente, ante varias condiciones, mueve su centro de gravedad durante el experimento.

Gracias a este estudio de K. Sakaguchi (4), nos damos cuenta de la importancia de la oclusión y de la influencia que puede tener sobre todo el cuerpo y sobre la habilidad de control de la postura.

Lo que podemos notar es que, en el estudio de E.A. Solovykh (5), se estima al 2% la diferencia en el control postural entre la máxima intercuspidadación y la mandíbula en posición de reposo. Como se ha visto en el estudio de K. Sakaguchi (4), este porcentaje sería superior en oclusión céntrica, que es más estable que la máxima intercuspidadación. En la población general, esta influencia del sistema estomatognático se puede considerar como insignificante (3). Pero en el mundo deportivo, puede tener una gran importancia en la optimización del rendimiento deportivo, y puede hacer la diferencia a la hora de determinar el resultado de un partido o de una competición, sobre todo en deporte basados en la postura como el esquí, gimnasia, deportes de combate...

2.1.5. Sistema muscular

Un papel importante está jugado por el sistema muscular, sobre todo los músculos masticatorios como el masetero (desde el arco cigomático hasta el ángulo de la mandíbula), el temporal (de la fosa temporal hasta el apófisis coronoides), y los pterigoideos (medial y lateral). Estos músculos tienen como función elevar y

protruir la mandíbula) (6). Los músculos masticatorios tienen una acción sinérgica con los músculos del cuello y los músculos posturales. Dentro de los músculos anteriores del cuello, están el omohioideo, el esternohioideo y dentro de los músculos posteriores está el trapecio que es uno de los más potentes. En la zona lateral, el músculo principal es el esternocleido-mastoideo (6). Los músculos posturales más importantes son el trapecio y el esternocleido-mastoideo, los músculos dorsales, costales y abdominales. Todos estos músculos trabajan de forma sinérgica, es decir que la acción de un músculo masticatorio, tiene influencia sobre la contracción y la respuesta muscular de los músculos del cuello y de la postura (7). Existe entonces una cadena muscular con todos estos músculos.

Todos estos factores actúan sobre la posición de la mandíbula como algo más complejo que una simple cadena muscular. Es decir que las informaciones se transmiten también a través del sistema nervioso, gracias al nervio trigémino y el núcleo vestibular, el control del equilibrio (7). Todas estas informaciones musculares y nerviosas determinan la posición de la mandíbula, junto con la posición de los dientes entre ellas.

2.2. *Rendimiento deportivo*

Se considera el rendimiento deportivo como “el resultado de un trabajo que no sólo involucra a los deportistas, con sus aptitudes, cualidades o capacidades individuales”(8). Se define como “una actividad colectiva, que moviliza a una pluralidad de actores, instituciones, organizaciones”(8). El objetivo de los deportistas, cual sea el nivel de práctica (desde los clubs amateur hasta los atletas profesionales), el tipo de deporte (colectivo o individual) o el tipo de esfuerzos necesarios para la realización de este deporte (cortos o largos), es de optimizar y mejorar su rendimiento.

Se ve, con esta definición, que se tienen en cuenta una multitud de factores para alcanzar un buen rendimiento. Aquí, se va a centrar en la fuerza muscular, la velocidad, el equilibrio y la estabilidad. Se han elegido éstos porque, juntos, estos factores se necesitan todos o parte en la gran mayoría de las actividades deportivas, permitiendo así cubrir un amplio espectro de deportes.

2.2.1. *Fuerza muscular*

La fuerza muscular se podría definir como la energía producida por un músculo, permitiendo el movimiento del segmento en cuestión contra una resistencia. Existen diferentes formas de fuerza física: excéntrica, concéntrica e isométrica. La fuerza concéntrica se define como la fuerza desarrollada por la contracción muscular cuando la longitud del músculo disminuye, al contrario que la fuerza excéntrica, donde la longitud muscular aumenta. La fuerza isométrica es cuando el músculo mantiene su longitud a lo largo de todo el esfuerzo.

También se puede clasificar la fuerza muscular en función del tipo de esfuerzo que permite realizar: existe la fuerza explosiva, que permite una ejecución rápida y fuerte del movimiento, la fuerza de resistencia que permite hacer movimientos durante un largo periodo de tiempo a intensidad moderada entre otros.

Aunque existen otros tipos de fuerzas que no se van a detallar aquí, es importante entender que el concepto de fuerza muscular es amplio y sirve en todas las disciplinas deportivas. En este artículo, dentro de “fuerza muscular” se incluyen todos los tipos de fuerza existente, no se limita a uno en concreto, así se cubre una gran variedad de movimientos deportivos.

2.2.2. *Velocidad*

La velocidad se define como “la capacidad de mover el cuerpo lo más rápidamente posible en una distancia determinada”(9). En deporte, es la cualidad física que es necesaria para ir más rápidamente que el oponente para tener un tiempo de avance. Es necesaria en una multitud de deportes: los deportes colectivos, deportes de raquetas, pero sobre todo deportes donde el ganador está determinado por el cronómetro (atletismo, natación...).

2.2.3. *Equilibrio y estabilidad*

Los dos últimos factores que se estudian aquí son el equilibrio y la estabilidad y están bastante ligados entre ellos. El equilibrio se podría definir como la

“capacidad de mantener una base de apoyo con un movimiento mínimo”(10). No tiene que confundir con la estabilidad que permite recuperar el estado de equilibrio después de haber sufrido fuerzas exteriores que perturban el cuerpo. En términos deportivos, el equilibrio será la cualidad que permite a un deportista no moverse, resistiendo a los elementos externos, cuando no se mueve. Mientras que la estabilidad será la cualidad que permite al deportista no caerse y resistir a los elementos externos cuando esté en movimiento. Los elementos externos pueden ser: el balón, el oponente, el hecho de correr...

Con estas definiciones, se puede entender bien que los factores elegidos en este estudio son muy amplios y así permiten una cobertura de todas las disciplinas deportivas, y que cada nivel de practica está afectado.

2.3. Postura y rendimiento deportivo

Para establecer la relación entre la oclusión y el rendimiento deportivo, se tiene que estudiar también como la postura influye sobre el rendimiento deportivo. Gracias al artículo de T. Paillard (11), se puede entender muy bien porqué es importante la postura y su control para tener un rendimiento alto.

Existen dos conceptos para T. Paillard (11): el rendimiento postural y la estrategia postural. El rendimiento postural es “la habilidad de mantener el equilibrio del cuerpo en condiciones posturales desafiantes” (11). Esta definición se puede aplicar tanto a situaciones estáticas o bien dinámicas. Por otro lado, la estrategia postural es “la organización espacial y temporal de los diferentes segmentos del cuerpo, así como el grado y el orden de reclutamiento de los diferentes músculos activados” (11). Sería como el deportista gestiona estímulos exteriores que perturban equilibrio y estabilidad corporal.

Se estudiaron tiradores de pistola, y se vio que el control postural es primordial para un buen rendimiento: permite reducir el área de balanceo del cuerpo, así se mueve menos el rifle y los disparos son más precisos. Además, se vio que el control de la postura es superior en deportistas profesionales que en amateur: los profesionales tienen la capacidad de reducir el área de balanceo del cuerpo en las últimos

segundos antes de disparar, lo que los amateur no saben hacer. La misma cosa se ha observado en gimnasia donde los profesionales tienen mejor control postural durante la práctica del deporte que los amateur. En gimnasia también un mejor control postural permite hacer las figuras mejor y por lo tanto tener un rendimiento superior.

“Mas específicas y difícil las habilidades posturales son, más se puede relacionar el rendimiento postural con el nivel de competición” (11). Se entiende que cuanto más alto es el nivel de competición, más importante será el control postural. En efecto, a nivel profesional, todos los deportistas tienen un nivel de práctica muy alto, entonces la diferencia sobre quién gana y quién pierde se hará sobre pequeñas optimizaciones y pequeños detalles, como por ejemplo el control postural, que al final puede hacer una gran diferencia. En el estudio de T. Paillard (11), ha sido posible discriminar surfistas de élite con surfistas amateur, solo con una prueba de postura dinámica sobre un soporte inestable.

Se estudió también el control postural sobre tareas del día a día, comparando deportistas y no deportistas. En tareas básicas, tales como andar y quedarse de pie, se observó un mejor control postural en deportistas que en no deportistas, pero no ha sido posible determinar el nivel de competición de los deportistas.

El rendimiento postural es muy importante y es un factor del rendimiento deportivo, como se ve en este estudio.

En cuanto a la estrategia postural, se ve, siempre en el estudio de T. Paillard (11), que ante un estímulo exterior que perturbe el equilibrio y la estabilidad, los deportistas profesionales tienen una mejor recuperación del equilibrio, una mejor estabilización del cuerpo, una menor área de balanceo y una activación muscular más importante a la hora de restablecer el equilibrio del cuerpo.

También se ha visto que, para estabilizarse, los deportistas profesionales utilizan solo la propiocepción para hacer pequeños ajustes locales, únicamente los que son necesarios. Mientras que los amateur hacen ajustes motores globales utilizando la propiocepción, pero también la visión. Esto resulta en que el 100% de la visión de los profesionales está dedicada a la práctica del deporte y a las informaciones necesarias para un buen rendimiento: balón, oponentes, compañeros de equipo,

análisis del partido, del cronometro... Además, como los amateur hacen ajustes motores globales para mejorar su postura, tienen menos recursos motores para la realización de las tareas exigidas para la práctica del deporte.

Se observa entonces qué profesiones van a tener un mejor rendimiento deportivo gracias a una mejor estrategia postural: menos recursos son empleados (visión, reclutamiento muscular...) para controlar la postura y pueden ser dedicados al análisis del partido y entonces mejorar el rendimiento en comparación con deportistas con un nivel de practica menor.

Este estudio de T. Paillard (11) permite entender que los dos conceptos de rendimiento y estrategia postural son claves para el rendimiento deportivo. En efecto, se ha podido observar diferencias entre deportistas y no deportistas, entre deportistas de elite y deportistas amateur solo con diferencias en la postura o en la gestión de los desequilibrios. Una buena postura es esencial para un buen rendimiento deportivo.

Además, C. Hrysomallis (12) ha encontrado que un buen control postural permite prevenir la aparición de lesiones, sobre todo a nivel de los tobillos. Aunque no relacionado directamente con el rendimiento deportivo, este componente de la postura es muy importante a tener en cuenta para un deportista.

2.4. Férulas

En esta revisión, se va a estudiar la relación entre la oclusión y el rendimiento deportivo. Los artículos seleccionados, en su mayoría, estudian la oclusión y el impacto que tiene la modificación de dicha oclusión a través del uso de férulas. El termino de férula se refiere "a cualquier aparato de ajuste oclusal extraíble y/o artificial que afecta a la relación de la mandíbula con los maxilares. La finalidad de los OS no es la protección de los dientes, como las férulas regulares, sino la estabilización de la articulación" (13).

Las férulas van a modificar la dimensión vertical y reposicionar la mandíbula respecto al maxilar con la estabilización de la ATM. En este artículo se dice que la alteración de la oclusión, en este caso mediante férula, tiene un efecto sensorial sobre el trigémino y el sistema nervioso central. Esta afirmación se aproxima a las

observaciones realizadas por S. Julia Sánchez (3) y de K. Sakaguchi (4) sobre la influencia tanto muscular como sensorial de la oclusión sobre la actividad muscular.

En el estudio de A. Dias (13), se estudia la influencia que tienen las férulas oclusales sobre la fuerza muscular. Se ve que el uso de férulas conlleva una mejor activación muscular del cuerpo y un aumento de la fuerza muscular isométrica de la parte superior del cuerpo, es decir la fuerza de contracción estática del músculo.

Las férulas pueden servir para comprobar la influencia de la posición de la mandíbula, fijándola en una determinada condición, como por ejemplo los cóndilos en posición céntrica, en posición de reposo fisiológico o en máxima intercuspidad, como se ha explicado antes.

Existen tres formas de adaptar férulas. Las férulas pueden ser estandarizadas, es decir que no tienen ningún tipo de adaptación a la boca del paciente. Pueden ser semi adaptables termo formadas, se refiere a férulas que tienen una forma predeterminada, que se pueden calentar para que se vuelvan blandas y así tener un cierto grado de adaptación a la boca del paciente. El último tipo de férulas, son férulas personalizadas, que se adaptan perfectamente a la boca del paciente. Se necesita tomar impresiones de las arcadas y se fabrican en laboratorio. Permiten el grado de adaptación más grande posible.

Esto interesa particularmente esta revisión, porque significa que el uso de férulas oclusales mejora entonces la fuerza de los músculos del cuello y del tronco, esenciales en el control postural.

