



**Universidad
Europea** VALENCIA

Grado en ODONTOLOGÍA

Trabajo Fin de Grado

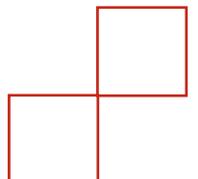
Curso 2022-23

**Influencia de dispositivos oclusales con
diferentes ajustes en el rendimiento deportivo:
una revisión sistemática.**

Presentado por: Giacomo Cicognani

Tutor: María del Carmen Ferrer Serena

Campus de Valencia
Paseo de la Alameda, 7
46010 Valencia
universidadeuropea.com



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutora. Su amabilidad, paciencia y disposición han sido fundamentales para que pudiera trabajar con serenidad y aprender tantas cosas sobre este tema.

También quiero extender mi gratitud a mi padre. Gracias por brindarme la oportunidad de vivir esta experiencia y seguir así tus pasos. Tu apoyo y tus enseñanzas han sido un faro en mi vida, guiándome en cada paso que he dado.

A mi familia, quiero expresar mi más profundo agradecimiento. Su apoyo constante, aliento y fe en mí han sido un pilar fundamental en mi camino. Gracias por estar a mi lado, por creer en mis sueños y por celebrar cada uno de mis logros.

Por último, deseo dar las gracias a todas las personas con las que he compartido estos cinco años en Valencia. Me alegro de haber tenido la oportunidad de vivir esta experiencia con ellos.

ÍNDICE

1. Resumen.....	4
2. Abstract	5
3. Palabras Claves	6
4. Introducción	7
4.1. Oclusión.....	7
4.2. Postura	10
4.3. Relación entre oclusión y postura.....	11
4.4. Relación entre oclusión y el cuerpo	13
4.5. Dispositivos oclusales	14
4.6. Rendimiento deportivo	16
5. Justificación e hipótesis.....	19
6. Objetivos	20
7. Materiales y métodos	21
7.1. Identificación de la pregunta PICO.....	21
7.2. Criterios de elegibilidad.....	21
7.3. Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos	22
7.4. Proceso de selección de los estudios	24
7.5. Extracción de datos.....	25
7.6. Valoración de la calidad.....	25
7.7. Síntesis de datos	26
8. Resultados	27
8.1. Selección de estudios. Flow chart	27
8.2. Análisis de las características de los estudios revisados	29
8.3. Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo	37
8.4. Síntesis resultados	39
9. Discusión	43
9.1. Férulas oclusales	43
9.2. Protectores bucales.....	46
10. Conclusión	53
11. Bibliografía	54
12. Anexos.....	57

1. Resumen

Introducción: El efecto de los dispositivos oclusales sobre el rendimiento deportivo ha sido un tema muy debatido en los últimos años. El objetivo de este estudio es evaluar, a través de una revisión sistemática de la literatura publicada, el efecto de las férulas oclusales y los protectores bucales sobre el rendimiento deportivo. En particular, se analizará la influencia de estos dispositivos en la fuerza, el equilibrio y la estabilidad, con el objetivo de identificar los ajustes oclusales más efectivos al confeccionar dichos aparatos.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web Of Science para encontrar artículos publicados en los últimos diez años, hasta diciembre 2022, que estudiaran la relación entre los dispositivos oclusales y la fuerza muscular, la estabilidad y el equilibrio.

Resultados: De los 314 estudios encontrados, 11 cumplían nuestros criterios de inclusión. De estos artículos, 3 se realizaron con el uso de férulas oclusales y los otros 8 con protectores bucales. Todos analizaban la fuerza muscular, que era nuestra variable principal, y sólo dos artículos incluían la estabilidad y el equilibrio. En cuanto a las férulas oclusales, la relación céntrica y miocéntrica dieron los mejores resultados en términos de fuerza muscular. En cuanto a los protectores bucales, los que producían un descenso y avance de la mandíbula mejoraban tanto el rendimiento de la fuerza como la estabilidad y el equilibrio.

Conclusión: Aunque en varios artículos se informó de que los dispositivos oclusales mejoraban el rendimiento en cuanto a fuerza, estabilidad y equilibrio, no fue posible llegar a una conclusión firme.

2. Abstract

Introduction: The effect of occlusal appliances on athletic performance has been a hotly debated topic in recent years. The aim of this study is to evaluate, through a systematic review of the published literature, the effect of occlusal splints and mouthguards on sports performance. In particular, the influence of these devices on strength, balance and stability will be analysed, with the aim of identifying the most effective occlusal adjustments when making such appliances.

Material and methods: An electronic search was carried out in the databases PubMed, Scopus and Web Of Science to find articles carried out in the last ten years, up to December 2022, that have studied the relationship between occlusal devices and muscular strength, stability and balance.

Results: Of the 314 studies found, 11 met our inclusion criteria. Of these articles, 3 were conducted with the use of occlusal splints and the other 8 with mouthguards. All looked at muscle strength, which was our primary variable, and only two articles included stability and balance. For occlusal splints, the centric and myocentric relationship gave the best results in terms of muscle strength. For mouthguards, those that produced mandibular descent and advancement improved both strength performance and stability and balance.

Conclusion: Although several articles reported that occlusal devices improved performance, in terms of strength, stability and balance, it was not possible to reach a firm conclusion.

3. Palabras Claves

- I.** Athlete
- II.** Young athlete
- III.** Adult
- IV.** Young adult
- V.** Occlusal splints
- VI.** Splints
- VII.** Mouthguard
- VIII.** Dental occlusion
- IX.** Occlusion
- X.** Athletic performance
- XI.** Muscular strength
- XII.** Postural balance
- XIII.** Body balance
- XIV.** Postural stability

4. Introducción

En los últimos años, se está prestando cada vez más atención al papel que juega la oclusión en la mejora del rendimiento deportivo, y al efecto que puede producir un dispositivo oclusal colocado dentro de la cavidad bucal durante la actividad deportiva (1).

La búsqueda de un mejor rendimiento implica no solo el entrenamiento deportivo general y específico, sino también cambios en las características de otras regiones del cuerpo que se cree que afectan el rendimiento. Esto es porque cada parte de nuestro organismo es interdependiente de las demás y la boca no es una excepción (2)

En este estudio analizaremos si una modificación de la oclusión, dada por un dispositivo oclusal, puede influir en el rendimiento deportivo en deportistas que lo utilizan.

Antes de todo, para poder entender cómo la oclusión puede estar relacionada con el rendimiento deportivo, hay que entender cómo funcionan la oclusión y la postura, y como éstas se relacionan.

4.1. Oclusión

La oclusión dental se define como la relación de contacto que existe entre las arcadas dentales superior e inferior. La oclusión se produce por un proceso de cierre de ambos maxilares, como resultado de una contracción sinérgica y coordinada de varios músculos. Una oclusión normal requiere una relación óptima entre los dientes maxilares y mandibulares, lo que significa que las arcadas deben corresponderse entre sí en forma y tamaño (3).

4.1.1. Articulación temporomandibular (ATM) y posición mandibular

La ATM es la articulación que permite los movimientos de apertura y cierre de la boca. Es una articulación gínglimo-artrodial y sus movimientos son una combinación de movimientos de deslizamiento y de bisagra libre. Está formada por la porción anterior de la fosa mandibular (glenoidea), la eminencia articular del hueso temporal y la apófisis condilar (cóndilo) de la mandíbula. Interpuesto entre el cóndilo y el hueso temporal se encuentra el disco articular (4).

Las posiciones que asume la mandíbula en relación con el maxilar son importantes para entender la oclusión. Estas posiciones se pueden dividir en: relación céntrica, máxima intercuspidación, oclusión céntrica y estado de equilibrio (5).

La relación céntrica (RC) es una posición de la mandíbula en la cual los cóndilos están en la posición más superior en la fosa mandibular y en contacto anterior con la vertiente distal de la eminencia articular (4). El término “céntrica” no describe una posición de los dientes, sino una posición de los cóndilos fisiológicamente correcta(5).

La máxima intercuspidación es la posición de máximo cierre mandibular en la cual ocurre el mayor número de contactos dentarios simultáneos. En condiciones ideales, la relación céntrica de la articulación coincide con la máxima intercuspidación, y es en este caso cuando hablamos de posición de oclusión céntrica (5).

La posición del estado de equilibrio viene de la estabilidad del tono muscular de los músculos asignados al cierre de la boca y la posición de la cabeza. La fuerza de gravedad causa un continuo alargamiento de los músculos mandibulares, y los receptores de estas fibras musculares provocan pequeñas contracciones musculares a fin de evitar un descenso de la mandíbula y alargamiento de la musculatura. Por lo tanto, el tono muscular, es definitivo como una resistencia al estiramiento. En esta posición, la mandíbula no tiene contacto entre sus dientes en una medida de 2 a 5 mm. Esta distancia es relativamente constante y puede variar por causas externas que influyen en el sistema neuromuscular, como la posición del cuerpo, estrés, etc. (5).

Esta distancia entre las superficies oclusales cuando maxilar y mandíbula están en posición de reposo se denomina “espacio libre”, y es la diferencia entre la dimensión vertical de oclusión (DVO) y la dimensión vertical de reposo (DVR). La DVO es la altura de la parte inferior de la cara medida entre dos puntos, donde las arcadas están en posición de máxima intercuspidad. La DVR en cambio es la altura de la parte inferior de la cara medida entre dos puntos, cuando la mandíbula está en reposo (6).

Otra posición mandibular importante es la posición Muscular de Contacto (PMC), también conocida como posición miocéntrica. Es la posición que alcanza la mandíbula cuando se eleva por una contracción isotónica equilibrada de los músculos elevadores mandibulares, hasta encontrar el primer contacto oclusal. Fisiológicamente, esta posición debería coincidir con la máxima intercuspidad, determinando una perfecta armonía funcional, sin la existencia de interferencias dentarias en el movimiento de cierre mandibular (3).

4.1.2. Músculos Masticatorios

Los músculos masticatorios que intervienen en los movimientos mandibulares son el pterigoideo lateral, el digástrico anterior, el masetero, el pterigoideo medial y el temporal. También participan en esta función el milohioideo y el genihioideo (4).

El músculo pterigoideo lateral tiene dos orígenes. La cabeza superior se activa en determinados movimientos de cierre, mientras la cabeza inferior se activa en los movimientos de apertura y de protrusión. El músculo masetero se activa en el cierre de la boca y colabora en la protrusión de la mandíbula. El músculo pterigoideo medial produce elevación y el desplazamiento lateral de la mandíbula. El músculo temporal es el posicionador principal de la mandíbula en el movimiento de cierre. El músculo digástrico se divide en un vientre anterior y uno posterior y se activan en diversas fases de la apertura bucal. El músculo genihioideo, que discurre por encima del músculo milohioideo, cuando la mandíbula está fija, dirige el hueso hioides hacia adelante y arriba; cuando el hueso hioides está fijo, es depresor de la mandíbula (4).

4.1.3. Nervio Trigémino

El nervio trigémino es el principal nervio sensorial de la cabeza y es el nervio motor de los músculos de la masticación y otros de menores dimensiones. Los cuerpos de la mayoría de las neuronas sensoriales primarias están en el ganglio trigeminal (o de Gasser) y el resto en el núcleo mesencefálico. Las prolongaciones periféricas forman el nervio oftálmico, maxilar y mandibular (5).

4.2. Postura

La postura es un término utilizado para describir la posición del cuerpo humano, o la disposición de las partes del cuerpo entre sí y su orientación en el espacio (7).

El sistema motor del ser humano está organizado para contrarrestar dos fuerzas: la gravedad y la fuerza centrífuga. Por lo tanto, para contrarrestar estas fuerzas, la postura, requiere una adaptación constante (1). Esta adaptación está controlada por el sistema nervioso central (SNC) que controla la activación de los músculos que intervienen en los ajustes posturales. Estos ajustes son el resultado de un complejo sistema de mecanismos que se derivan de varias entradas integradas por el SNC (7). Estas entradas se dividen en sensores posturales centrales (oculares, mandibulares y podales) y sensores propioceptivos periféricos (articulares, cutáneos y vestibulares)(8).

Además, la estabilidad postural puede mantenerse en equilibrio mediante el tono muscular pasivo en reposo. Esto deriva de las propiedades viscoelásticas moleculares intrínsecas. Estas propiedades son independientes de la activación del SNC y están condicionadas por las propiedades mecánicas del tejido miofascial. Esas propiedades van a contribuir de manera importante al mantener la estabilidad postural en posición de equilibrio, como la rigidez muscular contribuye en el mantenimiento del equilibrio corporal durante la bipedestación tranquila (9).

Desde el punto de vista estático el cuerpo se encuentra en un equilibrio perfecto si su eje vertical mediano coincide con una plomada que pasa por el centro de gravedad, y los pabellones auriculares se encuentran en el mismo plano horizontal de los hombros, caderas y manos. Esta posición de equilibrio postural es posible solamente si existe un

equilibrio entre las masas musculares. Desde el punto de vista dinámico, el control postural es algo más complejo y se define como el control minucioso de la actividad neuromuscular para mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación (8).

Un elemento de gran importancia en el mantenimiento de la postura es la columna vertebral. Ésta presenta cuatro curvaturas compensadas en plano sagital, que son los segmentos cervicales y lumbares (convexos hacia adelante) y los segmentos torácicos y coccígeos (convexos hacia atrás). Estas curvaturas, además de dar elasticidad, permiten el balanceo del cuerpo en posición vertical, sin la necesidad de un gran esfuerzo muscular, colocando el eje de gravedad en el área que está cubierta por los pies (8).

4.3. Relación entre oclusión y postura

En función de las alteraciones externas, la oclusión dental, puede contribuir de forma diferencial al control postural, con una mayor contribución cuando se dan condiciones más difíciles, como pueden ser la inestabilidad y fatiga muscular (9).

La posición de la mandíbula, asistida por el nervio trigémino, puede afectar a la postura y verse influida por ella. En condiciones estáticas, el cuerpo humano, bajo la influencia de la gravedad, oscila continuamente para mantener el control del equilibrio. Una alteración de la oclusión va a estimular el nervio trigémino, que induce una reacción muscular y articular en cadena. Esto se produce porque existe una conexión anatómica del nervio trigémino con la columna cervical, en continuidad con la columna lumbar que participa en la sensibilidad plantar (8).