3. Justificación, hipótesis y objetivos

Con todos estos estudios vemos que la oclusión tiene un papel importante en la postura y que la postura es esencial para un buen rendimiento deportivo. A partir de allí, podemos hacer el enlace entre la oclusión y el rendimiento deportivo, que se va a estudiar en esta revisión de literatura. Se va a centrar en factores del rendimiento determinados previamente (velocidad, fuerza muscular, equilibrio y estabilidad) que han sido elegidos por su utilidad en todas las disciplinas deportivas y a todos los niveles de competición.

Los artículos incluidos en esta revisión sistemática estudian la relación entre la oclusión dental y rendimiento deportivo, pero todos están muy centrados en aspectos muy precisos y concretos que sean oclusales o sobre un factor del rendimiento deportivo. Con los factores del rendimiento que se han elegido, se podrá tener una idea más extensa sobre esta relación. Entonces, la justificación de este trabajo sería de aportar información sobre la relación entre oclusión dental y rendimiento deportivo desde una visión amplia que incluye todas las disciplinas y niveles deportivos.

La hipótesis de este trabajo es que la oclusión dental influye sobre ciertas capacidades físicas de las que depende el rendimiento deportivo.

El objetivo general del presente trabajo es de estudiar la relación entre oclusión dental y rendimiento deportivo. Como objetivos específicos, este trabajo quiere:

- Determinar en qué medida y de qué forma afecta el uso de férulas a deportistas
- Analizar en qué medida la oclusión dental es importante para el rendimiento deportivo

4. *Materiales y métodos*

Esta revisión sistemática se ha realizado siguiendo el protocolo PRISMA (preferred reporting items for systematic review and meta-analysis) 2020.

4.1. *Criterios de elegibilidad*

Para orientar la búsqueda, se ha utilizado la estrategia PICO (Population, Intervention, Comparator, Outcome) que esta resumida en la tabla 1.

Parámetro PICO	Criterio de inclusión
Población	Deportistas sin patología previa de ATM entre 15 y 40 años
Intervención	Modificación de la oclusión
Comparación	
Outcome	Análisis de la influencia de la oclusión sobre la fuerza muscular, la velocidad, el equilibrio y la estabilidad

Tabla 1: Estrategia PICO

Como criterios de inclusión, se han seleccionados solo artículos publicados en los 10 últimos años (desde 2011) y con sujetos humanos sin diferenciar hombres y mujeres. Se han seleccionado artículos de investigación, ensayos clínicos y casos clínicos. Se ha incluido también artículos que hablaban de deporte con sujetos deportistas entre 15 y 40 años de edad, estudiando los factores del rendimiento deportivo siguientes: “muscular strength” (fuerza muscular), “speed” (velocidad), “balance” (equilibrio), y “stability” (estabilidad). Todos los artículos encontrados en MedLine/PMC, ProQuest y Science Direct se incluyeron.

Las palabras se comprobaron utilizando los tesauros MeSH y DeCS (Tabla 2).

	MeSH	DeCS	Palabras claves
Dental occlusion	“Dental occlusion”	“Dental occlusion”	Dental occlusion
Muscular strength			Muscular strength
Speed			Speed
Balance	“Postural balance”	“Postural balance”	Balance
Stability	“Core stability”		Stability
Sports	“Sports”	“Sports”	Sports

Tabla 2: Palabras claves en los tesauros MeSH y DeCS

Como criterios de exclusión, no se seleccionaron artículos con sujetos no deportistas, incluyendo los con “pacientes físicamente activos”. Se quitaron también artículos con pacientes con patologías previas de la articulación temporo-mandibular. Tampoco entraron las revisiones sistemáticas, las meta-análisis y los casos clínicos únicos en los criterios de esta revisión sistemática.

4.2. ***Fuente de información y estrategia de búsqueda***

Como fuentes de información, se utilizaron cuatro bases de datos electrónicos: PubMed Central, MedLine, ProQuest y Science Direct. Se ha realizado esta revisión sistemática buscando artículos gracias a estas cuatro bases de datos. Se quería entender bien, gracias a estos artículos, la relación entre la oclusión dental y algunos factores de rendimiento deportivo que se ha detallado en la introducción (velocidad, fuerza muscular, equilibrio y estabilidad).

Se utilizaron las siguientes bases de datos: MedLine, PubMed Central, ProQuest y Science Direct. Se han elegido estas bases de datos porque están entre las más amplias en términos de número de publicaciones. Como palabras claves, se eligieron palabras que permitieran encontrar artículos sobre cualquier factor del rendimiento deportivo, aunque solo uno de ellos estuviese presente en el artículo. La combinación de palabras fue: “((((muscular strength) OR speed) OR balance) OR stability) AND dental occlusion) AND sport”. Se ha relacionado los factores del rendimiento con la

occlusion y con el deporte. Se filtra con “10 años” y “humanos”. Solo se han seleccionado los artículos completos que son de libre acceso.

En las bases de datos MedLine y PubMed Central, se introdujeron las palabras claves y los filtros mencionados. En la búsqueda, aparecieron un total de 20 artículos en MedLine y 506 en PMC. En ProQuest, se introdujeron las mismas palabras claves y los mismos filtros añadiendo “publicaciones académicas” como filtro y han aparecido 674 artículos. En Science Direct, se han utilizado las mismas palabras claves y los mismos filtros añadiendo como filtros “research articles” y “medicine and dentistry” como área de búsqueda y se ha encontrado 87 artículos en total. En total, acumulando las bases de datos, se obtuvieron 1287 artículos (Tabla 3).

Base de datos	Búsqueda	Numero de artículos	Fecha
MedLine	((((muscular strength) OR speed) OR balance) OR stability) AND dental occlusion) AND sport”	20	11 / 11 / 2021
PubMed Central		506	24 y 25 / 10 / 2021
ProQuest		674	8 / 11 / 2021
Science Direct		87	12/11/ 2021

Tabla 3. Resumen de las búsquedas

En la búsqueda general se obtuvieron 25 artículos. A partir de estas búsquedas, se han seleccionado los artículos adecuados con los criterios de inclusión y de exclusión elegidos gracias a la lectura de los títulos y de los abstracts. Se han eliminado los artículos fuera de estos criterios o sin relevancia para esta revisión sistemática. Tras la aplicación de los criterios de búsqueda y tras la lectura crítica, se seleccionaron finalmente 14 artículos. Se ha encontrado otro artículo en una bibliografía, sumando 15 artículo en total.

4.3. *Proceso de selección de los estudios*

Se ha realizado una cruzada de búsqueda de artículos gracias a dos observadores exteriores (L.F. y M.F.S) para confirmar la selección final de los artículos y la validez de la búsqueda y de los criterios de inclusión y exclusión. Para realizar esta verificación de búsqueda, se enviaron a L.F. los 25 artículos de la búsqueda general y todos los criterios de inclusión y exclusión. Dentro de estos artículos, realizó una selección de los artículos que deberían de entrar en la revisión. Se han comparado la selección de L.F. con la selección realizada para realizar esta revisión. Las dos listas finales correspondían, entonces se han elegido estos artículos para seguir el trabajo.

4.4. *Extracción de los datos*

En los artículos seleccionados, se va a recopilar algunos datos para contestar a los objetivos planteados al principio en la introducción:

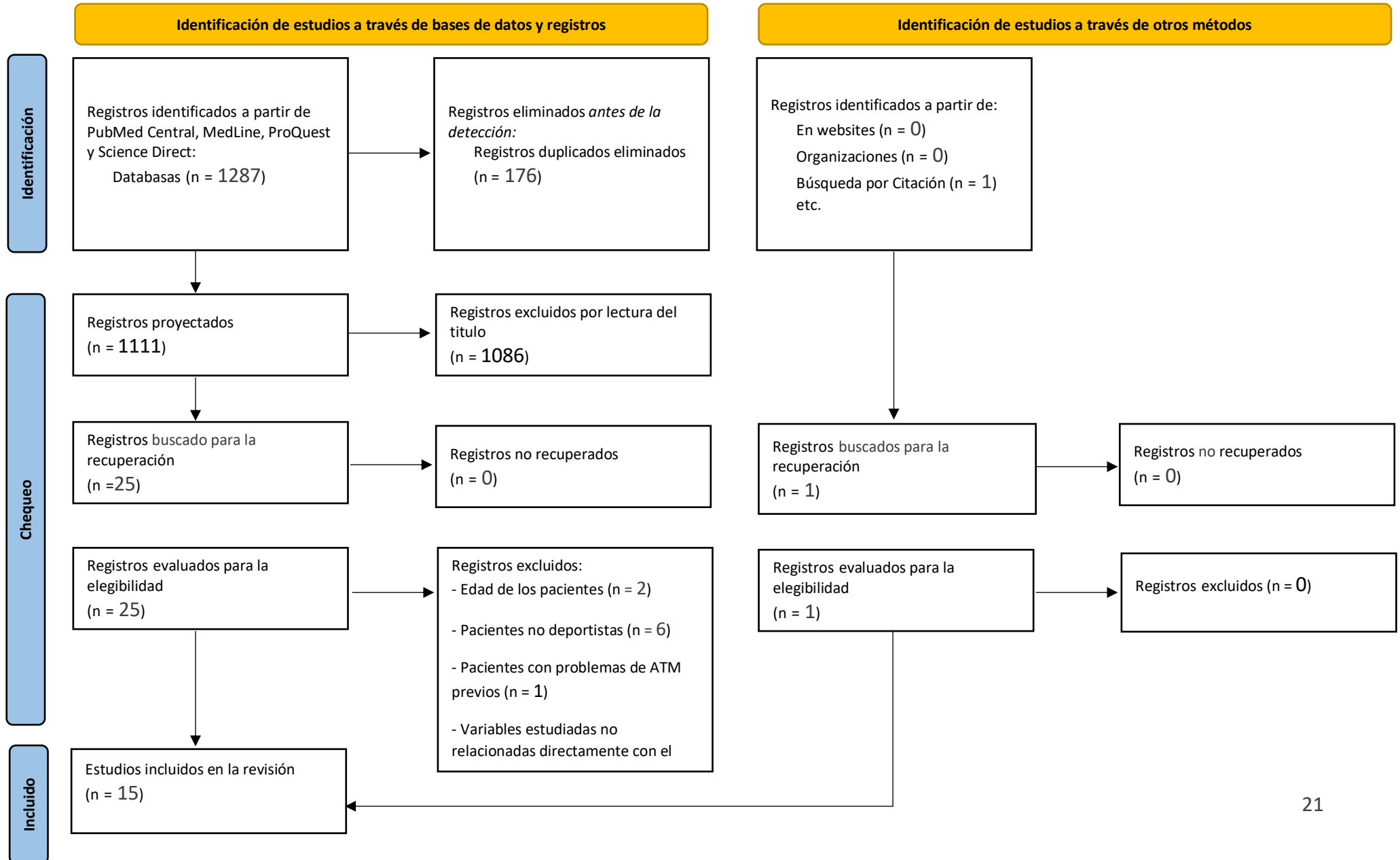
- Título del artículo y tipo de publicación.
- Autor y fecha de publicación del artículo.
- Objetivos del artículo.
- Deporte de predilección de los participantes al estudio.
- Población estudiada (número de deportistas / nivel de practica / sexo / edad media).
- Qué tipo de condición oclusal / modificación de la oclusión se ha estudiado y si se ha hecho mediante el uso de férula y que tipo de férula.
- El factor del rendimiento deportivo estudiado.
- Resumen de los resultados del experimento.

4.5. *Riesgo de sesgo*

Se realizará el análisis de los sesgos gracias a la guía CASPe para ensayos clínicos.

5. Resultados

5.1. Flow Chart



5.2. **Tabla de resultados**

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“The correlation between dental occlusion and posture is different in trained versus nontrained subjects” (14)</p> <p>Estudio comparativo</p>	<p>D. Alpini y cols.</p> <p>2012</p>	<p>Determinar si se puede registrar un cambio de postura tras un cambio de oclusión y si este cambio puede depender del nivel de entrenamiento en sujetos normales</p>	<p>Atletismo</p>	<p>2 grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10 sujetos normales, 8♂ y 2♀ (26.5 años como edad media) - 10 deportistas, 8♂ y 2♀ (26.5 años como edad media) 	<p>Desprogramación con rollos de algodón</p>	<p>Equilibrio</p>	<p>Equilibrio: mantenido gracias al sistema somatosensorial y vestibular respecto al grupo de sujetos no deportistas en condiciones normales.</p> <p>Con rollos de algodón: aumento de la regulación del equilibrio con el sistema somatosensorial.</p> <p>En el grupo de deportistas: rollos de algodón → reorganización del sistema sensorial, aumentando el control visual y disminuyendo el control con el sistema somatosensorial.</p>
<p>“Prediction of Ergogenic Mouthguard Effects in Volleyball: A Pilot Trial” (15)</p> <p>Estudio piloto</p>	<p>A. Schulze y cols.</p> <p>2019</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar la influencia de un protector bucal sobre la precisión de movimientos propios al voleibol - Predecir el efecto de protectores bucales sobre la actividad muscular de los músculos masticatorios 	<p>Voleibol</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 15 ♀ y 13 ♂ - 25.2 años como edad media - Sin ninguna historia de patología bucal / ATM 	<p>Protector bucal semi-ajustable</p>	<p>Rendimiento específico al voleibol (paso superior, paso inferior, saque)</p>	<p>* Precisión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento significativo: 64/100 sin protector bucal, 68,6/100 con protector bucal.

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“Effects of the lower jaw position on athletic performance of elite athletes” (16)</p> <p>Estudio de medidas repetidas aleatorizado</p>	<p>JP. Haughey y cols.</p> <p>2020</p>	<p>Evaluar si la posición de la mandíbula impacta al rendimiento deportivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fútbol gaélico - Boxeo - Hockey 	<p>- 15 deportistas, desde amateur de elite hasta profesional</p>	<p>Férula en posición de reposo fisiológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza muscular - Equilibrio y estabilidad - Flexibilidad 	<p>La férula produjo un aumento de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5,8% en fuerza de la parte inferior del cuerpo (salto 48,97cm con la férula contra 46,29cm sin la férula) - 10% en fuerza de la parte superior del cuerpo - 14% en flexibilidad en el tendón de la corva - 4,8% en equilibrio y estabilidad
<p>“Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study” (17)</p> <p>Estudio piloto</p>	<p>E. Leroux y cols.</p> <p>2018</p>	<p>Investigar si modificaciones en la oclusión tienen una correlación con alteraciones en la postura y en el rendimiento deportivo</p>	<p>Remo</p>	<p>7 remos de elite entre 15 y 17 años, 3 ♀ y 4 ♂</p>	<p>3 dispositivos para modificar la oclusión:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la dimensión vertical de 1mm - Aumento de la dimensión vertical de 2mm - Deflexión de la mandíbula de 4mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Equilibrio - Impacto muscular (simetría de la contracción y fuerza) 	<p>*Fuerza muscular:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de 107W con modificación de la dimensión vertical - Disminución de 17,7% con deflexión de la mandíbula <p>*Simetría de las contracciones musculares</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de 14,3% hasta 85,7% de contracciones asimétricas <p>*Equilibrio</p> <ul style="list-style-type: none"> - En las condiciones, el equilibrio fue alterado con los ojos cerrados - Con los ojos abiertos, los parámetros del equilibrio no han sido alterados significativamente. - Con la deflexión de la mandíbula, se observó una mayor dispersión de los parámetros del equilibrio

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“Influence of occlusal splint on competitive athletes performances” (18)</p> <p>Ensayo clínico</p>	<p>V. D’Ermes y cols.</p> <p>2012</p>	<p>Analizar cambios en el rendimiento de atletas de elite, antes y después de la aplicación de un dispositivo intraoral</p>	<p>- Natación - Boxeo - Rugby</p>	<p>- 7 atletas (1 ♀ y 6 ♂) de nivel nacional e internacional - 25 años como edad media</p>	<p>Férula con cóndilos en relación céntrica</p>	<p>- Equilibrio - Velocidad</p>	<p>Natación: - 7 segundos más rápido para uno y 2 segundos más rápido para el otro con la férula</p> <p>Para el boxeo y el rugby, las pruebas no eran específicas al deporte, se hizo 1350m en 6 minutos (13,5 km/h constante) y se mido la frecuencia cardiaca y el ácido láctico 1 minuto después de la prueba:</p> <p>* Boxeo: - 140bpm y 2,7 ml/mol sin la férula - 119bpm y 2,4 ml/mol con la férula</p> <p>* Jugador de rugby 1: - 165bpm y 11,6 ml/mol sin la férula - 148bpm y 10,8 ml/mol con la férula</p> <p>* Jugador de rugby 2: - 151bpm y 5,3 ml/mol sin la férula - 137bpm y 8,1 ml/mol con la férula</p> <p>* Jugador de rugby 3: - 169bpm y 8,7 ml/mol sin la férula - 154bpm y 6,7 ml/mol con la férula</p> <p>* Jugador de rugby 4: - 174bpm y 10,1 ml/mol sin la férula - 105bpm y 8,4 ml/mol con la férula</p> <p>- Mejoramiento medio de 3% en la prueba de equilibrio</p>

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“The Effect of Wearing a Customized Mouthguard on Body Alignment and Balance Performance in Professional Basketball Players” (19)</p> <p>Ensayo clínico</p>	<p>HJ. Nam y cols.</p> <p>2020</p>	<p>Examinar los efectos a corto (llevando el protector) y largo plazo (8 semanas) de llevar un protector bucal personalizado sobre el alineamiento del cuerpo y el equilibrio y estabilidad jugando al baloncesto</p>	<p>Baloncesto</p>	<p>- 23 jugadores profesionales de baloncesto (23 ♂)</p> <p>- 25,8 años como edad media</p>	<p>Protector bucal personalizado</p>	<p>- Equilibrio</p> <p>- Estabilidad</p>	<p>* Alineamiento del cuerpo</p> <p>- Mejoramiento significativo de la torsión pélvica tanto a corto como a largo plazo</p> <p>- Mejoramiento significativo del ángulo cifótico a los 8 semanas</p> <p>* Equilibrio (área de balanceo)</p> <p>- Pie derecho: 1502,4mm² (sin protector) → 660,3mm² (tratamiento agudo) → 374,8mm² (8 semanas llevando el protector)</p> <p>- Pie izquierdo: 1738,8mm² (sin protector) → 563,2mm² (tratamiento agudo) → 300,2mm² (8 semanas llevando el protector)</p> <p>* Estabilidad (área de balanceo)</p> <p>- Pie derecho: 1400,2mm² (sin protector) → 847mm² (tratamiento agudo) → 595,6mm² (8 semanas llevando el protector)</p> <p>- Pie izquierdo: 1449,3mm² (sin protector) → 819,6mm² (tratamiento agudo) → 562,8mm² (8 semanas llevando el protector)</p>

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“The influence of the stomatognathic system on explosive strength: a pilot study” (20)</p> <p>Estudio piloto</p>	<p>A. Patti y cols. 2015</p>	<p>Examinar la influencia de la articulación temporo-mandibular sobre la fuerza explosiva de los miembros inferiores</p>	<p>Futbol</p>	<p>- 60 jugadores (60 ♂)</p>	<p>- Boca abierta - Boca cerrada</p>	<p>Fuerza explosiva</p>	<p>La altura media de los squats jumps era de 38,5 cm con la boca cerrada, y de 40,41 cm con la boca abierta</p>
<p>“The Role of Dental Occlusion and Neuromuscular Behavior in Professional Ballet Dancers’ Performance: A Pilot Study” (21)</p> <p>Estudio piloto</p>	<p>H. Didier y cols. 2021</p>	<p>Examinar si un cambio en los contactos oclusales puede aumentar el rendimiento de los bailarines</p>	<p>Danza ballet</p>	<p>- 20 atletas (16 ♀ y 4 ♂) - 18 años como edad media</p>	<p>Férula de ajuste neuromuscular con la mandíbula en posición fisiológica</p>	<p>- Equilibrio - Estabilidad</p>	<p>*Al momento del estudio: El equilibrio y la estabilidad aumentan con el uso de la férula</p> <p>*Después de 6 meses de uso de la férula: Disminución de la asimetría durante la contracción muscular</p>

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“Effect of a sports mouthguard on the functional range of motion of the spine and the upper body posture in taekwondo” (22)</p> <p>Ensayo clínico</p>	<p>D. Ohlendorf y cols.</p> <p>2021</p>	<p>Averiguar si, en los taekwondos profesionales, la postura se puede ver afectada por dos diferentes bloques que modifican la oclusión, frente a la oclusión habitual</p>	<p>Taekwondo</p>	<p>- 12 atletas del equipo nacional de Alemania de taekwondo (5 ♀ y 7 ♂)</p> <p>- 24 años como edad media</p>	<p>- Férula que los atletas llevaban antes: uso para la protección, sin ajuste oclusal,</p> <p>- Férula individualizada: cóndilos en relación céntrica</p>	<p>- Postura</p> <p>- Rendimiento específico al taekwondo</p>	<p>* Postura</p> <p>- Disminución significativa de la longitud del tronco (482mm con la férula y 489mm sin la férula)</p> <p>* De pie</p> <p>- Todas las medidas realizadas (extensión, flexión, torsión) tienen diferencias significativas entre situación donde no llevan nada y la férula no adaptada, y la férula no adaptada y la férula personalizada.</p> <p>* Ataque</p> <p>- Diferencia significativa en extensión, flexión y torsión de la columna vertebral torácica (303, 54mm / 299,7mm / 349,7mm lado izquierdo, 304,28mm / 301,8mm / 311,54mm lado derecho)</p> <p>- Posición simétrica de la columna vertebral torácica</p> <p>- Férula personalizada mejora flexión, flexión lateral derecha y torsión lateral derecha</p> <p>* Defensa</p> <p>- Extensión, flexión y torsión tienen diferencias significativas entre situación donde no llevan nada y la férula no adaptada, y la férula no adaptada y la férula personalizada.</p>

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“Effects of jaw clenching wearing customized mouthguards on agility, power and vertical jump in male high-standard basketball players” (23)</p> <p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>B. Buscá y cols. 2017</p>	<p>Investigar los efectos del apretamiento de la mandíbula en diferentes mediciones de agilidad, fuerza y parámetros de rendimiento entre jugadores de baloncesto masculinos de alto rendimiento, usando o no una férula de alineación de mordida personalizada</p>	<p>Baloncesto</p>	<p>- 13 jugadores de baloncesto profesionales - 21,07 años como edad media</p>	<p>- Férula con la mandíbula en posición céntrica</p>	<p>- Fuerza - Salto - Agilidad</p>	<p>* Prueba de agilidad: - 4/13 han respondido positivamente al uso de la férula - La diferencia de resultados no es significativa</p> <p>* Prueba de fuerza - 4/13 han respondido positivamente al uso de la férula - La diferencia de resultados no es significativa (porque la pruebas se han hecho con cargas habituales)</p> <p>* Prueba de salto: - 7/13 han respondido positivamente al uso de la férula - Altura de salto sin los brazos: aumenta de 35,8 a 36,9 cm y la fuerza desarrollada de 1160 a 1184W - Altura de salto con los brazos: aumenta de 44,6 a 46,2 cm y la fuerza desarrollada de 1306 a 1324W</p> <p>Todos los jugadores han respondido positivamente al menos una de las pruebas</p>

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“Effects of wearing a customized bite-aligning mouthguard on powerful actions in highly trained swimmers” (24)</p> <p>Estudio de medidas repetidas aleatorizado</p>	<p>A. Miró y cols. 2021</p>	<p>Investigar los efectos de una férula que alinea la mordida mientras apretando la mandíbula a en natación en contraste con otras dos condiciones: no apretar la mandíbula y apretar la mandíbula sin férula.</p>	<p>Natación</p>	<p>- 8 deportistas de nivel internacional - 23,25 años como edad media</p>	<p>- Férula personalizada en posición céntrica</p>	<p>Rendimiento específico a la natación</p>	<p>* Start - No diferencia significativa entre cualquiera de las condiciones</p> <p>* Salto vertical - Diferencia significativa en la altura del salto entre la férula y no apretar la mandíbula (0,26m contra 0,28m) - No diferencia significativa en la fuerza desarrollada durante el salto</p> <p>* Banco de natación - Diferencia significativa en el tiempo para alcanzar la fuerza máxima (79ms contra 84,5ms) entre la férula y la mandíbula apretada</p>
<p>“Effects of Dental Occlusion on Body Sway, Upper Body Muscle Activity and Shooting Performance in Pistol Shooters” (25)</p> <p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>A. Dias y cols. 2018</p>	<p>Examinar efectos de la oclusión sobre balanceo del cuerpo, actividad muscular de las extremidades superiores y precisión de tiro</p>	<p>Tiro al pistola</p>	<p>- 13 atletas de nivel nacional (13 ♂) - 38,8 años como edad media</p>	<p>- Férula con cóndilos en posición céntrica - Férula placebo</p>	<p>- Equilibrio - Actividad muscular - Rendimiento específico</p>	<p>* Equilibrio: - No diferencia significativa entre las condiciones</p> <p>* Actividad muscular: - No diferencia significativa entre las condiciones</p> <p>* Rendimiento específico: - No diferencia significativa entre las condiciones</p>