Además, se ha visto que la información mediada por el nervio trigémino tiene una conexión neuronal con los núcleos vestibulares, responsables del control del equilibrio. Por lo tanto, los núcleos vestibulares pueden verse afectados por cualquier cambio en el nervio trigémino (7).

Un cambio en la posición mandibular provoca cambios en los aferentes propioceptivos, que pueden afectar a la posición del centro de presión del pie y la

estabilidad de la marcha, y a la inversa, los cambios en la postura corporal pueden afectar a la posición mandibular. Esto demuestra la existencia de unos sistemas descendentes y ascendentes en el control de la postura (11).

Parece que los presorreceptores periodontales (neuronas aferentes sensoriales trigeminales de conducción rápida que, inervan receptores especializados en el ligamento periodontal y responden a la presión ejercida sobre las coronas de los dientes (12)) por retroalimentación, van a influenciar los músculos elevadores de la mandíbula, y esto explica por qué en el caso de una interferencia oclusal, que altera el patrón de los músculos mandibulares, las cadenas cervicales podrían verse afectadas, influyendo así en el control postural (13).

Gangloff y Perrin (2002) fueron los primeros en formular la hipótesis de la influencia de los receptores periodontales en la postura corporal, demostrando que hay una alteración significativa del control postural tras la anestesia troncular unilateral del nervio mandibular. De hecho, se produce un desplazamiento del peso corporal hacia la extremidad contralateral cuando se realiza una anestesia unilateral del trigémino, lo que lleva al miembro inferior homolateral a contraerse (11).

En cuanto al sistema muscular, se ha demostrado que existe una fuerte interrelación de la actividad de la mandíbula, el cuello y el tronco (9). Esto ocurre porque el sistema estomatognático y el cuerpo están relacionado por cinco cadenas musculares que unen el cráneo al cuerpo. La cadena anterior, formada por los músculos hioideos, orbicular de los labios, pterigoideos externos y lengua. La cadena anterolateral, constituida por los maseteros, temporales, pterigoideos internos y esternocleidomastoideo. La cadena posterior por los músculos espinales cervicales, y la cadena posterolateral por los temporales, trapecios y el tendón central (lengua)(10).

Así que, una oclusión adecuada, facilita el equilibrio y la activación muscular, tanto a nivel estático como dinámico, de los músculos de la mandíbula hasta el cuello, los hombros y la musculatura de las extremidades inferiores (14).

Existen también unas correlaciones positivas entre diferentes morfologías craneofaciales y actitudes posturales, como una postura desplazada anteriormente en

la maloclusión de clase II, y una postura desplazada hacia atrás en la maloclusión de clase III (11).

En estudios recientes se ha propuesto que el sistema estomatognático puede contribuir al equilibrio postural en un ~2%. Esta contribución podría ser insignificante para la población general. Pero, en el mundo del deporte, puede ser un factor de gran importancia, contribuyendo a la diferencia entre ganadores y perdedores, sobre todo en los deportes donde el equilibrio corporal es determinante (9).

4.4. Relación entre oclusión y el cuerpo

Además de la postura, la oclusión dental se relaciona con otros aspectos importantes del cuerpo.

4.4.1. Oclusión y sistema endocrino

Cuando uno está concentrado, tenso o nervioso, va a apretar los dientes de forma involuntaria; y para un deportista esto ocurre cuando entrena y compite. Es un mecanismo natural e involuntario y forma parte del sistema cerebral de "lucha o huida". Aunque este mecanismo es natural, el hecho de apretar los dientes induce la compresión de la ATM, lo que va a desencadenar la liberación de cantidades excesivas de cortisol que socavan el rendimiento; produciendo fatiga, estrés y distracción (1).

4.4.2. Oclusión y sistema respiratorio

Con la mandíbula relajada y ligeramente hacia delante, se ensancha el tracto y las vías respiratorias. Este ensanchamiento, produce un aumento del aporte de oxígeno, lo que permite que los músculos que están implicados en el esfuerzo físico se liberen, incluidos los de la espalda y el abdomen para su reclutamiento (1).

La evidencia sugiere que existe una importante relación entre la posición de la mandíbula y el tamaño de las aperturas de las vías respiratorias. Una gran parte de las vías respiratorias superiores, llamada vía aérea orofaríngea, está positivamente

correlacionada con la longitud y la posición de la mandíbula, entonces, al aumentar la apertura de la mandíbula se promueve un aumento del tamaño de las vías respiratorias superiores (15).

La posición de la mandíbula con respecto al hueso temporal influye en los resultados respiratorios. Generalmente se produce una optimización de la posición de la cabeza para maximizar el flujo de aire, y estos cambios de posición de la cabeza y de la mandíbula pueden ser transferidos a través de las cadenas musculares superiores del cuerpo (16).

4.5. Dispositivos oclusales

En los artículos analizados para la realización de esta revisión sistemática se utilizaron dos tipos diferentes de dispositivos oclusales: los protectores bucales y las férulas oclusales.

4.5.1. Protectores bucales

Normalmente en el ámbito del deporte, especialmente en los de contacto, se utilizan protectores bucales. Los protectores bucales son aparatos de protección que previenen de posibles lesiones, en la región oromaxilofacial, durante las actividades deportivas. Se ha demostrado que los protectores bucales absorben los impactos, protegiendo los dientes y los tejidos periodontales, y también ayudan a prevenir traumas más graves como la fractura maxilar o la conmoción cerebral (17).

Existen tres tipos principales de protectores bucales: estándar, auto adaptado y personalizado. El tipo estándar está listo para ser utilizado, y no se requiere un proceso de adaptación. Es muy utilizado por su bajo coste, pero también se considera el más incómodo de los diferentes tipos. El tipo auto adaptado es "termoplástico" y puede manipularse con el calor para favorecer el ajuste a los dientes maxilares. Por último, el tipo personalizado requiere impresiones dentales o procesos de escaneo de los dientes del individuo. Este tipo es el más caro y requiere la experiencia de un dentista (14).

Además de sus funciones protectoras, el uso de protectores bucales correctamente fabricados, han atraído el interés de clínicos e investigadores. Como resultado, se han realizado muchos estudios para medir la influencia de los protectores bucales en el rendimiento físico. Basándose en los resultados de estos estudios, se sugirió que los protectores bucales también podrían utilizarse para ayudar al rendimiento, además de proporcionar una simple protección de la región oromaxilofacial (17).

4.5.2. Férulas oclusales

Las férulas oclusales (OS) son aparatos extraíbles creados para tratar los trastornos de la ATM y pueden cubrir total o parcialmente las superficies oclusales de los dientes y en los últimos años, también se han utilizado para mejorar el rendimiento deportivo (18).

La finalidad de estos aparatos es producir un reposicionamiento mandibular, aumentar la dimensión vertical y estabilizar la oclusión (17).

La razón por la que el uso de una OS podría producir efectos positivos es por el reposicionamiento de la mandíbula, favoreciendo la oclusión céntrica y mejorando las condiciones para un apretamiento potente de la mandíbula, además de producir unas mejoras en las conexiones neuromusculares. Así pues, en personas que hacen ejercicio activo, los efectos del reposicionamiento de la mandíbula y la contracción de la mandíbula pueden traducirse en una mejora de las respuestas neuromusculares (14).

Existen muchos tipos de férulas oclusales, cada una de las cuales puede utilizarse para tratar diversas afecciones. Según la clasificación de Dawson (Dawson, 1989), existen 3 tipos de férulas oclusales: férulas permisivas, férulas directivas (férulas no permisivas) y férulas pseudo permisivas (19).

Las férulas permisivas permiten la separación completa de los cóndilos con un contacto dental uniforme y consiguen una función muscular equilibrada, eliminando contactos oclusales anormales (al reducir la actividad parafuncional) (19).

Las férulas directivas (férulas no permisivas) alinean o colocan conjuntos cóndilo-disco. Se deben utilizar solo cuando es necesaria una determinada ubicación condilar. En el caso de dolor articular, la férula desplaza la mandíbula hacia delante. Estas férulas son útiles en dos situaciones clínicas: traumatismo grave, traumatismo con derrame retrodiscal y desplazamientos discales dolorosos que no desaparecen (19).

Las férulas pseudo permisivas están diseñadas para separar los dientes maxilares y suelen estar fabricadas con materiales elásticos. La función de estas férulas difiere mucho de las férulas permisivas, pudiendo exacerbar el bruxismo, al provocar contactos prematuros posteriores debido a su desequilibrio. Un paciente con TMD agudo puede ser tratado con ella de urgencia, ya que es rápida de fabricar (19).

4.6. Rendimiento deportivo

El rendimiento deportivo se considera como la capacidad de un deportista de poner en marcha todos sus recursos bajo unas condiciones determinadas (20).

El rendimiento, en la mayoría de los deportes, viene determinado por características técnicas, tácticas, fisiológicas y psicológicas/sociales del atleta. En condiciones óptimas, las exigencias del deporte están estrechamente relacionadas con la capacidad física del deportista. Entre éstas, encontramos las características del sistema respiratorio, cardiovascular y la interacción de los músculos con el sistema nervioso (21).

Es por esta razón que en cualquier deporte resulta fundamental abordar la preparación desde una perspectiva global (20).

En esta revisión hemos querido centrarnos especialmente en la fuerza muscular, la estabilidad y el equilibrio porque son tres aspectos muy importantes en el rendimiento deportivo, y al ser comunes a muchos deportes esto nos ha permitido abarcar diferentes actividades deportivas.

4.6.1. Fuerza muscular

Desde el punto de vista fisiológico, la fuerza es la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse (fuerza interna), que puede tener relación con un objeto (resistencia) externo o no. Como resultado de esta interacción entre fuerza interna y externa surge la fuerza aplicada. La fuerza aplicada es el resultado de la acción muscular sobre las resistencias externas, como pueden ser el propio peso corporal o cualquier otra resistencia ajena al sujeto. En el ámbito deportivo, lo que interesa es que la fuerza interna se traduce en fuerza aplicada sobre la resistencia externa (22).

La fuerza aplicada se puede medir a través de los cambios de aceleración de las resistencias externas y por la deformación que se produce en el dinamómetro. En el caso que no se disponga de instrumentos de medida, la fuerza aplicada se puede estimar tomando como referencia el peso que se puede levantar o lanzar en una condición determinada, o la distancia que se puede desplazar el centro de gravedad del propio cuerpo (por ejemplo, durante un salto) (22).

4.6.2. Estabilidad y Equilibrio

La estabilidad y el equilibrio están ligados entre ellos, pero no son sinónimos. El equilibrio es un concepto absoluto, se tiene o no se tiene y describe la dinámica postural para prevenir la caída del cuerpo, relacionando las fuerzas que actúan sobre él. Existen tres tipos de equilibrio y están determinados por las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Equilibrio estático, cuando un cuerpo está en reposo o no se desplaza. Equilibrio cinético, cuando el cuerpo está realizando un movimiento rectilíneo y uniforme. Equilibrio dinámico cuando se realiza un movimiento no uniforme, donde un cuerpo parece estar en aparente desequilibrio, pero no se cae (23).

La estabilidad, a diferencia del equilibrio, es la capacidad de un cuerpo de mantener el equilibrio, es decir de evitar ser desequilibrado. También se ha descrito la estabilidad como la propiedad de volver a un estado inicial previo a la perturbación. Se puede ser más o menos estable, y hay varios elementos que pueden disminuir o aumentar la estabilidad. Por lo tanto, el entrenamiento para la mejora de la estabilidad

y del equilibrio, tanto en situaciones estáticas como dinámicas, es necesario para mejorar el rendimiento (23).

5. Justificación e hipótesis

Justificación

En los últimos años está aumentando de forma progresiva el número de publicaciones en revistas médicas y odontológicas que tienen en cuenta cómo los diferentes factores oclusales pueden influir en la postura del cuerpo y por lo tanto en el rendimiento deportivo.

El propósito de esta revisión sistemática es evaluar, a través de una amplia investigación, cómo un dispositivo oclusal con diferentes ajustes oclusales, colocado en el interior de la cavidad bucal de deportistas durante la actividad deportiva, puede, a través del cambio de posición mandibular, mejorar aspectos posturales y consecuentemente el rendimiento deportivo.

En concreto, analizaremos y reuniremos todos los datos sobre la fuerza muscular, la estabilidad y el equilibrio, que son algunos de los aspectos más importantes en el rendimiento de muchos deportes, para intentar aportar algo de claridad a un tema muy debatido en los últimos años.

Este nuevo enfoque nos permitirá conocer más de cerca qué ajustes oclusales pueden ser más beneficiosos a la hora de realizar un dispositivo oclusal para este fin.

Hipótesis

La hipótesis de este trabajo es que un cambio de oclusión y el consiguiente cambio de la posición mandibular dado por un dispositivo oclusal durante la actividad deportiva puede, a través de la fuerza, estabilidad y/o equilibrio, mejorar el rendimiento deportivo.

6. Objetivos

Objetivo principal

1. Evaluar si el cambio de oclusión y la consiguiente modificación de la posición mandibular, mediante el uso de un dispositivo oclusal durante la actividad deportiva, puede mejorar el rendimiento en términos de fuerza muscular.

Objetivos secundarios

1. Evaluar si un dispositivo oclusal puede producir una mejora de la estabilidad y el equilibrio en los deportistas que lo utilizan.
2. Evaluar cuál es la posición ideal de la articulación temporomandibular durante la actividad deportiva para aumentar el rendimiento deportivo.

7. Materiales y métodos

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

7.1. Identificación de la pregunta PICO

Se utilizaron la base de datos Medline-PubMed (United States National Library of Medicine), Web of Science y Scopus para realizar una búsqueda de los artículos indexados publicados hasta diciembre 2022 para responder a la siguiente pregunta: ¿En deportistas profesionales y no profesionales, el uso de dispositivos oclusales con diferentes ajustes puede mejorar el rendimiento deportivo respecto de aquellos que no lo usan?