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“Influence of Vertical Dimension of Occlusion on Peak Force During Handgrip Tests in Athletes” (26)</p> <p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>G. Battaglia y cols. 2018</p>	<p>Evaluar los cambios en la prensión isométrica de la mano, antes y después de la aplicación de una férula oclusal, en atletas de artes marciales</p>	<p>Taekwondo Ju-jitsu Karate</p>	<p>- 9 atletas de taekwondo - 10 de ju-jitsu - 6 de karate - 20,9 años como edad media</p>	<p>Férula que aumenta la dimensión vertical</p>	<p>Fuerza máxima de prensión (fuerza muscular isométrica)</p>	<p>- La prensión tiene diferencias significativa en la mano dominante entre la condición con la férula y sin la férula (39,39kg contra 37,77kg) - En la mano no dominante la diferencia no ha sido significativa - La diferencia para la mano dominante más significativa ha sido para el taekwondo (45,53kg contra 42,03kg)</p>
<p>“Strength improvements through occlusal splints? The effects of different lower jaw positions on maximal isometric force production and performance in different jumping types” (27)</p> <p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>C. Maurer y cols. 2018</p>	<p>Dos hipótesis: - Férulas de posición céntrica y de posición miocéntrica mejoran el rendimiento - Las relaciones musculares se ven más simétricas llevando las férulas</p>	<p>Jogging</p>	<p>- 23 corredores amateurs - 34 años como edad media</p>	<p>- Oclusión habitual - Férula con cóndilos en posición céntrica - Férula con cóndilos en posición miocéntrica - Férula con los dientes en máxima intercuspidadación</p>	<p>Fuerza muscular</p>	<p>* Prueba de salto - La condición oclusal con más impacto es la férula con cóndilos en posición miocéntrica (el squat jump es 1,5cm más alto comparado a la máxima intercuspidadación) - La segunda condición más significativa es la posición céntrica * Prueba de fuerza máxima - Aumento de la extensión del tronco y de la fuerza máxima de las piernas con los cóndilos en posición miocéntrica (225Nm en oclusión habitual contra 252Nm con los cóndilos en posición miocéntrica y 2162N a la prensa en máxima intercuspidadación contra 2365,5N con los cóndilos en posición miocéntrica) - La segunda condición más significativa es la posición céntrica * Relación entre los músculos - No cambios entre los 4 condiciones</p>

Título del artículo / Tipo de artículo	Autor / Fecha de publicación	Objetivo del artículo	Deporte	Población	Modificación de la oclusión / férula	Factor de rendimiento estudiado	Efecto sobre el rendimiento
<p>“The effects of mouthguards on the athletic ability of professional golfers” (28)</p> <p>Ensayo clínico</p>	A. Pae y cols. 2013	Estudiar el uso de férulas sobre el rendimiento de jugadores de golf profesionales	Golf	<ul style="list-style-type: none"> - 8 jugadores de golf profesionales (3 ♀ y 5 ♂) - 20,5 años como edad media 	<ul style="list-style-type: none"> - Férula con cóndilos en posición céntrica - Férula con contacto molar unilateral 	Rendimiento específico al golf	<ul style="list-style-type: none"> * Férula con los cóndilos en posición céntrica - Velocidad del club: 109,49mph en oclusión habitual contra 111,77mph con la férula - Distancia del golpe: 189,43yd en oclusión habitual contra 191,83yd con la férula * Contacto molar unilateral - Velocidad del club ha disminuido hasta 107,73mph - Distancia del golpe ha disminuido hasta 184,61yd

5.3. Valoración de la calidad

	D. Alpini and al. (14)	A. Schulze and al. (15)	JP. Haughey and al. (16)	E. Leroux and al. (17)	V. D'Ermes and al. (18)	HJ. Nam and al. (19)	A. Patti and al. (20)	H. Didier and al. (21)	D. Ohlendorf and al. (22)	B. Buscá and al. (23)	A. Miró and al. (24)	A. Díaz and al. (25)	G. Battaglia and al. (26)	C. Maurer and al. (27)	A. Pae and al. (28)
¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?	NO SE	SI	SI	SI	NO SE	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO SE
¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se mantuvo el cegamiento a: - Los pacientes - Los clínicos - El personal del estudio	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	SI	NO SE	NO SE	A los pacientes	NO SE	NO SE	A los pacientes
¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Es muy grande el efecto del tratamiento?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
¿Cuál es la precisión de este efecto?	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE	NO SE
¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Se ve que la principal fuente de sesgos reside en el cegamiento del estudio, que en la mayoría de los artículos no se precisa si existe cegamiento o no (80% de los artículos). También la precisión del efecto es difícil de valorar porque cada estudio realiza un gran número de mediciones. Pero se ve que el 100% de los estudios tienen una pregunta investigación clara con un seguimiento correcto y que 73% tienen una aleatorización de la asignación de los pacientes a los tratamientos (el estudio donde no se ha realizado era para no interferir con la competición de los deportistas). Aunque no sean perfectos estos estudios tienen un nivel de sesgo relativamente bajo.

5.4. *Síntesis resultados*

Todos los artículos que se han resumido en la tabla estudian la relación entre la oclusión y el rendimiento deportivo. Intentan hacer el enlace entre una modificación de la oclusión y el impacto que este cambio tendrá sobre el rendimiento deportivo. Se estudian varias condiciones oclusales y diferentes factores del rendimiento deportivo a través de pruebas adecuadas para poder medir con precisión el impacto.

Vemos que el impacto es significativo y se traduce en mejoras sustanciales para el rendimiento: únicamente un artículo sobre los 15 que se han seleccionado no tiene resultados significativos positivos. De los otros 14 artículos todos encuentran que una estabilización de la oclusión permite mejorar el rendimiento de forma significativa. Todos los factores del rendimiento elegidos se ven afectados positivamente con resultados significativos: la fuerza en 6 artículos, el equilibrio y la estabilidad en 7 artículos, la velocidad en 1 artículo y el rendimiento específico en 5 artículos.

Para la fuerza, se hizo la prueba de salto en 5 artículos. Buscá (23) y Miró (24), han medido con una férula que reposiciona la mandíbula en posición céntrica. Haughey (16) y Maurer (27), han medido con una férula que posiciona la mandíbula en una posición de reposo fisiológico (o posición miocentrica) y Patti (20), ha medido la diferencia entre la boca cerrada y abierta. En cuanto al equilibrio y la estabilidad, Leroux (17) (deflexión de la mandíbula), D'Erme (18) (relación céntrica), Nam (19) (protector bucal personalizado) encontraron un mejoramiento del equilibrio y de la estabilidad midiendo el área de balanceo sobre una plataforma estabilométrica. Didier (21) y Haughey (16) también encontraron una mejora pero con pruebas diferentes. Dias (25) no ha visto una mejora de estos factores y Alpini (14) ha intentado explicar más estos resultados. La velocidad aumenta en el artículo de D'Erme (18) con la oclusión modificada en oclusión céntrica. Para el rendimiento específico, Pae (28) (golf), Miró (24) (natación) y Ohlendorf (22) (taekwondo) han medido un aumento del rendimiento específico con la mandíbula en relación céntrica. Con un protector semi-ajustable, Schulze (15) también ha visto una mejora para el voleibol. Pero en relación céntrica, Dias (25) no ha notado un aumento significativo del rendimiento específico.

En cuanto al uso de férulas, 14 de los 15 artículos eligen este medio para provocar una modificación de la oclusión: 7 artículos utilizan férulas de reposición céntrica (18,22–25,27,28), 3 artículos utilizan férulas de reposición miocéntrica (16,21,27), que son las formas más interesantes en términos de resultados y de aplicación para los deportistas. De estos artículos, solo 1 no observa un impacto positivo con una estabilización de la mandíbula. 11 artículos utilizan férulas para intentar estabilizar la mandíbula y observa un impacto positivo y 3 artículos utilizan férulas que desestabilizan la mandíbula para observar un impacto negativo.

6. Discusión

Gracias a todos estos resultados, se puede analizar y comparar los artículos entre ellos con el fin de contestar a los objetivos planteados al inicio del trabajo.

Se puede ver que el factor de rendimiento más estudiado es la fuerza muscular, en sus diferentes formas.

Así pues, para evaluar el impacto que tiene la oclusión sobre la fuerza, se ha utilizado mayoritariamente la prueba de salto. Los deportistas saltan con y sin la férula para medir la diferencia de altura del salto. El salto es un gesto deportivo muy útil en un multitud de deportes y es uno de los gestos de fuerza explosiva por excelencia. Se ha encontrado 5 estudios que han utilizado la prueba de salto: el de Haughey (16), de Patti (20), de Buscá (23), de Miró (24) y de Maurer (27). En todos ellos, se ha demostrado una mejora en la altura del salto.

Se ve que, cual sea la modificación de la oclusión que se realiza, la altura del salto mejora. Se podría explicar, porque la mandíbula está en una posición mucho más estable. Como se ha explicado en la introducción, conlleva con una estabilidad muscular y entonces libera recursos para un mejor gesto deportivo. En el caso de Buscá (23), se podría explicar la diferencia de altura del salto por el hecho de que, con la boca cerrada, el deportista utiliza fuerza muscular, impulso nervioso y concentración para quedarse con la boca cerrada y entonces pierde recursos para saltar más alto.

Todos los deportistas de los estudios previos han hecho el mismo tipo de salto, es decir un salto en contra-movimiento, lo que significa que el movimiento empieza con las piernas extendidas y podían tomar un impulso doblando las piernas, pero sin mover los pies. Algunos tenían ayuda de los brazos (23) (20), otro no (24), y dos estudios no lo especifican (16) (27). Entonces no se pueden comparar al cien por cien los resultados. Pero vemos que cual sea la condición oclusal estudiada y cual sea el tipo de salto realizado, existe un aumento significativo de la altura de salto.

Leroux (17) y Maurer (27), en sus estudios han medido la fuerza de las piernas con la leg press. Ambos tienen resultados significativos en cuanto a la influencia de la oclusión sobre el rendimiento. El estudio de Maurer (27) es el único que

nos permite saber cuál es más eficaz entre una férula miocéntrica y una de relación céntrica. Ha medido la altura del salto, la extensión del tronco y la fuerza máxima de las piernas. Para cada una de estas medidas, el mejor resultado era con la férula miocéntrica. El aumento del rendimiento era también significativo en relación céntrica en comparación con la máxima intercuspidad, pero era menor que la férula miocéntrica.

Aquí, se podrían explicar los resultados del estudio de Leroux (17) por una inestabilidad de la mandíbula con la dimensión vertical aumentada. El aumento de la dimensión vertical desplaza los cóndilos en la fosa glenoidea, alterando simultáneamente la estabilidad de la mandíbula y el mensaje eléctrico nervioso enviado por el trigémino, que son los dos factores principales de la disminución del rendimiento.

La influencia del aumento de la dimensión vertical sobre la fuerza ha sido estudiada también por Battaglia (26), pero midiendo la fuerza de presión de las manos. Aunque las pruebas de fuerza no son comparables entre Leroux (17) y Battaglia (26), se puede ver que, en ambos estudios, el aumento de la dimensión vertical tiene un efecto nefasto sobre el rendimiento y va en el sentido de que la oclusión influye mucho en el rendimiento deportivo.

También, con los cóndilos en relación céntrica o miocéntrica, los músculos están más relajados, y cuanto más relajado está un músculo, más poder de contracción tiene porque más grande es el delta entre su nivel de contracción al reposo y su fuerza máxima. Entonces, como el funcionamiento de un músculo se puede comparar con un elástico, más relajado (tirando hacia atrás en el caso de un elástico), más fuertemente y más rápidamente se puede contraer gracias a la acumulación de energía que es capaz de realizar.

Las otras medidas de fuerza que se encuentran en esta revisión sistemática van también en el sentido de que la oclusión influye en el rendimiento deportivo, aunque no se puedan comparar porque han realizado medidas únicas. Haughey (16) también ha encontrado un aumento de la fuerza de la parte alta del cuerpo. Miró (24) ha medido que el tiempo para alcanzar a la fuerza máxima disminuye con la mandíbula en posición céntrica.

Las pruebas utilizadas para medir la fuerza en los estudios que constituyen esta revisión son relevantes. Las pruebas del salto, de la leg press y de la parte alta del cuerpo se pueden aplicar a la casi totalidad de los deportes, la prueba de prensión sirve en deportes de combate (prensión del kimono) o de raqueta (mejor sujeción). Estos movimientos deportivos y los músculos que se necesitan para realizarlos son utilizados en casi todos los deportes y a todos los niveles de práctica, entonces con el rango de pruebas que presentan todos los estudios, tenemos suficiente datos para ver que la fuerza esta influenciada por la oclusión. Existen varias formas de medir la fuerza muscular, y todas no son comparables entre ellas, pero sí que observamos una tendencia casi unánime con resultados todos significativos en el sentido de una influencia positiva de la oclusión sobre la fuerza muscular

Con todas estas comparaciones, se puede entender mejor que la fuerza muscular esta influenciada por la oclusión y sus cambios.

Para el equilibrio y la estabilidad, encontramos también varios estudios que lo han estudiado. Podemos enumerar cinco artículos que estudian el equilibrio y la estabilidad. El medio de medición más utilizado es la plataforma estabilométrica o plataforma de fuerza: el deportista sube sobre la plataforma, y gracias a captore, se puede medir por ejemplo en centro de presión o la área de balanceo. Es este último que se ha utilizado en mayoría en los estudios de este revisión. La área de balanceo seria la medición las oscilaciones del cuerpo: más pequeña seria la aera, más estable es el cuerpo e inversamente.