Esta pregunta de estudio se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO (Population, Intervention, Comparator, Outcome) en la siguiente manera:

- **P** (población): Pacientes deportistas profesionales y no profesionales en edad joven comprendida entre los 15-45 años.
- **I** (intervención): Actividad deportiva realizada con dispositivos oclusales con diferentes ajustes.
- **C** (comparación): Actividad deportiva realizada sin dispositivos oclusales.
- **O** (resultados):
 - O1: Mejora del rendimiento deportivo en términos de fuerza muscular.
 - O2: Mejora del rendimiento deportivo en términos de estabilidad y equilibrio.

7.2. Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión fueron:

- **Tipo de estudio:** Ensayos clínicos aleatorizados controlados, estudios de cohortes prospectivos y series de casos. Artículos publicados en los últimos 10 años, hasta diciembre de 2022.
- **Tipo de pacientes:** Estudios sobre sujetos humanos, sin hacer diferencia entre hombre y mujeres. Incluyendo deportistas profesionales y no profesionales entre los 15 y 45 años.
- **Tipo de intervención:** Estudios donde se han utilizados férulas oclusales o protectores bucales realizados en el maxilar superior.
- **Tipo de variables de resultados:** Estudios donde se analiza el rendimiento deportivo en términos de fuerza muscular, estabilidad y equilibrio; incluyendo todos los tipos de deportes.

Los criterios de exclusión fueron: revisiones sistemáticas, metaanálisis y casos clínicos únicos. Personas no deportistas, personas que tienen patología y síntomas en la ATM, cambios de oclusión sin utilizar un dispositivo oclusal, uso concomitante de otros dispositivos externos al aparato estomatognático y simulación de una maloclusión con un dispositivo oclusal.

7.3. Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos

Para la realización de esta revisión sistemática se realizó una búsqueda automatizada en las tres bases de datos anteriormente citadas (PubMed, Scopus y Web of Science), utilizando las siguientes palabras claves: “athlete”, “young athlete”, “adult”, “young adult”, “occlusal splints”, “splints”, “mouthguard”, “dental occlusion”, “occlusion”, “athletic performance”, “muscular strength”, “postural balance”, “body balance”, “postural stability”. Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND, OR y NOT, y se comprobaron utilizando los tesauros MeSH (para pubmed) y DeCS. Como filtros, en todas las bases de datos, se utilizaron: artículos publicados en los últimos 10 años.

La búsqueda en pubmed fue la siguiente: (("athletes"[MeSH Terms] OR "adult"[MeSH Terms] OR ("young"[All Fields] OR "youngs"[All Fields])) AND ("athlete s"[All Fields] OR "athletes"[MeSH Terms] OR "athletes"[All Fields] OR "athlete"[All

Fields] OR "athletically"[All Fields] OR "athlets"[All Fields] OR "sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields] OR "athletic"[All Fields] OR "athletics"[All Fields])) OR ("young adult"[MeSH Terms] OR ("young"[All Fields] AND "adult"[All Fields]) OR "young adult"[All Fields])) AND "2012/12/20 00:00":"3000/01/01 05:00"[Date - Publication] AND (("occlusal splints"[MeSH Terms] OR "splints"[MeSH Terms] OR "dental occlusion"[MeSH Terms] OR ("dental occlusion"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "occlusion"[All Fields]) OR "dental occlusion"[All Fields] OR "occlusion"[All Fields] OR "occluded"[All Fields] OR "occlusions"[All Fields] OR "occlusive"[All Fields] OR "occlusives"[All Fields]) OR ("mouth protectors"[MeSH Terms] OR ("mouth"[All Fields] AND "protectors"[All Fields]) OR "mouth protectors"[All Fields] OR "mouthguard"[All Fields] OR "mouthguards"[All Fields])) AND "2012/12/20 00:00":"3000/01/01 05:00"[Date - Publication]) AND (("athletic performance"[MeSH Terms] OR "postural balance"[MeSH Terms] OR ("muscular"[All Fields] AND ("strength"[All Fields] OR "strengths"[All Fields])) OR (("human body"[MeSH Terms] OR ("human"[All Fields] AND "body"[All Fields]) OR "human body"[All Fields] OR "body"[All Fields]) AND ("balance"[All Fields] OR "balanced"[All Fields] OR "balances"[All Fields] OR "balancing"[All Fields])) OR (("postural"[All Fields] OR "posturally"[All Fields] OR "posture"[MeSH Terms] OR "posture"[All Fields] OR "postures"[All Fields] OR "postured"[All Fields] OR "posturing"[All Fields]) AND ("stable"[All Fields] OR "stables"[All Fields] OR "stabilisation"[All Fields] OR "stabilisations"[All Fields] OR "stabilise"[All Fields] OR "stabilised"[All Fields] OR "stabiliser"[All Fields] OR "stabilisers"[All Fields] OR "stabilises"[All Fields] OR "stabilising"[All Fields] OR "stabilities"[All Fields] OR "stability"[All Fields] OR "stabilization"[All Fields] OR "stabilizations"[All Fields] OR "stabilize"[All Fields] OR "stabilized"[All Fields] OR "stabilizer"[All Fields] OR "stabilizers"[All Fields] OR "stabilizes"[All Fields] OR "stabilizing"[All Fields]))) AND "2012/12/20 00:00":"3000/01/01 05:00"[Date - Publication])) AND (y_10[Filter])

La búsqueda en Scopus fue la siguiente: (ALL (athlete OR adult OR young AND athlete OR young AND adult) AND ALL (occlusal AND splints OR splints OR mouthguard OR dental AND occlusion OR occlusion) AND ALL (athletic AND performance OR muscular AND strength OR postural AND balance OR body AND

balance OR postural AND stability)) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012)))

La búsqueda en Web of Science fue la siguiente: ((ALL=(Athlete OR Young Athlete OR Adult OR Young adult)) AND ALL=(Occlusal splints OR Splints OR Mouthguard OR Dental Occlusion OR Occlusion)) AND ALL=(Athletic performance OR muscular strenght OR Postural balance OR Body balance OR Postural stability) and 2012 or 2013 or 2014 or 2015 or 2016 or 2017 or 2018 or 2019 or 2020 or 2021 or 2022 (Publication Years)

Para identificar cualquier estudio elegible que pudiera haberse perdido en la búsqueda inicial, completamos la búsqueda mediante la revisión de las referencias proporcionadas en la bibliografía de cada estudio. Finalmente, se realizó una búsqueda cruzada de artículos potencialmente interesantes para su análisis. Para acceder a artículos no disponibles en la base de datos con texto completo, contactamos directamente a sus autores. Los estudios duplicados se eliminaron de la revisión.

7.4. Proceso de selección de los estudios

El proceso de selección se realizó en tres etapas. La selección de los estudios fue llevada a cabo por dos revisores (CG, MFS). En la primera etapa, mediante la lectura de los títulos, se eliminaban las publicaciones irrelevantes. En la segunda etapa se realizaba el cribado por los resúmenes, y se seleccionaba según el tipo de estudio, tipo de pacientes, tipo de intervención y variables de resultados. En la tercera etapa se filtraba según la lectura del texto completo, y la extracción de los datos se realizó utilizando un formulario de recogida de datos previamente elaborado para confirmar la elegibilidad de los estudios. En cada fase, los desacuerdo entre los revisores, se resolvieron mediante debate y, en caso necesario, se consultó a un tercer revisor.

7.5. Extracción de datos

De los estudios seleccionados se extrajeron los siguientes datos, que se ordenaron en una tabla según:

- Título del artículo
- Autores con el año de publicación
- Tipo de estudio
- Objetivos del estudio
- Población estudiada (número de individuos, sexo, edad media y deporte practicado)
- Dispositivo oclusal utilizado (férula oclusal/protector bucal, tipo de ajuste)
- Variables estudiadas (fuerza muscular, estabilidad y equilibrio)
- Método de medida
- Resultados del estudio

7.6. Valoración de la calidad

Con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos, la valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (CG, MFS).

Se utilizó la guía Cochrane 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>) para la evaluación de la calidad de los estudios clínicos controlados aleatorizados, y las publicaciones fueron consideradas de:

- “bajo riesgo de sesgo” cuando cumplían todos los criterios.
- “alto riesgo de sesgo” cuando no se cumplían uno o más criterios y por tanto se considera que el estudio presenta un sesgo posible que debilita la fiabilidad de los resultados.
- “sesgo incierto” (ya fuera por falta de información o incertidumbre sobre el potencial de sesgo).

7.7. Síntesis de datos

Para resumir y comparar las variables de resultado de los diferentes estudios analizados, agrupamos los valores de las variables principales (fuerza, estabilidad y equilibrio) según el tipo de ajustes oclusales y el grupo de estudio (protectores bucales y férulas oclusales).

8. Resultados

8.1. Selección de estudios. Flow chart

Del proceso de búsqueda inicial se obtuvieron un total de 361 artículos: Medline - PubMed (n=246), SCOPUS (n=29) y Web of Science (n=85). Además, se obtuvo 1 estudio adicional a través de la búsqueda manual (listas de referencias). Mediante el cribado por títulos y resúmenes se identificaron 15 artículos potencialmente elegibles. Posteriormente, fueron obtenidos los artículos de texto completo y evaluados a fondo. Como resultado, 11 artículos fueron incluidos en la presente revisión sistemática los cuales cumplían todos nuestros criterios de inclusión (Fig. 1). Las informaciones y las razones de exclusión de los artículos excluidos se presentan en la Tabla 1.

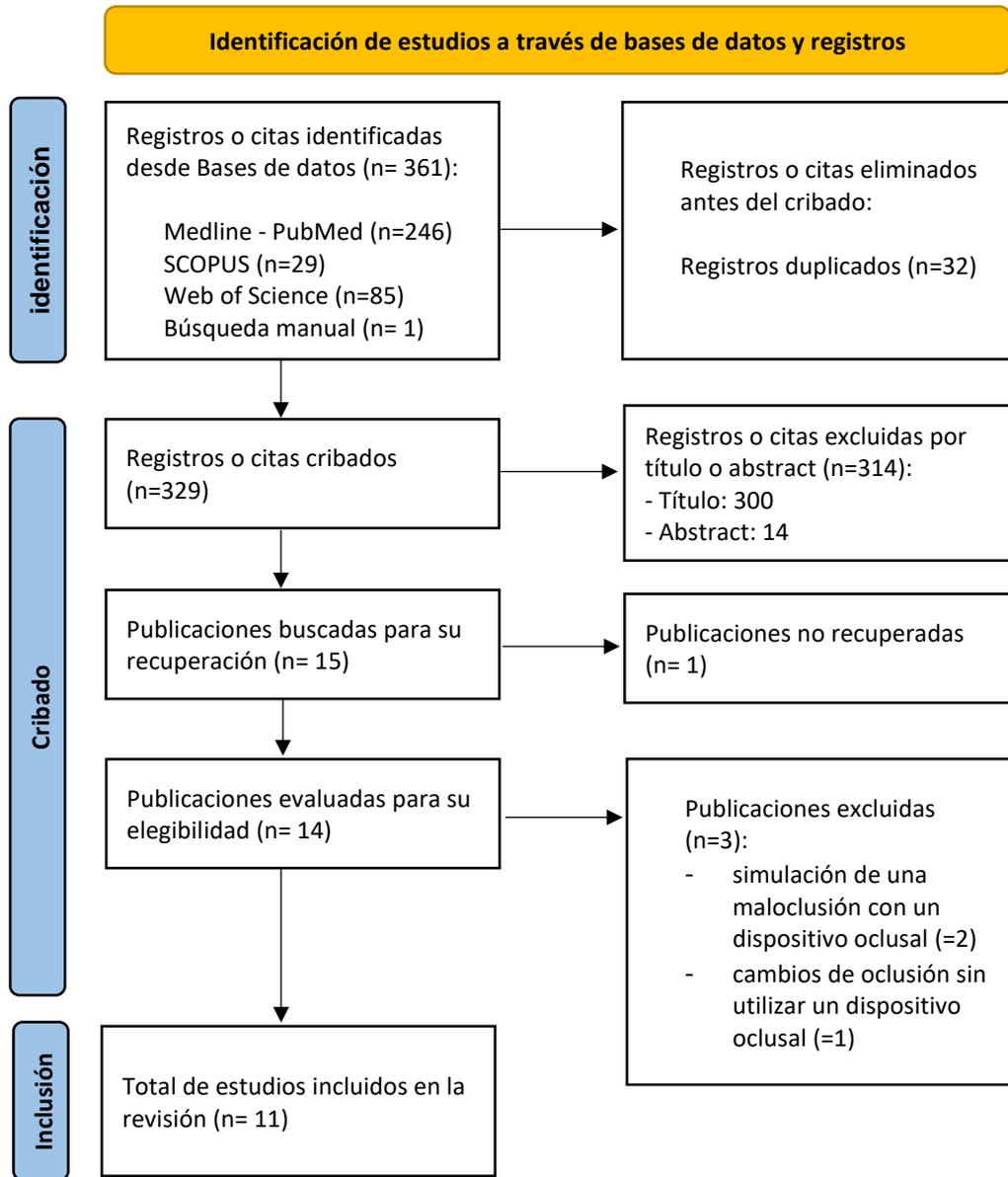


Fig. 1. Diagrama de flujo

Tabla 1: Artículos excluidos (y su razón de exclusión) de la presente revisión sistemática.

Autor. Año	Publicación	Motivo de exclusión
Leroux E. 2018(24)	Clinics	Simulación de una maloclusión con un dispositivo oclusal
Grosdent S. 2014 (25)	J Strength Cond Res	Simulación de una maloclusión con un dispositivo oclusal
Battaglia G. 2018(26)	Asian J Sports Med	Cambios de oclusión sin utilizar un dispositivo oclusal

8.2. Análisis de las características de los estudios revisados

De los 11 artículos incluidos en la presente revisión sistemática, 3 artículos fueron realizados con el uso de férulas oclusales (27–29) y 8 con la utilización de protectores bucales. (14,17,30–35)

El total de los 11 artículos fueron controlado aleatorizado y el paciente fue la unidad de asignación al azar.