Leroux (17) y D'Erme (18) ambos han encontrado una mejora de las valores medidas con la plataforma.

Aunque el estudio de Leroux (17) es interesante, la intervención que han hecho y los resultados que han encontrado eran un poco previsibles: una deflexión de 4mm de la mandíbula hacia un lado sería una intervención demasiado grande para tener otros resultados que una pérdida de equilibrio. Aunque los resultados van en el sentido de la hipótesis y son significativos, se podría preguntar si este tipo de intervención es relevante. Parece más interesante estudiar y conocer el impacto positivo que tendrían férulas de reposición de mandíbula en posición céntrica o miocéntrica, porque

ayudaría a tomar decisiones sobre cómo mejorar el rendimiento para deportistas y no estudiando que factores lo disminuyen.

A contrario de Leroux (17) y D'Erme (18), Dias (25) no ha visto ninguna mejora significativo del equilibrio y de la estabilidad utilizando este tipo de plataforma.

El estudio de Leroux (17) se puede comparar con el estudio de Nam (19). Este último difiere del estudio de Leroux (17) porque utilizó un protector bucal personalizado, pero también utilizó la plataforma estabilométrica para medir el área de balanceo. Se ve que, en estos dos estudios, el área de balanceo disminuye cuando la mandíbula se encuentra en una posición más estable.

El estudio de Didier (21), como el de Nam (19), también permite ver los resultados del uso de una férula sobre el equilibrio y la estabilidad a largo plazo gracias a un seguimiento durante varios meses. El equilibrio y la estabilidad aumentan con el tratamiento agudo y aumentan aún más después de varios meses: en el estudio de Didier (21), durante el seguimiento se ha observado un aumento de los dos factores a los 6 meses. Pero este estudio difiere porque la medición se realizó mediante el Flamingo test, que es un test de equilibrio y estabilidad específico a la danza. También difiere porque la férula reposicionaba la mandíbula en posición miocéntrica y no era un protector bucal personalizado. Es interesante notar que con un tratamiento durable el equilibrio y la estabilidad mejoran aún más. Se puede asociar al hecho que estos factores del rendimiento piden mucho control por parte de las vías motoras y sensitivas. Entonces para mejorar mucho el equilibrio y la estabilidad, hay que trabajar la propiocepción y esto se hace sobre periodos de tiempo un poco más largos.

Otro estudio que ha realizado mediciones sobre el equilibrio y la estabilidad es el de Haughey (16), donde se notó un aumento de estos factores con la mandíbula en reposo fisiológico (acordándose con Didier (21)), pero realizando la medición de forma diferente: con la prueba SEBT, que es un recorrido en forma de estrella).

Alpini (14) también ha realizado estudio sobre el equilibrio, pero más con el objetivo de explicar la diferencia entre deportistas y no deportistas. En condiciones normales, los no deportistas regulan el equilibrio gracias a un mayor componente visual, mientras que los deportistas utilizan tanto el control visual

que el sistema estomatosensorial. Con perturbaciones oclusales (que alteran el sistema estomatosensorial), el grupo de deportistas es capaz de reorganizar el control de su equilibrio, aumentando el control visual y disminuyendo el control somatosensorial.

Para ir más allá de este estudio y explicar de forma más generalizada, como dice Alpini (14), el equilibrio en los deportistas esta más controlado por el sistema somatosensorial. Entonces, con férulas que ponen la mandíbula en posiciones mucho más estables, estos cambios van a tener impactos aún más grandes en el equilibrio, mejorando los estímulos nerviosos, tanto en la calidad que, como la simetría, y permitir un equilibrio mucho más estable, sobre todo si se añade el control visual, que suele ser alto en deportistas. Este explicación de Alpini permite entender mejor los resultados que han encontrado Haughey (16), Leroux (17), D'Erme (18) y Nam (19).

Se podría decir que, aunque el uso de plataformas estabilométricas es un medio bastante utilizado, los estudios tienen todas marcas comerciales y modelos diferentes de plataformas. Entonces, aunque los valores y las formas de medirlas son iguales, existe un margen de error debido a las plataformas. Pero se puede notar que también para el equilibrio y la estabilidad existe una tendencia positiva a la influencia de la oclusión sobre el rendimiento.

El último factor que se ha seleccionado para este estudio era la velocidad. Solo se midió en un estudio, el de D'Erme (18). Entonces, aunque no se puede comparar y faltan datos, se ve que con una mandíbula en una posición más estable (aquí la posición céntrica), el rendimiento deportivo aumenta.

Pero al final la velocidad es el resultado de la suma de varios factores como el tiempo de reacción, el control y la frecuencia del gesto, pero también de la fuerza, del equilibrio y de la estabilidad. Aunque se midió la velocidad en un solo estudio (18), se puede suponer que, con una posición de la mandíbula más estable, gracias al aumento de la fuerza (16) (17) (20) (23) (24) (26) (27), del tiempo para alcanzar la fuerza máxima (24), o del equilibrio y estabilidad (16) (17) (18) (19) (21), la velocidad también aumentaría.

Estos son algunos factores que influyen en el rendimiento y estudiarlos permite tener una idea de si el rendimiento general del deportista va a mejorar.

Pero algunos estudios investigan directamente el rendimiento específico al deporte que les interesa. Como cada artículo estudia su propio deporte, no son comparables entre ellos, pero el análisis de todos estos resultados permite ver una tendencia de si la oclusión influye concretamente en la práctica del deporte, aun mas allá de pruebas más genéricas como las de fuerza o de equilibrio, por ejemplo.

Lo que se hace para evaluar el rendimiento específico es, elegir un gesto evaluable que se utiliza en la práctica del deporte (saque al voleibol (15), golpe al golf (28) o el start de natación (24), por ejemplo), medirlo con la oclusión habitual del deportista, volver a medirlo con la modificación de la oclusión que se quiere estudiar, y comparar los valores.

En el voleibol, Schulze (15) ha medido la precisión con la cual los deportistas tiran la pelota al saque, al hacer pases largos y pases cortos. Con un protector semi-ajustable, la precisión aumenta significativamente.

Los otros artículos, aunque sean sobre deportes diferentes, todos han estudiado la diferencia entre la oclusión habitual y la relación céntrica, entonces se podrá ver si hay una tendencia positiva o negativa sobre la influencia de la relación céntrica sobre el rendimiento específico a cada deporte.

Pae (28) ha visto un aumento significativo de los valores con los cóndilos en posición céntrica, y una disminución con un contacto molar unilateral. Lo podemos también explicar por los estímulos nerviosos enviados por el trigémino, que serán simétricos y sin interferencias para la mandíbula en posición céntrica y muy asimétricos con el contacto molar unilateral.

Todos estas mejoras son significativas y entonces permiten a los deportistas tener mejores resultados. Se podría explicar como para los otros factores porque, en relación céntrica la mandíbula es más estable, los músculos pueden utilizar todos sus fuerzas para el movimiento, sin tener que estabilizar la mandíbula. Además, los estímulos nerviosos enviados por el trigémino son simétricos y no son alterados por contactos oclusales o la posición de los cóndilos que pueden ser ligeramente asimétricos.

Dos autores, Miró (24) y Dias (25), no han encontrado una mejora significativa en el rendimiento específico. Los resultados obtenidos en el start de la natación en el artículo de Miró (24), no son concluyentes, ya que es un acto en el que intervienen muchos factores, por lo que evaluar sólo el tiempo de reacción puede ser cuestionable

Dias (25) tampoco ha medido un aumento significativo del rendimiento específico a su deporte.

Se ve que, en general, hay una tendencia de que el rendimiento deportivo aumenta con una posición de la mandíbula más estable, aunque algunos autores han encontrado resultados contrarios a esta tendencia. En el caso de Dias (25), se podría explicar porque, en el tiro con pistola, sus deportistas necesitan un gran equilibrio y como eran deportistas de elite, todavía tienen un equilibrio y un control postural óptimo y por lo tanto el margen de progresión es muy fino solo con un tratamiento agudo.

En los artículos incluidos en este estudio se han realizado otras medidas, que no entran en los criterios de esta revisión, pero que puede ser interesante mencionar para ver el impacto de la oclusión sobre otros factores.

Después de la comparación de todas medidas que se ha visto en esta discusión, vemos una clara tendencia a una influencia positiva de la oclusión sobre el rendimiento deportivo, a través de los factores elegidos. Se podría preguntar si, aunque los resultados son significativos, si no existen sesgos que los podrían invalidar. El principal sesgo de medición que hay en estos artículos, es que los deportistas, tienen que realizar los movimientos con una férula y sin una férula. Aunque no se especifica si los participantes conocen o no la hipótesis del ensayo, el hecho de llevar una férula o no puede tener una influencia mental a la hora de hacer la prueba y tener una influencia inconsciente sobre el rendimiento. El único estudio que no tiene este sesgo, es el de Dias (25) porque se ha utilizado una férula placebo. Los estudios donde la férula tiene una influencia negativa (17) (26) (28), haciendo deflexión, aumentando la dimensión vertical y provocando contactos molares unilaterales, el efecto negativo es demasiado grande para que el mental lo compense. Aunque esto podría ser un sesgo, los resultados son suficientemente significativos para decir que las férulas sí que tienen un efecto

verdaderamente positivo sobre la estabilidad de la mandíbula y por consiguiente el rendimiento deportivo.

Otro sesgo que se podría notar sería la falta de control que han tenido los observadores sobre las condiciones de evaluación del rendimiento deportivo. Los artículos escogidos para esta revisión no han controlado, o por lo menos no lo especifican, la nutrición de los deportistas, el ritmo de la competición antes o después del estudio, el cansancio y la recuperación, el sueño, la menstruación para las deportistas, si los deportistas tienen entrenamiento el mismo día de la prueba... Todos estos factores tienen una influencia sobre el rendimiento y podría ser un sesgo. Pero como todos los resultados siguen siendo significativos, aunque no controlan estos factores, se puede decir que estos factores no cambiarían los resultados, pero podrían cambiar las medidas.

En cuanto al uso de férulas las dos más utilizadas y que son las más interesantes para los deportistas y esta revisión son las de relación céntrica y las de reposo fisiológico (o miocéntricas).

Aunque no hay un consenso al cien por cien, se puede ver una tendencia sobre la influencia de la oclusión sobre el rendimiento deportivo. Una oclusión más estable, gracias a férulas que reposicionan la mandíbula en posiciones más estables (relación céntrica y miocéntrica) que la máxima intercuspidadación permite mejorar el rendimiento deportivo. En efecto, cuando la mandíbula es más estable, se produce una relajación de los músculos involucrados y entonces de toda la cadena muscular necesaria a la realización del movimiento deportivo. Esta relajación autoriza la energía, la fuerza y el impulso nervioso a estar focalizado sobre otras partes del cuerpo con todos sus recursos, ya que no tiene que estabilizar la mandíbula. La otra parte que podría explicar esta mejora sería toda la parte nerviosa del trigémino. Como se explicó anteriormente, el trigémino envía estímulos nerviosos a los músculos responsables de la masticación, de la posición de la mandíbula y de la postura.

Cuanto más estable es la oclusión, más estable va a ser la mandíbula, y mejores serán los estímulos nerviosos enviados por el trigémino a estos músculos (simetría, cualidad). Entonces, mejor será la información recibida y mejorará el

tratamiento de esta información y los músculos podrán producir contracciones más optimizadas. Si se optimiza la contracción muscular, mejorará todo lo que está producido por estos músculos: fuerza, equilibrio, estabilidad... Estas mejoras repercutirán sobre el rendimiento general del cuerpo, permitiendo al deportista utilizar más energía para la contracción muscular, ya que necesita menos energía para estabilizar su mandíbula.

Los datos son esclarecedores y bastante concluyentes. Sin embargo, sería conveniente nuevos estudios que arrojaran algo más de luz sobre la colocación ideal de la posición mandibular (posición céntrica o miocéntrica) durante la utilización de férulas para ayudar a los atletas a elegir una férula en el futuro. Se ve que la mejora del rendimiento es inmediato, pero como se ve en los estudios de Didier (21) y de Nam (19), la mejora es aún más grande después del uso regular de férulas durante más tiempo, entonces sería interesante ver más estudios con seguimientos a medio/largo plazo para tener más datos. Otro punto de reflexión para el futuro sería saber si es viable hacer férulas que combinan una reposición de la mandíbula con una función protectora de los dientes para deportes de contacto.

7. Conclusión

Con esta revisión, se puede concluir que la oclusión tiene un papel importante en el rendimiento deportivo mediante el sistema muscular, pero también sobre el sistema nervioso y confirmar la hipótesis planteada al principio.

Con los resultados que se han visto, se podría pensar que la influencia es pequeña, pero a un nivel de práctica de elite, son estas pequeñas diferencias las que pueden dar la ventaja a un equipo o al otro.

Con la estabilización de la mandíbula, mediante férulas, permite al cuerpo a asignar más recursos para la realización del gesto deportivo, ya que no necesita utilizar energía para estabilizar la mandíbula y recibe estímulos nerviosos de mejor calidad. Podríamos llegar a la conclusión de que el uso de este tipo de férula es aconsejable para los deportistas.

8. Bibliografía

1. Davies S, Gray R. What is occlusion? Br Dent J. 8 de septiembre de 2001;191(5):235-45.
2. Maurer C, Stief F, Jonas A, Kovac A, Groneberg DA, Meurer A, et al. Influence of the Lower Jaw Position on the Running Pattern. Alikhani M, editor. PLOS ONE. 13 de agosto de 2015;10(8):e0135712.
3. Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Cirer-Sastre R, Corbi F, Burtscher M. The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. Front Physiol. 31 de enero de 2020;10:1626.
4. Sakaguchi K, Mehta NR, Abdallah EF, Forgione AG, Hirayama H, Kawasaki T, et al. Examination of the Relationship Between Mandibular Position and Body Posture. CRANIO®. octubre de 2007;25(4):237-49.
5. Solovykh EA, Bugrovetskaya OG, Maksimovskaya LN. Information Value of Functional Status of the Stomatognathic System for Postural Balance Regulation. Bull Exp Biol Med. julio de 2012;153(3):401-5.
6. Norton N. Anatomía de cabeza y cuello para odontólogos.
7. Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Burtscher M. Dental occlusion and body balance: A question of environmental constraints? J Oral Rehabil. abril de 2019;46(4):388-97.
8. Demazière D, Ohl F, Le Noé O. La performance sportive comme travail. Sociol Trav. octubre de 2015;57(4):407-21.
9. Horička P, Hianik J, Šimonek J. The relationship between speed factors and agility in sport games. J Hum Sport Exerc. julio de 2014;9(1):49-58.
10. Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes. :5.
11. Paillard T. Relationship Between Sport Expertise and Postural Skills. Front Psychol. 25 de junio de 2019;10:1428.

12. Hrysomallis C. Relationship Between Balance Ability, Training and Sports Injury Risk: Sports Med. 2007;37(6):547-56.
13. Dias A, Redinha L, Mendonça GV, Pezarat-Correia P. A systematic review on the effects of occlusal splint therapy on muscle strength. CRANIO®. 3 de mayo de 2020;38(3):187-95.
14. Alpini DC, Di Berardino F, Mattei V, Cesarani A. The correlation between dental occlusion and posture is different in trained versus nontrained subjects. Sport Sci Health. mayo de 2012;7(2-3):83-6.
15. Schulze A, Busse M. Prediction of Ergogenic Mouthguard Effects in Volleyball: A Pilot Trial. Sports Med Int Open. noviembre de 2019;03(03):E96-101.
16. Haughey JP, Fine P. Effects of the lower jaw position on athletic performance of elite athletes. BMJ Open Sport Exerc Med. diciembre de 2020;6(1):e000886.
17. Leroux E, Leroux S, Maton F, Ravalec X, Sorel O. Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study. Clinics [Internet]. 1 de diciembre de 2018 [citado 7 de febrero de 2022];73. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6238821/?report=classic>
18. D'Erme V, Basile M, Rampello A, Paolo CD. Influence of occlusal splint on competitive athletes performances. Ann Stomatol (Roma). :6.
19. Nam HJ, Lee JH, Hong DS, Jung HC. The Effect of Wearing a Customized Mouthguard on Body Alignment and Balance Performance in Professional Basketball Players. Int J Environ Res Public Health. 3 de septiembre de 2020;17(17):6431.
20. Patti A, Bianco A, Messina G, Paoli A, Bellafiore M, Battaglia G, et al. The influence of the stomatognathic system on explosive strength: a pilot study. J Phys Ther Sci. 2016;28(1):72-5.
21. Didier H, Assandri F, Gaffuri F, Cavagnetto D, Abate A, Villanova M, et al. The Role of Dental Occlusion and Neuromuscular Behavior in Professional Ballet Dancers' Performance: A Pilot Study. Healthcare. 1 de marzo de 2021;9(3):251.
22. Ohlendorf D, Romdhane M, Lehmann C, Lehmann S, Kopp S, Maurer-Grubinger C, et al. Effect of a sports mouthguard on the functional range of motion of the spine

and the upper body posture in taekwondo. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* diciembre de 2021;13(1):5.

23. Buscà B, Moreno-Doutres D, Peña J, Morales J, Solana-Tramunt M, Aguilera-Castells J. Effects of jaw clenching wearing customized mouthguards on agility, power and vertical jump in male high-standard basketball players. *J Exerc Sci Fit.* abril de 2018;16(1):5-11.

24. Miró A, Buscà B, Solana-Tramunt M, Aguilera-Castells J, Arboix-Alió J, Vergnoux F, et al. Effects of wearing a customized bite-aligning mouthguard on powerful actions in highly trained swimmers. *J Exerc Sci Fit.* octubre de 2021;19(4):259-68.

25. Dias AA, Redinha LA, Silva LM, Pezarat-Correia PC. Effects of Dental Occlusion on Body Sway, Upper Body Muscle Activity and Shooting Performance in Pistol Shooters. *Appl Bionics Biomech.* 24 de julio de 2018;2018:1-9.

26. Battaglia G, Messina G, Giustino V, Zangla D, Barcellona M, Iovane A, et al. Influence of Vertical Dimension of Occlusion on Peak Force During Handgrip Tests in Athletes. *Asian J Sports Med [Internet].* 9 de octubre de 2018 [citado 7 de febrero de 2022];In Press(In Press). Disponible en: <https://brief.land/asjasm/articles/68274.html>

27. Maurer C, Heller S, Sure JJ, Fuchs D, Mickel C, Wanke EM, et al. Strength improvements through occlusal splints? The effects of different lower jaw positions on maximal isometric force production and performance in different jumping types. Zagatto A, editor. *PLOS ONE.* 23 de febrero de 2018;13(2):e0193540.

28. Pae A, Yoo RK, Noh K, Paek J, Kwon KR. The effects of mouthguards on the athletic ability of professional golfers: *Effects of Mouthguards on Athletic Ability.* *Dent Traumatol.* febrero de 2013;29(1):47-51.

9. Anexos

9.1. Guía PRISMA

Sección/tema	Ítem n.º	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
TÍTULO			
Título	1	Identifique la publicación como una revisión sistemática.	1
RESUMEN			
Resumen estructurado	2	Vea la lista de verificación para resúmenes estructurados de la declaración PRISMA 2020 (tabla 2).	3
INTRODUCCIÓN			
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	16
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.	16
MÉTODOS			
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y como se agruparon los estudios para la síntesis.	17
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultó por última vez.	18
Estrategia de búsqueda	7	Presente las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	18-19
Proceso de selección de los estudios	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuantos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	20
Proceso de extracción de los datos	9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuantos revisores recopilaron datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	20
Lista de los datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.	20
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (<i>missing</i>) o incierta.	20
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuantos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	20
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	20
Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis (ítem n.º 5)).	20
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.	20
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.	20
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metaanálisis, describa los modelos,	20

		los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, meta regresión).	20
	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	20
<hr/>			
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).	20
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describa los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.	
RESULTADOS			
Selección de los estudios	16a	Describa los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo (ver figura 1).	21
	16b	Cite los estudios que aparentemente cumplieran con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	21
Características de los estudios	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.	22-31
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	32-33
Resultados de los estudios individuales	19	Presente, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	22-31
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resuma brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	22-31
	20b	Presente los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metaanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	22-31
	20c	Presente los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	22-31
	20d	Presente los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	22-31
Sesgos en la publicación	21	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	32-33
Certeza de la evidencia	22	Presente las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.	32-33
DISCUSIÓN			
Discusión	23a	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	43
	23b	Argumente las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión	42
	23c	Argumente las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	
	23d	Argumente las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	44

9.2. Formato artículo

Influencia de la oclusión sobre el rendimiento deportivo: una revisión sistemática

Théo Rozanes – María del Carmen Ferrer Serena

Abstract

Esta revisión quiere estudiar la influencia de la oclusión sobre el rendimiento deportivo. La oclusión tiene una influencia sobre la postura, a través del sistema nervioso y del sistema muscular. La postura, a su vez, tiene una influencia sobre el rendimiento deportivo permitiendo un mejor mantenimiento y control del cuerpo. La forma más común de modificar la oclusión para evaluar su impacto sobre el rendimiento es mediante el empleo de férulas de reposición de la mandíbula.

Como resultado de un extensa investigación en 4 bases de datos (MedLine, PubMed Central, ProQuest y Science Direct), se obtuvieron un total de 15 artículos tras aplicar criterios de inclusión y exclusión determinados previamente.

Los resultados permiten ver una clara tendencia hacia una influencia de la oclusión sobre el rendimiento deportivo. Una oclusión más estable gracias a férulas que mantienen la mandíbula en posiciones más estables conlleva una mejora del rendimiento deportivo.

Aunque no existe un consenso, la gran mayoría de los autores revisados en este trabajo están de acuerdo en decir que la oclusión tiene una influencia significativa sobre el rendimiento. Autores que han estabilizado la mandíbula en posición céntrica o miocéntrica notan un mejoramiento del rendimiento, mientras que los que han desestabilizado la mandíbula, notan una disminución clara de los resultados.

La oclusión tiene una influencia clara sobre el rendimiento, y gracias a férulas, los deportistas pueden fácilmente estabilizar sus mandíbulas y ser más eficientes en el campo.

Palabras claves

Oclusión, postura, rendimiento deportivo, fuerza muscular, equilibrio y estabilidad, velocidad, férulas

Introducción

Existen diferentes medios para poder optimizar el rendimiento deportivo. En esta revisión sistemática, se va a estudiar la relación entre el rendimiento deportivo y la oclusión dental.

Para hacer el enlace entre oclusión dental y rendimiento deportivo se necesita primero entender cómo se relacionan la oclusión y la postura.

El factor principal que influye sobre la postura corporal es la posición de la mandíbula. La articulación temporo-mandibular y sobre todo la posición del cóndilo influye en la posición de la mandíbula: si está en relación céntrica o en posición de reposo fisiológico.

El control postural se podría definir como “el acto de mantener, lograr o restablecer un estado de equilibrio durante cualquier postura o actividad y depende de diferentes habilidades complejas”(1). Es una capacidad de coordinación esencial, tanto en actividades cotidianas como en la práctica de un deporte.

El estudio de K. Sakaguchi and al. (2), nos permite muy bien entender como la oclusión influye en la postura. Estudia la postura corporal y sus variaciones cambiando el esquema oclusal de los pacientes. La postura es más estable cuando los dientes son en máxima intercuspidad que con otros esquemas oclusales. Se explica que la posición de los dientes en oclusión envía estímulos nerviosos sobre las mucosas bucales y sobre el ligamento periodontal, que, a su vez, envían estímulos al trigémino.

Todas estas informaciones recibidas van a ser alteradas si los dientes no se encuentran en máxima intercuspidad. Estas informaciones nerviosas influyen sobre los músculos masticatorios y provocan una disarmonía bilateral si los dientes están en posición excéntrica. Esta disarmonía neuromuscular repercute también sobre los músculos del cuello alterando la posición y estabilidad de la cabeza. Una cabeza inestable va a repercutir sobre la postura de todo el cuerpo. Entonces, la estabilidad de toda la postura corporal se verá afectada, solo cambiando la oclusión con una modificación de la posición de la mandíbula.

En la población general, esta influencia del sistema estomatognático se puede considerar como insignificante (1). Pero en el mundo deportivo, puede tener una gran importancia en la optimización del rendimiento deportivo, y puede hacer la diferencia a la hora de determinar el resultado de un partido o de una competición.

Se considera el rendimiento deportivo como “el resultado de un trabajo que no sólo involucra a los deportistas, con sus aptitudes, cualidades o capacidades individuales”(3).

Se ve, con esta definición, que se tienen en cuenta una multitud de factores para alcanzar un buen rendimiento. Aquí, se va a centrar en la fuerza muscular, la velocidad el equilibrio y la estabilidad. Se han elegido éstos porque, juntos, estos factores se

necesitan todos o parte en la gran mayoría de las actividades deportivas, permitiendo así cubrir un amplio espectro de deportes.

La fuerza muscular se podría definir como la energía producida por un músculo, permitiendo el movimiento del segmento en cuestión contra una resistencia. La velocidad se define como “la capacidad de mover el cuerpo lo más rápidamente posible en una distancia determinada”(4). Los dos últimos factores que se estudian aquí son el equilibrio y la estabilidad y están bastante ligados entre ellos. El equilibrio se podría definir como la “capacidad de mantener una base de apoyo con un movimiento mínimo”(5). No se tiene que confundir con la estabilidad que permite recuperar el estado de equilibrio después de haber sufrido fuerzas exteriores que perturban el cuerpo.