Fueron analizados un total de 220 sujetos: 60 con el uso de férulas oclusales y 160 con protectores bucales.

En todos los artículos se analizaba la fuerza muscular y en sólo 2 artículos la estabilidad y el equilibrio.

A continuación, se presentan tablas con las características de los estudios revisados (Tabla 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Tabla 2: Características de los estudios revisados

Titulo	Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Dispositivo	Variables estudiadas	Método de medida	Resultados
Effects of occlusal splints on shoulder strength and activation (28)	A. Dias y cols. 2019	ECA	Investigar los efectos de la SO en la fuerza del hombro en sujetos masculinos sanos.	14 sujetos de sexo masculino (edad: 21,67 ± 0,86 años).	1: Férula oclusal (OS) que reposiciona la ATM en relación céntrica (RC). 2: Férula placebo (PS) 3: Sin férula (N)	Fuerza muscular	Dinamómetro isocinético para medir el par máximo (TP) medido en N/m. Se realizaron <u>Abducción/aducción</u> del hombro y <u>rotación externa/interna</u> del brazo. 5 repeticiones máximas a una velocidad de 60/seg. Con brazo dominante.	<u>Abducción/aducción</u> TP: OS (57.72 ± 2.70 N/m y 68.53 ± 1.47 N/m) > N (52.76 ± 9.88 N/m y 61.3 ± 2.47 N/m). No diferencia significativa entre OS y PS. <u>Rotación externa/interna</u> TP: OS (36.99 ± 1.92 N/m y 40.93 ± 2.72 N/m) > N (32.15 ± 0.95 N/m y 33.72 ± 1.79 N/m) y PS (31.93 ± 1.08 N/m y 33.64 ± 1.67 N/m)
A neuromuscular fitted dental Splint does not improve Sprint Performance (27)	H. Fischer y cols. 2016	ECA	Probar los efectos de una férula dental ajustada neuromuscularmente en comparación con una férula de verticalización habitual y una condición sin férula en el rendimiento de sprint de ciclismo en prueba anaeróbica Wingate.	23 varones (26,0 ± 2,0 años). Ciclistas	1: férula ajustada neuromuscular (estimulación nerviosa para inducir una posición de reposo neuromuscular) 2: férula dental verticalizada habitual (sin estimulación nerviosa) 3: sin férula.	Fuerza muscular	Tres pruebas anaeróbicas Wingate en orden aleatorio para cada condición de férula en un ergómetro para bicicletas. Se midieron: tiempo hasta el pico de potencia, potencia máxima, potencia mínima, caída de potencia y potencia media.	No se encontraron diferencias entre ninguna de las condiciones de la férula. <u>Potencia media:</u> férula ajustada neuromuscular 677 ± 82 W; ferula habitual verticalizada 675 ± 87 W; sin férula 668 ± 80 W.

Tabla 3: Características de los estudios revisados

Titulo	Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Dispositivo	Variables estudiadas	Método de medida	Resultados
Effects of a custom bite-aligning mouthguard on performance in college football players (30)	SN. Drum y cols. 2016	ECA	El objetivo de este artículo es determinar si un protector bucal hecho a medida puede mejorar el rendimiento deportivo en comparación con el uso de un protector bucal estándar o sin el uso del mismo.	10 jugadores de fútbol americano de la División II de la NCAA (edad, 19 -22 años).	1: Protector bucal personalizado o a medida (CM). 2: protector bucal estándar (BB). 3: Sin protector bucal (CON).	Fuerza muscular	Salto vertical en cuclillas (SJ) y salto vertical en contramovimiento (CJ) Press de banca máximo de una repetición.	Cada condición de protector bucal no dio lugar a diferencias significativas entre CM y BB o sin protector bucal (CON).
Effects of jaw clenching while wearing a customized bite-aligning mouthpiece on strength in healthy young men (14)	B. Buscà y cols. 2016	ECA	Investigar los efectos de un protector bucal de alineación de mordida personalizado sobre las medidas de fuerza isométrica de la empuñadura y espalda, tasa de desarrollo de fuerza y los parámetros de rendimiento del salto vertical con contramovimiento (CMVJ) en comparación con 2 condiciones (apretar y sin apretar la mandíbula sin el protector bucal)	28 sujetos varones sanos y físicamente activos (rango de edad: 20-26 años). Deportes practicados: Fútbol, baloncesto y voleibol en competiciones regionales.	1: no apretar la mandíbula (NON-JAW) sin protector bucal. 2: apretar la mandíbula (JAW) sin protector bucal. 3: apretar la mandíbula llevando un protector bucal alineador de mordida (MP) en posición neutra de reposo de la mandíbula.	Fuerza muscular y fuerza explosiva	<u>Fuerza de prensión de la mano:</u> con un dinamómetro de empuñadura (máxima fuerza de presión con la mano dominante). <u>Fuerza isométrica en la espalda:</u> Tirar todo lo posible de un mango ergonómico conectado a un extensómetro. La tasa de desarrollo de fuerza (RFD) se calculó en intervalos de tiempo de 0-150, 0-300 y 0-450. <u>Salto vertical en contramovimiento (CMVJ):</u> se evaluó utilizando una alfombrilla de contacto.	<u>Fuerza de prensión de la mano:</u> MP (520 N) > JAW (490 N) y NON-JAW (470 N) JAW > NON-JAW. <u>Fuerza isométrica en la espalda:</u> MP (1,322.39 N) > NON-JAW (1,216.48 N) y JAW (1,219.13 N). <u>Salto vertical con contramovimiento:</u> MP (960 vatios y 0,33 m) > NON-JAW (945 vatios y 0,315m) y JAW (940 vatios y 0,31 m).

Tabla 4: Características de los estudios revisados

Título	Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Dispositivo	Variables estudiadas	Método de medida	Resultados
Effects of over-the-counter jaw-repositioning mouth guards on dynamic balance, flexibility, agility, strength, and power in college-aged male athletes (31)	DL. Golem y cols. 2015	ECA	<p>El objetivo principal de este estudio era examinar los efectos de los protectores bucales de reposicionamiento mandíbular sobre la fuerza y potencia muscular.</p> <p>El objetivo secundario de este estudio era determinar los efectos de los protectores bucales de reposicionamiento sobre la agilidad, equilibrio y flexibilidad.</p>	<p>20 atletas universitarios varones sanos (Edad = $21,5 \pm 2,7$ años).</p> <p>Deportes practicados: artes marciales mixtas, lucha, fútbol, fútbol americano y lacrosse.</p>	<p>1: control sin protector bucal (CON).</p> <p>2: protector bucal placebo (PLA).</p> <p>3: protector bucal de reposicionamiento mandíbular autoadaptado (SA).</p> <p>4: protector bucal de reposicionamiento mandíbular hecho a medida (CF).</p>	Fuerza, potencia muscular y equilibrio.	<p><u>Equilibrio dinámico</u>: se evaluó utilizando una plataforma de estabilidad.</p> <p><u>Potencia</u> (parte inferior del cuerpo): con la prueba de salto vertical (VJ) de contramovimiento.</p> <p><u>Fuerza</u> (parte superior del cuerpo): se evaluó mediante 3 repeticiones máximas (3RM) de press de banca (BP).</p>	<p><u>Equilibrio dinámico</u>: no se observaron diferencias significativas entre las condiciones (CON: $19,91 \pm 5,6$ segundos; PLA: $19,98 \pm 5,5$ segundos; SA: $20,1 \pm 6,3$ segundos; CF: $20,1 \pm 5,6$ segundos).</p> <p><u>Potencia</u>: no se observaron diferencias significativas entre las condiciones. (CON: 61.0 ± 7.8 cm; PLA: 60.7 ± 7.7 cm; SA: 60.5 ± 8.2 cm; CF: 60.3 ± 9.1 cm)</p> <p><u>Fuerza</u>: No se observaron diferencias significativas entre las condiciones (CON: $98,8 \pm 17,4$ kg; PLA: $97,7 \pm 17,6$ kg; SA: $98,5 \pm 17,3$kg y CF $97,6 \pm 17,6$ kg).</p>

Tabla 5: Características de los estudios revisados

Titulo	Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Dispositivo	Variables estudiadas	Método de medida	Resultados
Influence of different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: a controlled-randomized trial (32)	FA. Duddy y cols. 2012	ECA	Evaluar y comparar el efecto de dos tipos diferentes de protectores bucales en el rendimiento atlético y la fuerza de los atletas universitarios.	18 deportistas universitarios entre 19 y 23 años. Deporte practicado: Remo.	1: protector bucal de venta libre semiadaptables (UA). 2: protector bucal a medida (CM). 3: sin protector bucal	Fuerza muscular	Prueba ergométrica de potencia máxima en 3 tiempos (3 stroke). Medido en vatio. Prueba ergométrica de 1 minuto (Ergometer). Medido en vatio.	Se encontraron diferencias significativas para la prueba de potencia máxima de 3 tiempos, pero no en la prueba ergométrica de 1 min. 3 stroke: sin protector bucal 809 vatio, UA 767 vatio, CM 811 vatio. Ergometer: sin protector bucal 571 vatio, UA 547 vatio, CM 571 vatio.
Physiological Effects of Wearing Athletic Mouth Pieces While Performing Various Exercises (33)	MF. Zupan y cols. 2018	ECA	Investigar si el uso del regulador de mordida PX3 durante varios tipos de ejercicios mejoraba el rendimiento atlético y los cambios fisiológicos en comparación con un protector bucal de venta libre o sin protector bucal.	25 sujetos de ambos sexos, 24,2 ± 5,8. Deporte practicado: ejercicio aeróbico durante más de 30 minutos, al menos tres veces por semana.	1: PX3 regulador de mordida. (con mandíbula hacia abajo y delante) 2: Protector bucal de venta libre. 3: Sin protector bucal	Fuerza muscular.	Fuerza: ejercicio de prensa de piernas, realizando tantas repeticiones de como fueran capaces de hacer con dos veces su peso corporal. Tras otros 10 minutos de recuperación, se realizó la prueba de press banca con el 80% de su respectivo peso corporal tantas veces como fuera posible con la técnica correcta.	Prensa de piernas: PX3 (51,8 ± 4,1 repeticiones) > protector bucal de venta libre(46,0 ± 4,1 repeticiones) y sin protector bucal (47,2 ± 3,7 repeticiones). Press de banca: No diferencias significativas. PX3 (17,7 ± 1,8 repeticiones), protector bucal de venta libre (17,2 ± 1,6 repeticiones) y sin protector bucal (17,2 ± 1,7 repeticiones).

Tabla 6: Características de los estudios revisados

Titulo	Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Dispositivo	Variabes estudiadas	Método de medida	Resultados
Effects of the lower jaw position on athletic performance of elite athletes (34)	JP. Haughey y cols. 2020	ECA	Este estudio pretende explorar la influencia de la posición de la mandíbula inferior sobre el rendimiento atlético en deportistas de élite.	15 atletas. Deportes practicados: Fútbol gaélico, hockey sobre hierba y boxeo.	1: mordida habitual del atleta (HB) sin un protector bucal 2: mordida en posición fisiológica de reposo con protector bucal (MB).	Fuerza muscular, equilibrio y estabilidad.	<p>Potencia de la parte inferior del cuerpo: salto vertical (VJ) con contramovimiento. Se registraron 3 saltos para cada condición y se utilizó la media como puntuación de la prueba.</p> <p>Potencia de la parte superior del cuerpo: se utilizó un balón medicinal (BP) de 9 kg y un press de banca inclinado. Cada atleta realizó tres lanzamientos submáximos. Se utilizó la distancia media de lanzamiento de las tres puntuaciones de la prueba.</p> <p>Prueba de equilibrio y estabilidad: movimiento direccional posteromedial con cada pierna (SEBT= Star Excursión Balance Test).</p>	<p>VJ: HB (46.29 cm) < MB (48.97 cm)</p> <p>BP: HB (255.49 cm) < MB (281.08 cm)</p> <p>SEBT (pierna derecha): HB (85.07 cm) < MB (88.87 cm)</p> <p>SEBT (pierna izquierda): HB (84.27 cm) < MB (88.5 cm)</p> <p>Con MB tuvo una mejora en la potencia de la parte inferior del cuerpo del 5,8 %, potencia de la parte superior del 10%, equilibrio y estabilidad del 4,8% en comparación con el HB.</p>
Physiological responses of a jaw-repositioning custom-made mouthguard on airway and their effects on athletic performance (35)	R. Schultz Martins y cols. 2020	ECA	Investigar las respuestas fisiológicas de un JCM en las vías respiratorias y sus efectos en el rendimiento aeróbico y anaeróbico.	24 (mujeres n = 5; hombres n = 19) Participantes activos en edad universitaria (edad = 21±2)	1: Protector bucal JCM (protector bucal a medida de reposición mandibular). 2: Control sin protector bucal (CON)	Potencia y fuerza muscular	<p>Potencia vertical:</p> <p>Prueba de salto vertical con contramovimiento (CVJ) utilizando el dispositivo de medición Vertec. Se realizaron 3 saltos y se registró el salto más alto.</p> <p>Potencia horizontal:</p> <p>Prueba de salto amplio con contramovimiento (CBJ). 3 ensayos, y se registró el salto más largo.</p>	<p>CVJ: JCM (5.459 ± 1.459 W) > CON (5.313 ± 1.521 W) Aumento del 3% en la potencia vertical en la condición JCM comparada con la condición CON</p> <p>CBJ: JCM (4.768 ± 999 W) > CON (4.666 ± 1.088 W). Aumento del 2% en la potencia horizontal en la condición JCM en comparación con la condición CON.</p>

Tabla 7: Características de los estudios revisados

Titulo	Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Dispositivo	VARIABLES estudiadas	Método de medida	Resultados
Strength improvements through occlusal splints? The effects of different lower jaw positions on maximal isometric force production and performance in different jumping types (29)	C. Maurer y cols. 2018	ECA	Medición del salto, fuerza muscular del tronco y piernas en cuatro condiciones oclusales diferentes: neutral, relación céntrica, posición condilar miocéntrica e máxima intercuspidadación.	23 corredores recreativos sanos (8f/15m). Edad media 34,0 ± 10,3 años.	1: posición de oclusión habitual en reposo (= neutral) 2: férula de relajación en oclusión céntrica (= céntrica) 3: férula en posición condilar miocéntrica (= DPS) 4: férula de máxima intercuspidadación (= max)	Fuerza muscular y explosiva	<u>Pruebas de salto:</u> Salto en cuclillas (SJ), salto con contramovimiento (CMJ) y saltos en caída (DJ) desde diferentes alturas (24 cm [DJ24], 32 cm [DJ32], 40 cm [DJ40] y 48 cm [DJ48]). Se midieron alturas (cm) y tiempos de contacto con el suelo (segundos). <u>Pruebas de fuerza:</u> Fuerza máxima del tronco (extensores y flexores) medida en Nm Fuerza máxima de los músculos de las piernas medida en N. Índice de desarrollo de la fuerza (RFD) medido en N/ms.	<u>Pruebas de salto</u> SJ: DPS (28.5 cm) > Max (27 cm). CMJ: DPS (29.9 cm) > Neutral (29.1 cm) DJ32: DPS (131 cm/s) > Max (116 cm/s) Centric (121 cm/s) > Max (116 cm/s) y neutral (112 cm/s) DJ40: Centric (135 cm/s) > Max (117 cm/s) y neutral (126 cm/s) DPS = Centric Neutral = Max. <u>Prueba de fuerza</u> Extensión de tronco: DPS (252 Nm) > Max (241 Nm) y Neutral (225 Nm). Centric > Max y Neutral Fuerza de prensa de pierna (derecha e izquierda): DPS (2274 y 2457 N) > Max (2064 y 2260 N) y Neutral (2098 y 2284 N). Centric (2327 N) > Max (2260 N) y Neutral (2284 N) (pierna derecha). RFD (pierna derecha): DPS (5,2 N/ms) > Max (4,8 N/ms) y Neutral (4,8 N/ms).