Para establecer la relación entre la oclusión y el rendimiento deportivo, se tiene que estudiar también como la postura influye sobre el rendimiento deportivo. Gracias al artículo de T. Paillard (6), se puede entender muy bien porqué es importante la postura y su control para tener un rendimiento alto.

Se estudiaron tiradores de pistola, y se vio que el control postural es primordial para un buen rendimiento: permite reducir el área de balanceo del cuerpo, así se mueve menos el rifle y los disparos son más precisos. Además, se vio que el control de la postura es superior en deportistas profesionales que en amateur: los profesionales tienen la capacidad de reducir el área de balanceo del cuerpo en los últimos segundos antes de disparar, lo que los amateur no saben hacer: “más específicas y difícil las habilidades posturales son, más se puede relacionar el rendimiento postural con el nivel de competición” (6). Se entiende cuanto que más alto es el nivel de competición, más el control postural será importante.

En esta revisión, se va a estudiar la relación entre la oclusión y el rendimiento deportivo. Los artículos seleccionados, en su mayoría, estudian la oclusión y el impacto que tiene la modificación de dicha oclusión a través del uso de férulas.

Las férulas van a modificar la dimensión vertical y reposicionar la mandíbula respecto al maxilar con la estabilización de la ATM. Se dice que la alteración de la oclusión, en este caso mediante férula, tiene un efecto sensorial sobre el trigémino y el sistema nervioso central. Esta afirmación se aproxima a las observaciones realizadas por S. Julia Sánchez (1) y de K. Sakaguchi (2), sobre la influencia tanto muscular que sensorial de la oclusión sobre la actividad muscular.

Las férulas pueden servir para comprobar la influencia de la posición de la mandíbula, fijándola en una determinada condición, como por ejemplo los cóndilos en posición céntrica, en posición de reposo fisiológico o en máxima intercuspidad, como se ha explicado antes.

Justificación, hipótesis y objetivos

Los artículos incluidos en esta revisión sistemática estudian la relación entre la oclusión dental y rendimiento deportivo, pero todos están muy centrados en aspectos muy precisos y concretos que sean oclusales o sobre un factor del rendimiento deportivo. Con los factores del rendimiento que se han elegido, se podrá tener una idea más extensa sobre esta relación. Entonces, la justificación de este trabajo sería de aportar información sobre la relación entre oclusión dental y rendimiento deportivo desde una visión amplia que incluye todas las disciplinas y niveles deportivos.

La hipótesis de este trabajo es que la oclusión dental influye sobre ciertas capacidades físicas de las que depende el rendimiento deportivo.

El objetivo general del presente trabajo es de estudiar la relación entre oclusión dental y rendimiento deportivo. Como objetivos específicos, este trabajo quiere:

- Determinar en qué medida y de qué forma afecta el uso de férulas a deportistas
- Analizar en qué medida la oclusión dental es importante para el rendimiento deportivo

Materiales y métodos

Esta revisión sistemática se ha realizado siguiendo el protocolo PRISMA (preferred reporting items for systematic review and meta-analysis) 2020.

Para orientar la búsqueda, se ha utilizado la estrategia PICO: población (deportistas sin patología previa de ATM entre 15 y 40 años), intervención (modificación de la oclusión), outcome (análisis de la influencia de la oclusión sobre la fuerza muscular, la velocidad, el equilibrio y la estabilidad).

Como criterios de inclusión, se han seleccionados solo artículos publicados en los 10 últimos años (desde 2011) y con sujetos humanos sin diferenciar hombres y mujeres. Se han seleccionado artículos de investigación, ensayos clínicos y casos clínicos. Se ha incluido también artículos que hablaban de deporte con sujetos deportistas entre 15 y 40 años de edad, estudiando los factores del rendimiento deportivo siguientes: “muscular strength”, “speed”, “balance”, y “stability”. Todos los artículos encontrados en MedLine/PMC, ProQuest y Science Direct se incluyeron.

Como criterios de exclusión, no se seleccionaron artículos con sujetos no deportistas, incluyendo los con “pacientes físicamente activos”. Se quitaron también artículos con pacientes con patologías previas de la articulación temporo-mandibular. Tampoco entraron las revisiones sistemáticas, las meta-análisis y los casos clínicos únicos en los criterios de esta revisión sistemática.

Como fuentes de información, se utilizaron cuatro bases de datos electrónicos: PubMed Central, MedLine, ProQuest y Science Direct. Se ha realizado esta revisión sistemática buscando artículos gracias a estas cuatro bases de datos. Se quería entender bien, gracias a estos artículos, la relación entre la oclusión dental y algunos factores de rendimiento deportivo que se ha detallado en la introducción (velocidad, fuerza muscular, equilibrio y estabilidad).

Se utilizaron las siguientes bases de datos: MedLine, PubMed Central, ProQuest y Science Direct. La combinación de palabras fue: “((((muscular strength) OR speed) OR balance) OR stability) AND dental occlusion) AND sport”. Se ha relacionado los factores del rendimiento con la oclusión y con el deporte. Se filtra con “10 años” y “humanos”. Solo se han seleccionado los artículos completos que son de libre acceso.

En las bases de datos MedLine y PubMed Central, se introdujeron las palabras claves y los filtros mencionados. En la búsqueda, aparecieron un total de 20 artículos en MedLine y 506 en PMC. En ProQuest, se introdujeron las mismas palabras claves y los mismos filtros añadiendo “publicaciones académicas” como filtro y han aparecido 674 artículos. En Science Direct, se han utilizado las mismas palabras claves y los mismos filtros añadiendo como filtros “research articles” y “medicine and dentistry” como área de búsqueda y se ha encontrado 87 artículos en total. En total, acumulando las bases de datos, se obtuvieron 1287 artículos. Las búsquedas se han realizado entre el 24/10/2021 y el 12/11/2021.

En la búsqueda general se obtuvieron 25 artículos. A partir de estas búsquedas, se han seleccionado los artículos adecuados con los criterios de inclusión y de exclusión elegidos gracias a la lectura de los títulos y de los abstracts. Se han eliminado los artículos fuera de estos criterios o sin relevancia para esta revisión sistemática. Tras la aplicación de los criterios de búsqueda y tras la lectura crítica, se seleccionaron finalmente 14 artículos. Se ha encontrado otro artículo en una bibliografía, sumando 15 artículo en total.

Se ha realizado una cruzada de búsqueda de artículos gracias a dos observadores exteriores (L.F. y M.F.S) para confirmar la selección final de los artículos y la validez de la búsqueda y de los criterios de inclusión y exclusión. Para realizar esta verificación de búsqueda, se enviaron los 25 artículos de la búsqueda general y todos los criterios de inclusión y exclusión. Dentro de estos artículos, realizó una selección de los artículos que deberían de entrar en la revisión. Se han comparado la selección de L.F. con la selección realizada para realizar esta revisión. Las dos listas finales correspondían, entonces se han elegido estos artículos para seguir el trabajo.

En los artículos seleccionados, se va a recopilar algunos datos para contestar a los objetivos planteados al principio en la introducción: título del artículo y tipo de publicación, autor y fecha de publicación del artículo, objetivos del artículo, deporte de predilección de los participantes al estudio, población estudiada (número de deportistas / nivel de practica / sexo / edad media), tipo de condición oclusal / modificación de la oclusión se ha estudiado y si se ha hecho mediante el uso de férula y que tipo de férula, el factor del rendimiento deportivo estudiado, resumen de los resultados del experimento

Resultados

Vemos que el impacto es significativo y se traduce en mejoras sustanciales para el rendimiento: únicamente un artículo sobre los 15 que se han seleccionado no tiene resultados significativos positivos. De los otros 14 artículos todos encuentran que una estabilización de la oclusión permite mejorar el rendimiento de forma significativa. Todos los factores del rendimiento elegidos se ven afectados positivamente con resultados significativos: la fuerza en 6 artículos, el equilibrio y la estabilidad en 7 artículos, la velocidad en 1 artículo y el rendimiento específico en 5 artículos.

Para la fuerza, se hizo la prueba de salto en 5 artículos. Buscá (7) y Miró (8), han medido con una férula que reposiciona la mandíbula en posición céntrica. Haughey (9) y Maurer (10), han medido con una férula que posiciona la mandíbula en una posición de reposo fisiológico (o posición miocéntrica) y Patti (11), ha medido la diferencia entre la boca cerrada y abierta. En cuanto al equilibrio y la estabilidad, Leroux (12) (deflexión de la mandíbula), D'Erme (13) (relación céntrica), Nam (14) (protector bucal personalizado) encontraron una mejora del equilibrio y de la estabilidad midiendo el área de balanceo sobre una plataforma estabilométrica. Didier (15) y Haughey (9) también encontraron una mejora pero

con pruebas diferentes. Dias (16) no ha visto una mejora de estos factores y Alpini (17) ha intentado explicar más estos resultados. La velocidad aumenta en el artículo de D'Ermes (13) con la oclusión modificada en oclusión céntrica. Para el rendimiento específico, Pae (18) (golf), Miró (8) (natación) y Ohlendorf (19) (taekwondo) han medido un aumento del rendimiento específico con la mandíbula en relación céntrica. Con un protector semi-ajustable, Schulze (20) también ha visto una mejora para el voleibol. Pero en relación céntrica, Dias (16) no ha notado un aumento significativo del rendimiento específico.

En cuanto al uso de férulas, 14 de los 15 artículos eligen este medio para provocar una modificación de la oclusión: 7 artículos utilizan férulas de reposición céntrica (7,8,10,13,16,18,19), 3 artículos utilizan férulas de reposición miocéntrica (9,10,15), que son las formas más interesantes en términos de resultados y de aplicación para los deportistas. De estos artículos, solo 1 no observa un impacto positivo con una estabilización de la mandíbula. 11 artículos utilizan férulas para intentar estabilizar la mandíbula y observa un impacto positivo y 3 artículos utilizan férulas que desestabilizan la mandíbula para observar un impacto negativo.

Discusión

Para evaluar el impacto que tiene la oclusión sobre la fuerza, se ha utilizado mayoritariamente la prueba de salto. Se ve que, cual sea la modificación de la oclusión que se realiza, la altura del salto mejora. Se podría explicar, porque la mandíbula está en una posición mucho más estable. Como se ha explicado en la introducción, conlleva con una estabilidad muscular y entonces libera recursos para un mejor gesto deportivo. En el caso de Buscá (7), se podría explicar la diferencia de altura del salto por el hecho de que, con la boca cerrada, el deportista utiliza fuerza muscular, impulso nervioso y concentración para quedarse con la boca cerrada y entonces pierde recursos para saltar más alto.

El estudio de Maurer (10) es el único que nos permite saber cuál es más eficaz entre una férula miocéntrica y una de relación céntrica. Para todos sus medidas, el mejor resultado era con la férula miocéntrica. El aumento del rendimiento era también significativo en relación céntrica en comparación con la máxima intercuspidad, pero era menor que la férula miocéntrica.

Aquí, se podrían explicar los resultados del estudio de Leroux (12) por una inestabilidad de la mandíbula con la dimensión vertical aumentada. El aumento

de la dimensión vertical desplaza los cóndilos en la fosa glenoidea, alterando simultáneamente la estabilidad de la mandíbula y el mensaje eléctrico nervioso enviado por el trigémino, que son los dos factores principales de la disminución del rendimiento.

Con los cóndilos en relación céntrica o miocéntrica, los músculos están más relajados, y cuanto más relajado está un músculo, más poder de contracción tiene porque más grande es el delta entre su nivel de contracción al reposo y su fuerza máxima. Entonces, como el funcionamiento de un músculo se puede comparar con un elástico, más relajado (tirando hacia atrás en el caso de un elástico), más fuertemente y más rápidamente se puede contraer gracias a la acumulación de energía que es capaz de realizar.

Las pruebas utilizadas para medir la fuerza en los estudios que constituyen esta revisión son relevantes. Las pruebas del salto, de la leg press y de la parte alta del cuerpo se pueden aplicar a la casi totalidad de los deportes, la prueba de prensión sirve en deportes de combate (prensión del kimono) o de raqueta (mejor sujeción). Estos movimientos deportivos y los músculos que se necesitan para realizarlos son utilizados en casi todos los deportes y a todos los niveles de práctica, entonces con el rango de pruebas que presentan todos los estudios, tenemos suficiente datos para ver que la fuerza está influenciada por la oclusión. Existen varias formas de medir la fuerza muscular, y todas no son comparables entre ellas, pero sí que observamos una tendencia casi unánime con resultados todos significativos en el sentido de una influencia positiva de la oclusión sobre la fuerza muscular.