Tabla 8: Características de los estudios revisados

Título	Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Población	Dispositivo	VARIABLES estudiadas	Método de medida	Resultados
Analysis of the characteristics of mouthguards that affect isokinetic muscular ability and anaerobic power (17)	J-K. Jung y cols. 2013	ECA	Medir la fuerza muscular isocinética y el rendimiento anaeróbico en condiciones variables con y sin protectores bucales de cobertura total y parcial con la misma dimensión vertical intermaxilar.	20 estudiantes universitarios del departamento de educación física, de sexo masculino. Edad media $21,2 \pm 1,5$.	1: oclusión sin ningún aparato (ICP) 2: protector bucal maxilar de cobertura total con contactos oclusales equilibrados anteroposterior y lateralmente. (FCM) 3: protector bucal maxilar de cobertura anterior (de canino a canino) (Ant PCM) 4: protector bucal maxilar izquierdo (desde el 1PM hasta el molar más posterior) (Lt PCM) 5: protector bucal maxilar derecho (desde el 1PM hasta el molar más posterior) (Rt PCM)	Fuerza muscular isocinética y potencia anaeróbica máxima.	Para medir la fuerza muscular isocinética se utilizó un dinamómetro isocinético (realizando flexiones y extensiones de las rodillas derecha (Rt) e izquierda (Lt)).	No se encontraron diferencias significativas entre FCM y ICP en cuanto a fuerza muscular. FCM Extensión: 178.6 ± 25.2 (Rt) 166.7 ± 29.9 (Lt) Flexión: 125.8 ± 18.4 (Rt) 121.7 ± 17.4 (Lt) ICP Extensión: 180.7 ± 29.5 (Rt) 170.2 ± 21.9 (Lt) Flexión: 120.9 ± 19.8 (Rt) 116.9 ± 16.7 (Lt)

8.3. Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

Para los estudios randomizados, fue considerado un alto riesgo de sesgo en 4 estudios y sesgo incierto en 7 estudios (Tabla 9)

	Generar secuencia aleatorizada (sesgo selección)	Ocultación de la asignación (sesgo selección)	Cegamientos participantes y personal (sesgo de detección)	Cegamiento evaluación de resultados (sesgo detección)	Seguimiento y exclusiones (sesgo deserción)	Descripción selectiva (sesgo informe)	Otros sesgos
Dias y cols. 2019 (28)	+	+	+	?	?	+	+
Maurer y cols. 2018 (29)	+	-	?	?	+	+	+
Fischer y cols. 2017 (27)	+	+	?	+	?	+	?
Jung y cols. 2013 (17)	+	+	?	-	?	+	?
Drum y cols. 2016 (30)	+	+	-	?	?	+	+
Buscà y cols. 2016 (14)	+	+	+	-	?	+	+
Golem y cols. 2015 (31)	+	+	+	?	+	+	+
Duddy y cols. 2012 (32)	+	+	?	?	+	+	?
Zupan y cols. 2018 (33)	+	?	?	?	+	+	+
Haughey y cols. 2020 (34)	+	?	?	+	+	+	?
Schultz Martins y cols. 2020 (35)	+	?	+	?	?	+	+

Tabla 9: Medición del riesgo de sesgo de los estudios randomizados según la guía Cochrane.

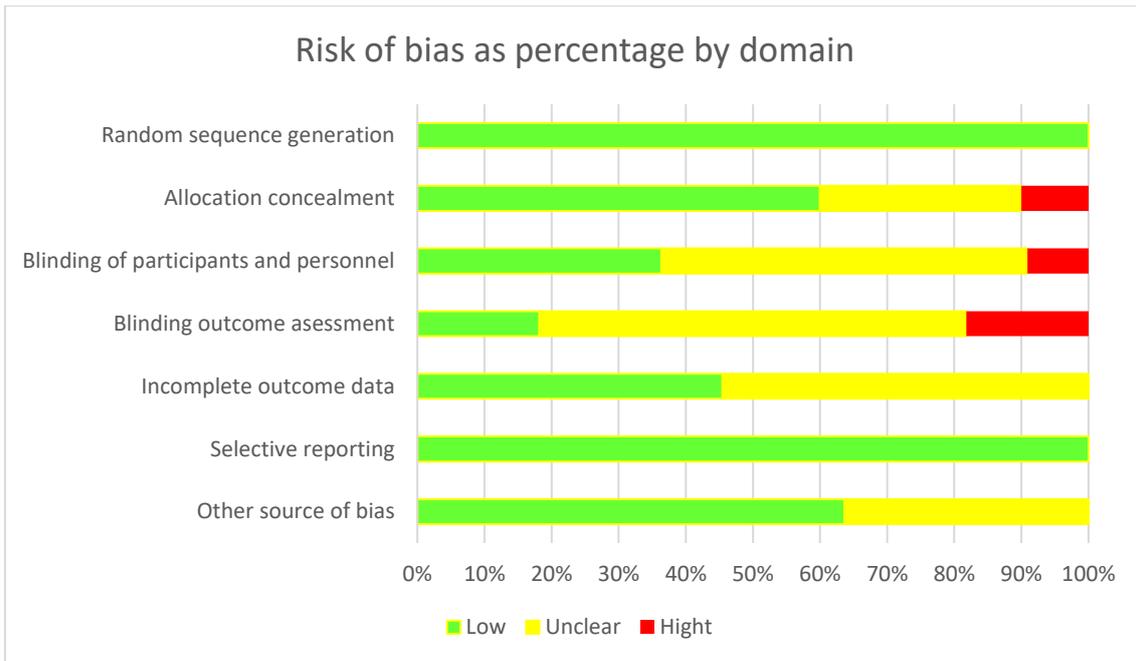


Fig. 2. Representación del riesgo de sesgo

8.4. Síntesis resultados

Tabla 10: Comparación de los resultados obtenidos con los diferentes tipos de férulas oclusales en los ejercicios de fuerza.

	Sin férula	Céntrica	Ajuste neuromuscular	Miocéntrica	Máxima intercuspidadación	Placebo
A. Dias y cols. (28)	<u>Abducción/aducción</u> 52.76 ± 9.88 N/m y 61.3 ± 2.47 N/m <u>Rotación externa/interna</u> 32.15 ± 0.95 N/m y 33.72 ± 1.79 N/m	<u>Abducción/aducción</u> 57.72 ± 2.70 N/m y 68.53 ± 1.47 N/m <u>Rotación externa/interna</u> 36.99 ± 1.92 N/m y 40.93 ± 2.72 N/m				<u>Rotación externa/interna</u> 31.93 ± 1.08 N/m y 33.64 ± 1.67 N/m
H. Fischer y cols. (27)	<u>Potencia media:</u> 668 ± 80 W		<u>Potencia media:</u> 677 ± 82 W			<u>Potencia media:</u> 675 ± 87 W
C. Maurer y cols. (29)	<u>Pruebas de salto</u> CMJ- 29.1 cm DJ32- 112 cm/s DJ40- 126 cm/s <u>Prueba de fuerza:</u> Extensión de tronco - 225 Nm Fuerza de prensa de pierna (izquierda y derecha)- 2098 y 2284 N RFD (pierna derecha): 4,8 N/ms	<u>Pruebas de salto:</u> DJ32- 121 cm/s DJ40- 135 cm/s <u>Prueba de fuerza:</u> Extensión de tronco - 236 Nm Fuerza de prensa de pierna (derecha)- 2327 N		<u>Pruebas de salto:</u> SJ- 28.5 cm CMJ- 29.9 cm DJ32- 131 cm/s <u>Prueba de fuerza:</u> Extensión de tronco - 252 Nm Fuerza de prensa de pierna (izquierda y derecha)- 2274 y 2457 N RFD (pierna derecha): 5,2 N/ms	<u>Pruebas de salto:</u> SJ- 27 cm DJ32- 116 cm/s DJ40- 117 cm/s <u>Prueba de fuerza:</u> Extensión de tronco - 241 Nm Fuerza de prensa de pierna (izquierda y derecha)- 2064 y 2260 N RFD (pierna derecha): 4,8 N/ms	

Tabla 11: Comparación de los resultados obtenidos con los diferentes tipos de protectores bucales en los ejercicios de fuerza.

	Sin protector bucal	Estándar	Autoadaptable	A medida (con contactos uniformes)	A medida (con mandíbula hacia abajo y delante)	Placebo
SN. Drum y cols. (30)	Sin diferencias significativas	Sin diferencias significativas.		Sin diferencias significativas.		
B. Buscà y cols. (14)	<p>JAW</p> <p><u>Fuerza de presión de la mano:</u> 490 N</p> <p><u>Fuerza isométrica en la espalda:</u> 1,219.13 N</p> <p><u>Salto vertical con contramovimiento:</u> 940 vatios y 0,31 m</p> <p>NO JAW</p> <p><u>Fuerza de presión de la mano:</u> 470 n</p> <p><u>Fuerza isométrica en la espalda:</u> 1,216.48 N</p> <p><u>Salto vertical con contramovimiento:</u> 945 vatios y 0,315m</p>			<p><u>Fuerza de presión de la mano:</u> 520 N</p> <p><u>Fuerza isométrica en la espalda:</u> 1,322.39 N</p> <p><u>Salto vertical con contramovimiento:</u> 960 vatios y 0,33 m</p>		
DL. Golem y cols. (31)	<p><u>3RM de press de banca:</u> 98,8 ± 17,4 kg</p> <p><u>salto vertical:</u> 61.0 ± 7.8 cm</p>		<p><u>3RM de press de banca:</u> 98,5 ± 17,3kg</p> <p><u>salto vertical:</u> 60.5 ± 8.2 cm</p>	<p><u>3RM de press de banca:</u> 97,6 ± 17,6 kg</p> <p><u>salto vertical:</u> 60.3 ± 9.1 cm</p>		<p><u>3RM de press de banca:</u> 97,7 ± 17,6 kg</p> <p><u>salto vertical:</u> 60.7 ± 7.7 cm</p>
FA. Duddy y cols. (32)	<p><u>3 stroke:</u> 809 vatio</p> <p><u>Ergometer:</u> 571 vatio</p>		<p><u>3 stroke:</u> 767 vatio</p> <p><u>Ergometer:</u> 547 vatio</p>	<p><u>3 stroke:</u> 811 vatio</p> <p><u>Ergometer:</u> 571 vatio</p>		
MF. Zupan y cols. (33)	<p><u>Prensa de pierna:</u> 47,2 ± 3,7 repeticiones</p> <p><u>Press de banca:</u> 17,2 ± 1,7 repeticiones</p>	<p><u>Prensa de pierna:</u> 46,0 ± 4,1 repeticiones</p> <p><u>Press de banca:</u> 17,2 ± 1,6 repeticiones</p>			<p><u>Prensa de pierna:</u> = 51,8 ± 4,1 repeticiones</p> <p><u>Press de banca:</u> 17,7 ± 1,8 repeticiones</p>	
JP. Haughey y cols. (34)	<p><u>VJ:</u> 46.29 cm</p> <p><u>BP:</u> 255.49 cm</p>				<p><u>VJ:</u> 48.97 cm</p> <p><u>BP:</u> 281.08 cm</p>	
R. Schultz Martins y cols. (35)	<p><u>CVJ:</u> 5.313 ± 1.521 W</p> <p><u>CBJ:</u> 4.768 ± 999 W</p>				<p><u>CVJ:</u> 5.459 ± 1.459 W 5.313 ± 1.521 W)</p> <p><u>CBJ:</u> 4.666 ± 1.088 W</p>	

J-K. Jung y cols. (17)	<u>Extensión</u> 180.7 ± 29.5(Rt) 170.2 ± 21.9(Lt) <u>Flexión:</u> 120.9 ± 19.8(Rt) 116.9 ± 16.7(Lt)			<u>Extensión:</u> 178.6 ± 25.2 (Rt) 166.7 ± 29.9 (Lt) <u>Flexión:</u> 125.8 ± 18.4 (Rt) 121.7 ± 17.4 (Lt)		
------------------------	---	--	--	--	--	--

Tabla 12: Comparación de los resultados obtenidos con los diferentes tipos de protectores bucales en los ejercicios de estabilidad y equilibrio.