El medio de medición más utilizado para el equilibrio y la estabilidad es la plataforma estabilométrica o plataforma de fuerza. Es este último que se ha utilizado en mayoría en los estudios de esta revisión. La área de balanceo sería la medición las oscilaciones del cuerpo

Aunque el estudio de Leroux (12) es interesante, la intervención que han hecho y los resultados que han encontrado eran un poco previsibles: una deflexión de 4mm de la mandíbula hacia un lado sería una intervención demasiado grande para tener otros resultados que una pérdida de equilibrio. Aunque los resultados van en el sentido de la hipótesis y son significativos, se podría preguntar si este tipo de intervención es relevante. Parece más interesante estudiar y conocer el impacto positivo que tendrían férulas de reposición de mandíbula en posición céntrica o miocéntrica, porque ayudaría a tomar decisiones sobre cómo mejorar el rendimiento para deportistas y no estudiando que factores lo disminuyen.

Es interesante notar que con un tratamiento durable el equilibrio y la estabilidad mejoran aún más (14) (15). Se puede asociar al hecho que estos factores del rendimiento piden mucho control por parte de las vías motoras y sensitivas. Entonces para mejorar mucho el equilibrio y la estabilidad, hay que trabajar la propiocepción y esto se hace sobre periodos de tiempo un poco más largas.

Para ir más allá y explicar de forma más generalizada, como dice Alpini (17), el equilibrio en los deportistas esta más controlado por el sistema somatosensorial. Entonces, con férulas que ponen la mandíbula en posiciones mucho más estables, estos cambios van a tener impactos aún más grandes en el equilibrio, mejorando los estímulos nerviosos, tanto en la calidad que, como la simetría, y permitir un equilibrio mucho más estable, sobre todo si se añade el control visual, que suele ser alto en deportistas.

Se podría decir que, aunque el uso de plataformas estabilométricas es un medio bastante utilizado, los estudios tienen todos marcas comerciales y modelos diferentes de plataformas. Entonces, aunque las valores y las formas de medirlas son iguales, existe un margen de error debido a las plataformas. Pero se puede notar que también para el equilibrio y la estabilidad existe una tendencia positiva a la influencia de la oclusión sobre el rendimiento.

La velocidad es el resultado de la suma de varios factores como el tiempo de reacción, el control y la frecuencia del gesto, pero también de la fuerza, del equilibrio y de la estabilidad. Aunque se mide la velocidad en un solo estudio (13), se puede suponer que, con una posición de la mandíbula más estable, gracias al aumento de la fuerza (9) (12) (11) (7) (8) (21) (10), del tiempo para alcanzar la fuerza máxima (8), o del equilibrio y estabilidad (9) (12) (13) (14) (15), la velocidad también aumentaría.

Estos son algunos factores que influyen en el rendimiento y estudiarlos permite tener una idea de si el rendimiento general del deportista va a mejorar. Pero algunos estudios investigan directamente el rendimiento específico al deporte que les interesa. Como cada artículo estudia su propio deporte, no son comparables entre ellos, pero el análisis de todos estos resultados permite ver una tendencia de si la oclusión influye concretamente en la práctica del deporte.

Estas mejoras en el rendimiento específico (18) (20) son significativas y entonces permiten a los deportistas tener mejores resultados. Se podría explicar como para

los otros factores porque, en relación céntrica la mandíbula es más estable, los músculos pueden utilizar todos sus fuerzas para el movimiento, sin tener que estabilizar la mandíbula. Además, los estímulos nerviosos enviados por el trigémino son simétricos y no son alterados por contactos oclusales o la posición de los cóndilos que pueden ser ligeramente asimétricos.

Dos autores, Miró (8) y Dias (16), no han encontrado una mejora significativa en el rendimiento específico. Se ve que, en general, hay una tendencia que el rendimiento deportivo aumenta con una posición de la mandíbula más estable, aunque algunos autores han encontrado resultados contrarios a esta tendencia. En el caso de Dias (16), se podría explicar porque, en el tiro al pistola, sus deportista necesitan un gran equilibrio y como eran deportistas de elite, todavía tienen un equilibrio y un control postural óptimo y entonces el margen de progresión es muy fino solo con un tratamiento agudo.

Después de la comparación de todas medidas que se ha visto en esta discusión, se ve una clara tendencia a una influencia positiva de la oclusión sobre el rendimiento deportivo, a través de los factores elegidos. Se podría preguntar si, aunque los resultados son significativos, si no existen sesgos que los podrían invalidar. El principal sesgo de medición que hay en estos artículos, es que los deportistas, tienen que realizar los movimientos con una férulas y sin una férula. Aunque no se especifica si los participantes conocen o no la hipótesis del ensayo, el hecho de llevar una férula o no puede tener una influencia mental a la hora de hacer la prueba y tener una influencia inconsciente sobre el rendimiento.

Otro sesgo que se podría notar sería la falta de control que han tenido los observadores sobre las condiciones de evaluación del rendimiento deportivo. Los artículos escogidos para esta revisión no han controlado, o por lo menos no lo especifican, la nutrición de los deportistas, el ritmo de la competición antes o después del estudio, el cansancio y la recuperación, el sueño, la menstruación para las deportistas, si los deportistas tienen entrenamiento el mismo día de la prueba... Todos estos factores tienen una influencia sobre el rendimiento y podría ser un sesgo. Pero como todos los resultados siguen siendo significativos, aunque no controlan estos factores, se puede decir que estos factores no cambiarían los resultados, pero podrían cambiar las medidas.

Aunque no hay un consenso al cien por cien, se puede ver una tendencia sobre la influencia de la oclusión sobre el rendimiento deportivo. Una oclusión más estable, gracias a férulas que reposicionan la mandíbula en posiciones más estables

(relación céntrica y miocéntrica) que la máxima intercuspidad permite mejorar el rendimiento deportivo. En efecto, cuando la mandíbula es más estable, se produce una relajación de los músculos involucrados y entonces de toda la cadena muscular necesaria a la realización del movimiento deportivo. Esta relajación autoriza la energía, la fuerza y el impulso nervioso a estar focalizado sobre otras partes del cuerpo con todos sus recursos, ya que no tiene que estabilizar la mandíbula. La otra parte que podría explicar esta mejora sería toda la parte nerviosa del trigémino. Como se explicó anteriormente, el trigémino envía estímulos nerviosos a los músculos responsables de la masticación, de la posición de la mandíbula y de la postura.

Cuanto más estable es la oclusión, más estable va a ser la mandíbula, y mejores serán los estímulos nerviosos enviados por el trigémino a estos músculos (simetría, calidad). Entonces, mejor será la información recibida y mejorará el tratamiento de esta información y los músculos podrán producir contracciones más optimizadas. Si se optimiza la contracción muscular, mejorará todo lo que está producido por estos músculos: fuerza, equilibrio, estabilidad... Estas mejoras repercutirán sobre el rendimiento general del cuerpo, permitiendo al deportista utilizar más energía para la contracción muscular, ya que necesita menos energía para estabilizar su mandíbula.

Los datos son esclarecedores y bastante concluyentes. Sin embargo, sería conveniente nuevos estudios que arrojaran algo más de luz sobre la colocación ideal de la posición mandibular (posición céntrica o miocéntrica) durante la utilización de férulas para ayudar a los atletas a elegir una férula en el futuro. Se ve que la mejora del rendimiento es inmediata, la mejora es aún más grande después del uso regular de férulas durante más tiempo, entonces sería interesante ver más estudios con seguimientos a medio/largo plazo para tener más datos. Otro punto de reflexión para el futuro sería saber si es viable hacer férulas que combinan una reposición de la mandíbula con una función protectora de los dientes para deportes de contacto.

Conclusión

Con esta revisión, se puede concluir que la oclusión tiene un papel importante en el rendimiento deportivo mediante el sistema muscular, pero también sobre el sistema nervioso y confirmar la hipótesis planteada al principio.

Con los resultados que se han visto, se podría pensar que la influencia es pequeña, pero a un nivel de práctica de elite, son estas pequeñas diferencias las que pueden dar la ventaja a un equipo o al otro.

Con la estabilización de la mandíbula, mediante férulas, permite al cuerpo a asignar más recursos para la realización del gesto deportivo, ya que no necesita utilizar energía para estabilizar la mandíbula y recibe estímulos nerviosos de mejor calidad. Podríamos llegar a la conclusión de que el uso de este tipo de férula es aconsejable para los deportistas.

Bibliografía

1. Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Cirer-Sastre R, Corbi F, Burtscher M. The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. *Front Physiol.* 31 de enero de 2020;10:1626.
2. Sakaguchi K, Mehta NR, Abdallah EF, Forgione AG, Hirayama H, Kawasaki T, et al. Examination of the Relationship Between Mandibular Position and Body Posture. *CRANIO®.* octubre de 2007;25(4):237-49.
3. Demazière D, Ohi F, Le Noé O. La performance sportive comme travail. *Sociol Trav.* octubre de 2015;57(4):407-21.
4. Horička P, Hianik J, Šimonek J. The relationship between speed factors and agility in sport games. *J Hum Sport Exerc.* julio de 2014;9(1):49-58.
5. Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes. :5.
6. Paillard T. Relationship Between Sport Expertise and Postural Skills. *Front Psychol.* 25 de junio de 2019;10:1428.
7. Buscà B, Moreno-Doutres D, Peña J, Morales J, Solana-Tramunt M, Aguilera-Castells J. Effects of jaw clenching wearing customized mouthguards on agility, power and vertical jump in male high-standard basketball players. *J Exerc Sci Fit.* abril de 2018;16(1):5-11.
8. Miró A, Buscà B, Solana-Tramunt M, Aguilera-Castells J, Arboix-Alió J, Vergnoux F, et al. Effects of wearing a customized bite-aligning mouthguard on powerful actions in highly trained swimmers. *J Exerc Sci Fit.* octubre de 2021;19(4):259-68.
9. Haughey JP, Fine P. Effects of the lower jaw position on athletic performance of elite athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med.* diciembre de 2020;6(1):e000886.
10. Maurer C, Heller S, Sure JJ, Fuchs D, Mickel C, Wanke EM, et al. Strength improvements through occlusal splints? The effects of different lower jaw positions on maximal isometric force production and performance in different jumping types. Zagatto A, editor. *PLOS ONE.* 23 de febrero de 2018;13(2):e0193540.
11. Patti A, Bianco A, Messina G, Paoli A, Bellafiore M, Battaglia G, et al. The influence of the stomatognathic system on explosive strength: a pilot study. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(1):72-5.
12. Leroux E, Leroux S, Maton F, Ravalec X, Sorel O. Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study. *Clinics [Internet].* 1 de diciembre de 2018 [citado 7 de febrero de 2022];73. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6238821/?report=classic>
13. D'Ermes V, Basile M, Rampello A, Paolo CD. Influence of occlusal splint on competitive athletes performances. *Ann Stomatol (Roma).* :6.
14. Nam HJ, Lee JH, Hong DS, Jung HC. The Effect of Wearing a Customized Mouthguard on Body Alignment and Balance Performance in Professional Basketball Players. *Int J Environ Res Public Health.* 3 de septiembre de 2020;17(17):6431.
15. Didier H, Assandri F, Gaffuri F, Cavagnetto D, Abate A, Villanova M, et al. The Role of Dental Occlusion and Neuromuscular Behavior in Professional Ballet Dancers' Performance: A Pilot Study. *Healthcare.* 1 de marzo de 2021;9(3):251.
16. Dias AA, Redinha LA, Silva LM, Pizarat-Correia PC. Effects of Dental Occlusion on Body Sway, Upper Body Muscle Activity and Shooting Performance in Pistol Shooters. *Appl Bionics Biomech.* 24 de julio de 2018;2018:1-9.
17. Alpini DC, Di Bernardino F, Mattei V, Cesarani A. The correlation between dental occlusion and posture is different in trained versus nontrained subjects. *Sport Sci Health.* mayo de 2012;7(2-3):83-6.
18. Pae A, Yoo RK, Noh K, Paek J, Kwon KR. The effects of mouthguards on the athletic ability of professional golfers: *Effects of Mouthguards on Athletic Ability.* *Dent Traumatol.* febrero de 2013;29(1):47-51.
19. Ohlendorf D, Romdhane M, Lehmann C, Lehmann S, Kopp S, Maurer-Grubinger C, et al. Effect of a sports mouthguard on the functional range of motion of the spine and the upper body posture in taekwondo. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* diciembre de 2021;13(1):5.
20. Schulze A, Busse M. Prediction of Ergogenic Mouthguard Effects in Volleyball: A Pilot Trial. *Sports Med Int Open.* noviembre de 2019;03(03):E96-101.
21. Battaglia G, Messina G, Giustino V, Zangla D, Barcellona M, Iovane A, et al. Influence of Vertical Dimension of Occlusion on Peak Force During Handgrip Tests in Athletes. *Asian J Sports Med [Internet].* 9 de octubre de 2018 [citado 7 de febrero de 2022];In Press(In Press). Disponible en: <https://brief.land/asjasm/articles/68274.html>