	Sin protector bucal	Placebo	Autoadaptable	A medida (con contactos uniformes)	A medida (con mandíbula hacia abajo y delante)
DL. Golem y cols. (31)	<u>Equilibrio dinámico:</u> 19,91 ± 5,6 segundos	<u>Equilibrio dinámico:</u> 19,98 ± 5,5 segundos	<u>Equilibrio dinámico:</u> 20,1 ± 6,3 segundos	<u>Equilibrio dinámico:</u> 20,1 ± 5,6 segundos	
JP. Haughey y cols. (34)	<u>SEBT (pierna izquierda):</u> 84.27 cm <u>SEBT (pierna derecha):</u> 85.07 cm				<u>SEBT (pierna izquierda):</u> 88.5cm <u>SEBT (pierna derecha):</u> 88.87 cm

De todos los artículos analizados para esta revisión sistemática, no se encontraron diferencias significativas entre las distintas condiciones oclusales en cuatro artículos (17,27,30,31).

En los ejercicios de fuerza realizados con férulas oclusales, en los artículos de Días y cols. (28) y Maurer y cols. (29), la relación céntrica mostró una mejora en el rendimiento en comparación con las otras condiciones (sin férula, placebo y máxima intercuspidad). Sin embargo, en el artículo de Maurer y cols. (29), la posición miocéntrica no produjo diferencia significativa respecto a la relación céntrica. La férula con ajuste neuromuscular, en el artículo de Fischer y cols. (27), no produjo diferencias significativas en comparación con una férula placebo y sin el uso de la férula.

Con respecto a los ejercicios de fuerza realizados con protectores bucales hechos a medida que llevan la mandíbula hacia abajo y delante, en los artículos de Zupan y cols. (33), Haughey y cols. (34) y Schultz Martins y cols. (35), se produjeron mejores resultados en comparación con las otras condiciones (estándar y sin protector bucal).

En cuanto al protector bucal hecho a medida con contactos uniformes, en los artículos de Golem y cols. (31), Drum y cols. (30) y Jung y cols. (17) no se observaron diferencias significativas en comparación con las otras condiciones (estándar, autoadaptables, placebo y sin protector bucal). En el estudio de Duddy y cols. (32) se obtienen mejores resultados respecto al autoadaptable, pero no respecto a no usarlo. Sin embargo, en el estudio de Buscà y cols. (14), sí que se obtuvieron mejores resultados respecto a la condición sin protector bucal.

En los ejercicios de equilibrio y estabilidad realizados con protectores bucales, se demostró, en el artículo de Haughey y cols. (34), que el protector bucal hecho a medida, con mandíbula hacia abajo y delante, da mejores resultados que no utilizarlo. En cambio, en el artículo de Golem y cols. (31), con un protector bucal a medida con contactos uniformes, no se produjeron diferencias significativas con el resto de las condiciones.

9. Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática es investigar el efecto del uso de diferentes dispositivos oclusales, sobre el rendimiento deportivo. El objetivo principal es el de determinar si el uso de un dispositivo oclusal pueda mejorar la fuerza muscular durante la actividad deportiva. En cambio, los objetivos secundarios son los de comprender si, además de la fuerza muscular, un cambio de oclusión dado por un dispositivo oclusal puede mejorar la estabilidad y el equilibrio y, por último, qué posición de la ATM puede considerarse la mejor para mejorar estos parámetros.

Para ello, hemos decidido incluir dos tipos diferentes de dispositivos oclusales, las férulas oclusales y los protectores bucales, por ser los dispositivos más utilizados en el ámbito deportivo.

A través de una búsqueda exhaustiva, se han incluido un total de 11 estudios, de los cuales todos incluyen nuestra variable principal, la fuerza muscular. La estabilidad y el equilibrio, que es nuestra variable secundaria, sólo se incluye en 2 de estos estudios (31,34).

El nivel de calidad metodológica de los estudios limitó nuestra capacidad para extraer conclusiones. La aleatorización fue uno de los criterios de calidad, pero no se describió en detalle. Además, la mayoría de los estudios no informaron de cómo se dio la asignación y el cegamiento de los deportistas sólo se ha realizado en pocos estudios debido a la naturaleza de las intervenciones.

9.1 Férulas oclusales

En cuanto a los resultados obtenidos con el uso de férulas oclusales, en los ejercicios de fuerza, las posiciones céntrica y miocéntrica dan los mejores resultados, pero sin encontrar diferencias entre estas dos posiciones.

Según el artículo de Maurer y cols. (29) y la revisión sistemática de Cesanelli y cols.(36) esto se debe a que estas férulas tienen en común que ajustan el cóndilo en una posición más céntrica, lo que descomprime las articulaciones mandibulares a ambos lados del cuerpo. Esto debería conducir a una relajación de los músculos mandibulares

y, en consecuencia, a una oclusión equilibrada en términos de puntos de contacto oclusales. Además, se puede evitar una compresión de las articulaciones mandibulares al morder. En conjunto, estos factores inducen cambios en el sistema temporo-mandibular que pueden transmitirse a todo el cuerpo a través de conexiones neuronales, así como tejidos activos y pasivos (por ejemplo, músculos y fascias). Por lo tanto, este tipo de férula, cambiando la posición de la mandíbula, puede alterar las señales sensoriales que llegan al cerebro.

Además, en la revisión sistemática de Cesanelli y cols. (36) se explica que estas férulas aumentan la estabilidad a nivel oclusal, lo cual provoca un incremento de la actividad EMG en los músculos maseteros durante las pruebas de fuerza o potencia debido a una contracción involuntaria de la mandíbula. Sin embargo, sigue sin estar claro si estos resultados se deben a un cambio en la condición sensorial producido por la aplicación de estas férulas o si es otro mecanismo el responsable.

Para explicar el aumento de fuerza en la parte superior del cuerpo que se produce con estas dos férulas, en particular en los ejercicios de abducción realizado en el artículo de Días y cols. (28), existen dos argumentos que también se explican detalladamente en la revisión sistemática de Días y cols. (37).

El primer argumento está relacionado con la anatomía funcional. La variación en la DVO dada por estas férulas pueden influir en varios músculos cervicales, como el esternocleidomastoideo y el trapecio (28).

Esto ocurre porque existe una estrecha relación entre la columna cervical, el cráneo y la mandíbula, y la escápula y la clavícula. Esto se debe a la existencia de músculos y ligamentos que, si bien se unen a algunos de estos huesos, pueden actuar eficazmente sobre otros (37).

Estos músculos desempeñan un papel importante en la fijación de la escápula y la clavícula, dado que la función estabilizadora de los huesos es necesaria para potenciar la activación de los músculos a ellos unidos (28).

Además, su estabilización es necesaria para potenciar la activación del músculo deltoides. El trapecio y el esternocleidomastoideo se originan en los huesos occipital y

temporal y se insertan a nivel de la escápula y la clavícula y el origen del músculo deltoides está alineado con la inserción del músculo trapecio (37).

El segundo argumento se basa en mecanismos neurofisiológicos. Es bien sabido que las fibras aferentes que se originan en el sistema masticatorio (que conducen la información aferente desde los músculos masticatorios y la ATM) se proyectan al núcleo del nervio accesorio que controla los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. Por esta razón, los cambios en la retroalimentación propioceptiva, secundarios a la oclusión (procedentes de la ATM), probablemente influyan en los músculos escapulares, como el trapecio y el esternocleidomastoideo, ambos importantes para estabilizar los huesos sirviendo de origen para el músculo deltoides. Este concepto se ve corroborado por los hallazgos de Wang y cols. Estos autores descubrieron que la férula oclusal aumenta tanto la fuerza muscular como la activación EMG del trapecio y deltoides durante contracciones musculares isométricas (37).

En la parte inferior del cuerpo, se nota en el artículo de Maurer y cols. (29) que no hay simetría en la producción de fuerza máxima de las piernas. La producción de fuerza con la férula DPS (posición miocéntrica) y Centric (posición céntrica) es mayor que la condición Max (máxima intercuspidadación) y Neutral (oclusión habitual sin férula) en la pierna derecha.

Una hipótesis es que la pierna dominante, que para la mayoría de los sujetos era la pierna derecha, puede estar controlada de forma más precisa por el sistema nervioso. Si el efecto de la férula es un cambio en la actividad neuronal, esto podría explicar la diferencia entre la pierna izquierda y la derecha. Un argumento en contra de esta hipótesis es el hecho de que la pierna derecha y la izquierda no muestran ninguna diferencia en la producción de fuerza para Neutral. Además, en estudios anteriores se ha demostrado que el patrón de marcha se vuelve más simétrico utilizando una férula ajustada individualmente (29).

En el artículo de Fischer y cols. (27) se combinan una férula ajustada neuromuscular, una férula verticalizada habitual y una condición sin férula, realizando un test anaeróbico de Wingate, prueba que sirve para evaluar la fuerza dinámica, velocidad y fatiga correspondiente, y no obstante la hipótesis comprobada de que la

férula neuromuscular debería afectar positivamente, no se produce diferencia significativa entre estas tres condiciones. Esto parece indicar que ni el ajuste neuromuscular ni las férulas verticalizadas habituales modulan suficientemente la tensión y la función de los músculos mandibulares ni la propiocepción trigeminal para mejorar el rendimiento. Una posible explicación podría ser que la oclusión dental no es una característica relevante del sprint (27).

No hemos podido analizar los efectos de la férula oclusal sobre la estabilidad y el equilibrio debido a la falta de artículos que los incluyeran. Esto se debe al hecho que hemos tenido que eliminar de nuestra revisión todos los artículos que no contenían nuestra variable principal (fuerza muscular).

9.2. Protectores bucales

En cuanto a los resultados obtenidos con el uso de los protectores bucales, la posición baja y adelantada de la mandíbula demuestra mejores resultados con la utilización de un protector bucal estándar respecto a no utilizarlo, en los artículos de Zupan y cols. (33), Haughey y cols. (34) y de Schultz Martins y cols. (35).

En cuanto al estudio de Zupan y cols. (33), se compara un protector bucal hecho a medida que baja y avanza la mandíbula (llamado "PX3"), con un protector bucal estándar y una condición sin protector bucal, realizando dos tipos de ejercicios de fuerza (press de pierna y press de banca). Aunque no haya una gran diferencia en los resultados de los ejercicios de press de banca, en los ejercicios de press de pierna los participantes con el protector bucal PX3 son capaces de realizar más repeticiones en comparación con las otras condiciones.

Estos resultados se deben a que, en comparación con los ejercicios de press de piernas, el press de banca es una prueba de fuerza muscular con una media de repeticiones de sólo 17 levantamientos. Este ejercicio, con repeticiones más bajas, utiliza casi exclusivamente el trifosfato de adenosina/fosfato de adenosina (sistemas energéticos glucolíticos). En cambio, en el ejercicio de press de piernas, al tener una media de repeticiones mucho más elevada, la capacidad respiratoria desempeña un papel más importante. Esto se debe a que en los ejercicios cortos y de alta intensidad,

un atleta tiende a apretar los dientes y un protector bucal tradicional bloqueará el flujo de aire durante este apretamiento y, por lo tanto, restringirá el suministro de oxígeno al cuerpo. Esto requiere que el atleta confíe más en el trifosfato de adenosina-fosfato de creatina y sistemas energéticos glucolíticos, que no pueden suministrar suficiente energía durante un ejercicio de resistencia anaeróbica. Sin embargo, el regulador de mordida PX3 permite un flujo de aire continuo incluso cuando se aprietan los dientes, gracias al diseño de la mandíbula desplazada (33).

Haughey y cols. (34) además de la fuerza muscular, analizan también la estabilidad y el equilibrio, demostrando que este tipo de protector bucal puede mejorar el rendimiento de estos parámetros.

Los protectores bucales utilizados en este estudio son diseñados para tener un impacto negativo mínimo en el espacio libre disponible para la postura de la lengua, permitiendo a los músculos de la masticación funcionar óptimamente desde su posición de reposo. Este protector bucal al ser más vertical y anterior crea una descompresión de la ATM además de permitir que la lengua se posicione más anteriormente aumentando el espacio de la vía aérea superior. El aumento del espacio de las vías respiratorias modifica la curvatura de la columna cervical reduciendo la postura de la cabeza hacia delante. Por lo tanto, la contracción de los músculos desde su longitud total de reposo y la mejor postura de la cabeza ayudarían a explicar la mejora del rendimiento atlético observada en este estudio (34).

En el artículo de Schultz Martins y cols. (35) informan que el protector bucal a medida de reposición mandibular (JCM) utilizado en este estudio promueve cambios estadísticos. Uno de los principales hallazgos es un aumento del 10% en la anchura de las vías respiratorias superiores con la condición JCM en comparación con la condición sin protector bucal (CON). Al reposicionar la mandíbula hacia delante, se produce una tracción hacia delante de los músculos conectados al hueso hioides, lo que aumenta la luz de la orofaringe. Esta expansión de la orofaringe podría provocar una disminución de la resistencia de las vías respiratorias superiores y, por tanto, aumentar el flujo de aire. Se cree que una disminución de la resistencia al flujo de aire durante el ejercicio disminuye el trabajo de los músculos respiratorios, lo que puede aumentar el flujo sanguíneo a los músculos que trabajan. Esta economía en el coste de la respiración es

particularmente importante en el esfuerzo casi máximo porque el trabajo de la respiración tiene un impacto directo en el rendimiento y en la tolerancia al ejercicio.

De los resultados de estos tres artículos se deduce que bajar y adelantar la mandíbula aporta beneficios en aquellos ejercicios en los que la respiración juega un papel fundamental, pero sin aportar beneficios evidentes en aquellos ejercicios de corta duración en los que la respiración no influye en los resultados.

En cambio, para los protectores bucales a medida con contactos uniformes, hay resultados contradictorios.

Los resultados obtenidos en el estudio de Golem y cols. (31) revelan que ni los protectores bucales autoadaptables ni los hechos a medida son eficaces para promover un cambio. La ausencia de efectos sobre el rendimiento en este estudio puede deberse a que, para reducir costes y aumentar la disponibilidad, los fabricantes desarrollaron un sistema de producción que elimina la necesidad de experiencia odontológica. Sin embargo, la individualidad y el posicionamiento preciso de la mandíbula no pueden adquirirse sin el uso de técnicas dentales avanzadas y el contacto directo entre el experto dental y el atleta. Las técnicas odontológicas más avanzadas que se emplean en la producción de dispositivos para el tratamiento de los trastornos temporomandibular (TTM), como la estimulación neural eléctrica transcutánea y la electromiografía (EMG), pueden ser necesarias para crear un protector bucal de reposicionamiento mandibular óptimo para cada deportista. Otras limitaciones de este estudio serían la falta de comparación con un protector bucal que no reposiciona la mandíbula, y la ausencia de cegamiento causada por la incomodidad del protector bucal “placebo” (PLA).

También en los artículos de Drum y cols. (30) y Jung y cols. (17) los protectores bucales a medida con contactos uniformes no producen diferencias significativas en comparación con las otras condiciones (estándar y sin protector bucal).

En el artículo de Drum y cols. (30) los protectores bucales con alineación de mordida no producen efectos significativos de mejora del rendimiento en comparación con los protectores bucales sin alineación de mordida. Sin embargo, este estudio incluye algunas cuestiones metodológicas que deben tenerse en cuenta, como el tamaño de la

muestra, con solo 10 jugadores de fútbol americano, que es pequeña para detectar diferencias leves pero significativas entre ambas condiciones de protector bucal.

En el artículo de Jung y cols. (17) para controlar las variables asociadas a la posición oclusal, se ha diseñado un protocolo para mantener la mandíbula en una posición fija con un aumento de 2 mm en la dimensión vertical. El aumento vertical de 2 mm es utilizado con frecuencia por varios estudios sobre la fabricación de protectores bucales, que corresponde al rango de espacio libre. Además, Chakfa y cols. informan que al aumentar gradualmente la dimensión vertical (de 2 a 12 mm) de la posición intercuspídea (ICP), se obtienen aumentos máximos en los flexores cervicales y fuerza muscular deltoidea. Sin embargo, en el presente estudio no se observa ningún cambio significativo. Basándose en estos resultados, se cree que un aumento de 2 mm en la posición vertical de la mandíbula tiene poco efecto sistémico.

En el artículo de Duddy y cols. (32) los resultados no demuestran una mejora de la fuerza con la utilización de protectores bucales a medida, pero tampoco efectos negativos. Además de la protección producida por los protectores bucales hechos a medida, el hecho de que sea confortable y no produzca dificultades respiratorias a todos los atletas, excepto uno y que no perjudique el rendimiento es muy alentador. Por el contrario, los protectores bucales autoadaptados tienen un ligero impacto negativo en el rendimiento deportivo. Esto podría estar directamente relacionado con la dificultad para respirar y la sensación de incomodidad de todos los atletas mientras utilizan este tipo de protector bucal.

Los resultados obtenidos en estos cuatro estudios reflejan los encontrados en la revisión sistemática de Ferreira y cols. (38), en la que los protectores bucales a medida no empeoran el rendimiento en ninguno de los ejercicios realizados, pero tampoco una clara mejoría respecto a no utilizarlos.

En el artículo de Buscà y cols. (14), a diferencia de los artículos anteriores, se observan beneficios en los ejercicios realizados con el protector bucal hecho a medida. En este estudio se realizan dos ejercicios de fuerza (agarre de mano y remo) comparando tres condiciones: sin apretar la mandíbula (NO-JAW), apretando la mandíbula (JAW) y apretando la mandíbula con el protector bucal (MP).

Se observan mejoras estadísticamente significativas cuando los sujetos realizan la prueba de agarre con la mandíbula apretada (JAW y MP) con respecto a NON-JAW. Además, se observan fuerzas máximas significativamente mayores para MP con respecto a las otras 2 condiciones sin protector bucal (14).

La mayor comodidad a la hora de apretar la mandíbula y la oclusión optimizada con el protector bucal personalizado expresada por los sujetos podría ser una interpretación de estas diferencias. Además, una DVO correcta, gracias a la utilización de un protector bucal de grosor óptimo, como la utilizada en el presente estudio, podría mejorar la fuerza muscular producida por los músculos implicados. Esto se explica porque parece promover las condiciones óptimas para un potente apretamiento mandibular que contribuye a la fuerza isométrica. El apretamiento mandibular, con el papel protector del protector bucal para la integridad de los dientes, puede ser otra explicación de una posible activación muscular en los músculos de la mandíbula y puede constituir un potenciador significativo de la activación a distancia de los motores primarios. Sin embargo, una limitación de este estudio es que no se recogieron datos sobre la generación de fuerza de mordida (14).

Se podría deducir de este artículo que apretar la mandíbula con un protector bucal hecho a medida con contactos uniformes puede mejorar la fuerza isométrica.

En contraposición de estos resultados, Keçeci y cols. no encontraron ninguna diferencia significativa al comparar la fuerza isométrica de prensión de la mano con y sin protectores bucales en luchadores de élite de taekwondo. Seguramente hay una serie de cuestiones que podrían afectar al rendimiento en las distintas pruebas, como las diferencias de muestra entre los estudios y la falta de datos sobre el momento en que se realizan los distintos procedimientos de evaluación (14).

La heterogeneidad de los resultados obtenidos en los distintos artículos sobre los protectores bucales hechos a medida con contactos uniformes puede deberse a muchos factores. Por ejemplo, el material de fabricación del protector bucal y su dureza podrían desempeñar un papel importante en el mantenimiento de la dimensión vertical durante el cierre mandibular, tal y como se explica en el estudio de Golem y cols (31), donde se utiliza un material duro inmune a la compresión dental, pero esto, en la

mayoría de los artículos no se explica claramente. Otro posible factor es el grosor del protector bucal que, cambiando en todos los estudios, podría interferir en los resultados. Por ejemplo, en el estudio de Duddy y cols. (32) el grosor del protector bucal es de 4mm, en el estudio de Golem y cols. (31) entre 2 y 3 mm, en el estudio de Busca y cols. (14) 5,4 mm, en el estudio de Jung y cols. (17) 2 mm y en el estudio de Drum y cols. (30) no se especifica. Además, en algunos estudios, como ocurrió en el estudio de Golem y cols. (31), las medidas tomadas en la boca de los deportistas fueron realizadas directamente por los investigadores y no por un dentista especializado en este campo. Por último, la diferencia en los ejercicios realizados, con ejercicios de fuerza isométrica, isotónica y explosiva, no permiten una comparación entre los distintos estudios.

Un punto en común que tienen estos artículos es que el uso de uno de estos protectores bucales hechos a medida produce una distribución uniforme de la fuerza oclusal, y como se demuestra en un estudio anterior, la oclusión unilateral o la falta de armonía en los músculos masticatorios provoca desviaciones de las vértebras cervicales y posteriormente puede causar desequilibrio postural o desequilibrio al caminar. Sin embargo, contrariamente a estos resultados, algunos estudios han demostrado que el uso de un protector bucal parcial produce resultados más favorables en algunas variables que los protectores bucales de cobertura total (17).

Por lo tanto, el efecto positivo de los protectores bucales sobre el rendimiento deportivo sigue siendo controvertido. Algunos investigadores sostienen que los cambios oclusales y mandibulares afectan al rendimiento, mientras que otros creen que sus efectos sobre el rendimiento son mínimos o se deben a efectos placebo (17).

Futuras investigaciones sobre este tema deberían considerar una descripción más precisa del grosor de los protectores bucales, para comprender en qué medida aumenta la dimensión vertical de los participantes, así como dar una explicación detallada de los materiales utilizados en la fabricación del protector bucal, para comprender si puede haber o no un cambio en la dimensión vertical durante el cierre de la mandíbula. Otra cuestión importante es que las mediciones tomadas en las bocas de los participantes en el estudio sean realizadas por dentistas especializados en este campo, con el fin de evitar posibles errores. Por último, sería importante que la posición

de la ATM y mandibular se explique claramente y que los protocolos de las pruebas se estandaricen, a fin de simplificar las comparaciones entre los distintos estudios.

10. Conclusión

Conclusiones principales

1. Aunque en algunos estudios se ha demostrado que un cambio en la posición mandibular dado por un dispositivo oclusal puede producir una mejora en la fuerza muscular, la heterogeneidad de los resultados no nos permitió llegar a una conclusión firme.

Conclusiones secundarias

1. El uso de un protector bucal hecho a medida que baja y adelanta la mandíbula ha demostrado poder producir una mejora en la estabilidad y el equilibrio pero, debido al escaso número de artículos que analizan estas variables y, en consecuencia, la imposibilidad de comparación, no nos ha permitido llegar a un resultado seguro.
2. Se ha demostrado que una descompresión de la ATM mediante una posición céntrica y miocéntrica y un posicionamiento bajo y adelantado de la mandíbula pueden mejorar el rendimiento durante la actividad deportiva.

11. Bibliografía

1. Militi A, Cicciù M, Sambataro S, Bocchieri S, Cervino G, De Stefano R, et al. Dental occlusion and sport performance. *Minerva Stomatol.* 2020;69(2):112–8.
2. Grosdent S, O’Thanh R, Domken O, Lamy M, Croisier J-L. Dental occlusion influences knee muscular performances in asymptomatic females. *J Strength Cond Res.* 2014;28(2):492–8.
3. Venegas C, Farfán C, Fuentes R. Posiciones mandibulares de referencia clínica. Una descripción narrativa. *Int J Odontostomatol.* 2021;15(2):387–96.
4. Nelson SJ. Wheeler. Anatomía, fisiología y oclusión dental. 10th ed. Elsevier; 2015.
5. Quezada Arcega R. Análisis Funcional Oclusal. Greenbooks editore; 2019.
6. Rebibo M, Darmouni L, Jouvin J, Orthlieb JD. Vertical dimension of occlusion: the keys to decision. *Int J Stomatol Occlusion Med.* 2009;2(3):147–59.
7. Dias A, Redinha L, Rodrigues MJ, Silva L, Pezarat-Correia P. A kinematic analysis on the immediate effects of occlusal splints in gait and running body sway patterns. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice.* 2022;40(2):119–25.
8. 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.* 2018;73:e453.
9. 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.* 2020;10:1626.
10. González Rodríguez S, Llanes Rodríguez M, Pedroso Ramos L. Modificaciones de la oclusión dentaria y su relación con la postura corporal en Ortodoncia. Revisión bibliográfica. *Revista Habanera de Ciencias Médicas.* 2017;16(3):371–86.
11. Cuccia A, Caradonna C. The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics.* 2009;64(1):61–6.
12. Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U. *Encyclopedia of Neuroscience.* Berlin Heidelberg: Springer; 2009.
13. Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Burtscher M. Dental occlusion and body balance: A question of environmental constraints? *J Oral Rehabil.* 2019;46(4):388–97.
14. Buscà B, Morales J, Solana-Tramunt M, Miró A, García M. Effects of jaw clenching while wearing a customized bite-aligning mouthpiece on strength in healthy young men. *J Strength Cond Res.* 2016;30(4):1102–10.
15. Golem DL, Davitt PM, Arent SM. The effects of over-the-counter jaw-repositioning mouthguards on aerobic performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57(6):865–71.
16. Maurer-Grubinger C, Avaniadi I, Adjami F, Christian W, Doerry C, Fay V, et al. Systematic changes of the static upper body posture with a symmetric occlusion condition. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):636.

17. Jung JK, Chae WS, Lee KB. Analysis of the characteristics of mouthguards that affect isokinetic muscular ability and anaerobic power. *J Adv Prosthodont*. 2013;5(4):388–95.
18. Dias A, Redinha L, Vaz JR, Cordeiro N, Silva L, Pezarat–Correia P. Effects of occlusal splints on shoulder strength and activation. *Ann Med*. 2019;51(sup1):15–21.
19. Albagieh H, Alomran I, Binakresh A, Alhatarisha N, Almeteb M, Khalaf Y, et al. Occlusal splints-types and effectiveness in temporomandibular disorder management. *Saudi Dent J*. 2023;35(1):70–9.
20. Luis Cortegaza F, Daí Luong C. Bases teóricas del rendimiento deportivo. *Efdeportes.com* [Internet]. 2015 [cited 2022 Nov 10]. Available from: <https://www.efdeportes.com/efd207/bases-teoricas-del-rendimiento-deportivo.htm>
21. Bangsbo J. Performance in sports - With specific emphasis on the effect of intensified training. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25:88–99.
22. López Chicarro J, Fernández Vaquero A. *Fisiología del ejercicio*. 3rd ed. Editorial Medica Panamericana; 2019.
23. Guterman T. Propuesta para el entrenamiento de la estabilidad y la propiocepción. *Efdeportes.com* [Internet]. 2013 [cited 2022 Dec 15]. Available from: <https://efdeportes.com/efd186/entrenamiento-%20de-la-estabilidad-y-la-propiocepcion.htm>
24. 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*. 2018;73:e453.
25. Phanie Grosdent S, Domken O, Lamy M, Croisier J Louis. Dental occlusion influences knee muscular performances in asymptomatic females. *J Strength Cond Res*. 2014;28(2):492–8.
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*. 2018;9(4):68274.
27. Fischer H, Weber D, Beneke R. No improvement in sprint performance with a neuromuscular fitted dental splint. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(3):414–7.
28. Dias A, Redinha L, Vaz JR, Cordeiro N, Silva L, Pezarat–Correia P. Effects of occlusal splints on shoulder strength and activation. *Ann Med*. 2019 Mar 29;51(sup1):15–21.
29. 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. *PLoS One*. 2018;13(2):e0193540.
30. Drum SN, Swisher AM, Buchanan CA, Donath L. Effects of a custom bite-aligning mouthguard on performance in college football players. *J Strength Cond Res*. 2016;30(5):1409–15.
31. Golem DL, Arent SM. Effects of over-the-counter jaw-repositioning mouth guards on dynamic balance, flexibility, agility, strength, and power in college-aged male athletes. *J Strength Cond Res*. 2015;29(2):500–12.

32. Duddy FA, Weissman J, Lee RA, Paranjpe A, Johnson JD, Cohenca N. Influence of different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: A controlled-randomized trial. *Dental Traumatology*. 2012 Aug;28(4):263–7.
33. Zupan MF, Bullinger DL, Buffington B, Koch C, Parker S, Fragleasso S, et al. Physiological Effects of Wearing Athletic Mouth Pieces while Performing Various Exercises. *Mil Med*. 2018;183(suppl_1):510–5.
34. Haughey JP, Fine P. Effects of the lower jaw position on athletic performance of elite athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2020;6(1):e000886.
35. Schultz Martins R, Girouard P, Elliott E, Mekary S. Physiological Responses of a Jaw- Repositioning Custom-Made Mouthguard on Airway and Their Effects on Athletic Performance. *J Strength Cond Res*. 2020 Feb 1;34(2):422–9.
36. Cesanelli L, Cesaretti G, Ylaitè B, Iovane A, Bianco A, Messina G. Occlusal splints and exercise performance: a systematic review of current evidence. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(19):10338.
37. Dias A, Redinha L, Mendonça G V., Pezarat-Correia P. A systematic review on the effects of occlusal splint therapy on muscle strength. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*. 2020;38(3):187–95.
38. Ferreira GB, Guimarães LS, Fernandes CP, Dias RB, Coto NP, Antunes LAA, et al. Is there enough evidence that mouthguards do not affect athletic performance? A systematic literature review. *Int Dent J*. 2019;69(1):25–34.

12. Anexos

Prisma 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	Portada
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	4-5
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	19
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	20
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	21-22
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	22-24
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	22-24
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	24
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	25
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	25
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	26
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	26
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	26
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	26
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	26
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	25

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	27
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	28
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	29-36
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	37-38
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	39-42
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	43-52
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	43-52
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	43-52
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	43-52
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

**INFLUENCE OF OCCLUSAL APPLIANCES WITH DIFFERENT SETTINGS ON SPORTS
PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW.**

Authors:

Giacomo Cicognani ¹, María del Carmen Ferrer Serena ²

¹ 5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia, Valencia, Spain.

² Professor Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain

Corresponding and reprints author

María del Carmen Ferrer Serena

Paseo Alameda 7, Valencia

46010, Valencia

mariadelcarmen.ferrer@universidadeuropea.es

Abstract:

Introduction: The effect of occlusal appliances on sports performance has been a heavily debated topic in recent years. In the present study, we evaluated, through a systematic review of the published literature, the effect of occlusal splints and mouthguards, with different occlusal settings, on sports performance.

Aims: The aim of this study is to evaluate whether an occlusal change, given by an occlusal device during sports activity, can improve the strength, stability and balance of the wearer. Furthermore, to understand what is the ideal jaw position to improve these parameters.

Material and methods: An electronic search was carried out in the databases PubMed, Scopus and Web Of Science to find articles carried out in the last ten years, up to December 2022, that have studied the relationship between occlusal appliances and muscular strength, stability and balance.

Results: Of the 314 studies found, 11 met our inclusion criteria. Of these articles, 3 were conducted with the use of occlusal splints and the other 8 with mouthguards. All looked at occlusal strength, which was our primary variable, and only two articles included stability and balance. For occlusal splints, the centric and myocentric relationship gave the best results in terms of muscle strength. For mouth guards, those that produced mandibular descent and advancement improved both strength performance and stability and balance.

Conclusion: Although several articles reported that occlusal devices improved performance, in terms of strength, stability and balance, it wasn't possible to reach a firm conclusion.

Key words: Occlusal splints, Mouthguard, Muscular strength, Postural balance, Postural stability.

Introduction

In recent years, increasing attention has been paid to the role of occlusion in improving sporting performance, and the effect that an occlusal device placed within the oral cavity can have during sporting activity (1). Occlusion influences the body in various aspects, and among these one of the most important is the relationship it has with body posture. This is due to the fact that a change of occlusion activates the trigeminal nerve and this consequently activates a chain reaction both muscular and articular. This is because there is an anatomical connection of the trigeminal nerve with the cervical spine, in continuity with the lumbar spine which is involved in plantar sensation. Furthermore, it has been shown that information mediated by the trigeminal nerve has a neural connection with the vestibular nuclei, which are responsible for balance control (2,3).

The purpose of this systematic review is to evaluate, through extensive research, how an occlusal device with different occlusal adjustments, placed inside the oral cavity of athletes, can, through the change of mandibular position, improve postural aspects and consequently sporting performance. Specifically, we will analyse and bring together all the data on muscular strength, stability and balance, which are some of the most important aspects in the performance of many sports, in order to try to bring some clarity to a subject that has been much debated in recent years.

Our main objective is to understand whether an occlusal change given by an occlusal device can improve muscle strength during sporting activity, and as secondary objectives to understand whether, in addition to muscle strength, they can also improve stability and balance and what is the best position of the ATM to improve these parameters.

To achieve these goals, two different types of occlusal devices, occlusal splints and buccal protectors, have been included so as to incorporate the greatest number of sports disciplines.

Material and Methods

This systematic review complies with the PRISMA statement (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (4).

- Focus question:

The focus question was established according to the PICO structured question:

P (population): Professional and non-professional sports patients in young age between 15-45 years.

I (intervention): Sports activity performed with occlusal devices with different settings.

C (comparison): Sports activity performed without occlusal devices.

O (outcomes):

- O1: Improved sporting performance in terms of muscle strength.
- O2: Improved sporting performance in terms of stability and balance.

- Eligibility criteria:

The inclusion criteria were:

- Type of study: Randomised controlled clinical trials, prospective cohort studies and case series. Articles published in the last 10 years, until December 2022.
- Type of patients: Studies on human subjects, without differentiating between male and female. Including professional and non-professional athletes aged 15-45 years.
- Type of intervention: Studies where occlusal splints or mouth guards made on the upper jaw have been used.
- Type of outcome variables: Studies where sports performance is analysed in terms of muscle strength, stability and balance; including all types of sports.

Exclusion criteria were: systematic reviews, meta-analyses and single clinical cases. Non-sports people, people with TMJ pathology and symptoms, changes in occlusion without using an occlusal device, concomitant use of other devices external to the stomatognathic apparatus and simulation of a malocclusion with an occlusal device.

- Information sources and data search:

For this systematic review, a search was carried out in the three major electronic databases (PubMed, Scopus and Web of Science), using the following keywords: “athlete”, “young athlete”, “adult”, “young adult”, “occlusal splints”, “splints”, “mouthguard”, “dental occlusion”, “occlusion”, “athletic performance”, “muscular strength”, “postural balance”, “body balance”, “postural stability”. Keywords were combined with a combination of the controlled terms (MeSH for Pubmed) to obtain the best search results. The following search strategy in Pubmed was carried out: ((“athletes”[MeSH Terms] OR “adult”[MeSH Terms] OR (“young”[All Fields] OR “young”[All Fields]) AND (“athlete s”[All Fields] OR “athletes”[MeSH Terms] OR “athletes”[All Fields] OR “athlete”[All Fields] OR “athletically”[All Fields] OR “athlets”[All Fields] OR “sports”[MeSH Terms] OR “sports”[All Fields] OR “athletic”[All Fields] OR “athletics”[All Fields])) OR (“young adult”[MeSH Terms] OR (“young”[All Fields] AND “adult”[All Fields]) OR “young adult”[All Fields])) AND “2012/12/20 00:00”：“3000/01/01 05:00”[Date - Publication] AND (“occlusal splints”[MeSH Terms] OR “splints”[MeSH Terms] OR “dental occlusion”[MeSH Terms] OR (“dental occlusion”[MeSH Terms] OR (“dental”[All Fields] AND “occlusion”[All Fields]) OR “dental occlusion”[All Fields] OR “occlusion”[All Fields] OR “occluded”[All Fields] OR “occlusions”[All Fields] OR “occlusive”[All Fields] OR “occlusives”[All Fields]) OR (“mouth protectors”[MeSH Terms] OR (“mouth”[All Fields] AND “protectors”[All Fields]) OR “mouth protectors”[All Fields] OR “mouthguard”[All Fields] OR “mouthguards”[All Fields])) AND “2012/12/20 00:00”：“3000/01/01 05:00”[Date - Publication]) AND (“athletic performance”[MeSH Terms] OR “postural balance”[MeSH Terms] OR (“muscular”[All Fields] AND (“strength”[All Fields] OR “strengths”[All Fields])) OR (“human body”[MeSH Terms] OR (“human”[All Fields] AND “body”[All Fields]) OR “human body”[All Fields] OR “body”[All Fields]) AND (“balance”[All Fields] OR “balanced”[All Fields] OR “balances”[All Fields] OR “balancing”[All Fields])) OR (“postural”[All Fields] OR “posturally”[All Fields] OR “posture”[MeSH Terms] OR “posture”[All Fields] OR “postures”[All Fields] OR “postured”[All Fields] OR “posturing”[All Fields]) AND (“stable”[All Fields] OR “stables”[All Fields] OR “stabilisation”[All Fields] OR “stabilisations”[All Fields] OR “stabilise”[All Fields] OR “stabilised”[All Fields] OR “stabiliser”[All Fields] OR

"stabilisers"[All Fields] OR "stabilises"[All Fields] OR "stabilising"[All Fields] OR "stabilities"[All Fields] OR "stability"[All Fields] OR "stabilization"[All Fields] OR "stabilizations"[All Fields] OR "stabilize"[All Fields] OR "stabilized"[All Fields] OR "stabilizer"[All Fields] OR "stabilizers"[All Fields] OR "stabilizes"[All Fields] OR "stabilizing"[All Fields])) AND "2012/12/20 00:00":"3000/01/01 05:00"[Date - Publication])) AND (y_10[Filter])

To identify any eligible studies that may have been missed in the initial search, we completed the search by reviewing the references provided in the bibliography of each study. Finally, we cross-searched for potentially interesting articles for analysis. To access articles not available in the full-text database, we contacted their authors directly. Duplicate studies were removed from the review.

- Search strategy:

The selection process was carried out in three stages. The selection of studies was carried out by two reviewers (CG, MFS). In the first stage, by reading the titles, irrelevant publications were eliminated. In the second stage, the abstracts were screened and selected according to type of study, type of patients, type of intervention and outcome variables. The third stage filtered by reading the full text, and data extraction was performed using a pre-developed data collection form to confirm study eligibility. At each stage, disagreements between reviewers were resolved by discussion and, if necessary, a third reviewer was consulted.

- Extraction data:

The following data were extracted from the selected studies and arranged in a table according to: title of the article, authors with year of publication, type of study, aims of the study, population studied (number of individuals, sex, mean age and sport practiced), occlusal device used (occlusal splint/mouth guard, type of adjustment), variables studied (muscle strength, stability and balance), method of measurement and results of the study.

- Quality and risk of bias assessment:

In order to analyse the methodological quality of the included articles, risk of bias assessment was assessed by two reviewers (CG, MFS). The Cochrane guideline 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>) was used for the quality assessment of randomised controlled trials, and publications were considered to be of: "low risk of bias" when they met all criteria, "high risk of bias" when one or more criteria were not met and therefore the study is considered to have a possible bias that weakens the reliability of the results and "uncertain bias" (either due to lack of information or uncertainty about the potential for bias).

- Data synthesis:

To summarise and compare the outcome variables of the different studies analysed, we grouped the mean values of the main variables (strength, stability and balance) according to the type of occlusal adjustments and the study group (mouthguards and occlusal splints).

Results:

- Study selection:

A total of 361 articles were obtained from the initial search process: Medline - PubMed (n=246), SCOPUS (n=29) and Web of Science (n=85). In addition, 1 additional study was obtained through handsearching (reference lists). Fifteen potentially eligible articles were identified through screening by titles and abstracts. Subsequently, full text articles were obtained and thoroughly assessed. As a result, 11 articles were included in the present systematic review which met all our inclusion criteria.

- Study characteristics:

Of the 11 articles included in the present systematic review, 3 articles were conducted with the use of occlusal splints (5–7) and 8 with the use of mouthguards (8–15). All 11 articles were randomised controlled and the patient was the unit of randomisation. A total of 220 subjects were analysed: 60 with the use of occlusal splints and 160 with mouthguards. In all articles muscle strength was analysed and in only 2 articles stability and balance were analysed.

- Risk of bias:

For randomised studies, high risk of bias was considered in 4 studies and unclear bias in 7 studies.

- Synthesis of results:

In the strength exercises performed with occlusal splints, in the articles by Días et al. (5) and Maurer et al. (7), the centric relation showed an improvement in performance compared to the other conditions (no splint, placebo and maximum intercuspitation). However, in the article by Maurer et al. (7), the myocentric position did not produce a significant difference to the centric ratio. The splint with neuromuscular adjustment, in the article by Fischer et al. (6), didn't produce significant differences compared to a placebo splint and without the use of the splint.

Regarding the strength exercises performed with custom-made mouthguards that bring the mandible down and forward, in the articles by Zupan et al. (8), Haughey et al. (9) and Schultz Martins et al. (10), better results were produced compared to the other conditions (standard and no mouthguard).

Regarding the custom-made mouthguard with uniform contacts, in the articles by Golem et al. (11), Drum et al. (12) and Jung et al. (13) no significant differences were observed compared to the other conditions (standard, self-adaptive, placebo and no mouthguard). In the study by Duddy et al. (14) better results are obtained with respect to the self-adaptive, but not with respect to no mouthguard. However, in the study by Buscà et al. (15), better results were obtained with respect to the condition without a mouthguard.

In the balance and stability exercises performed with mouthguards, it was shown in the article by Haughey et al. (9) that the custom-made mouthguard, with the jaw down and forward, gave better results than not using it. In contrast, in the article by Golem et al. (11), with a custom-made mouthguard with uniform contacts, there were no significant differences with the other conditions.

Discussion:

The level of methodological quality of the studies limited our ability to draw conclusions. Randomisation was one of the quality criteria, but wasn't described in detail. In addition, most studies didn't report how the allocation is given, and blinding of athletes has only been performed in a few studies due to the nature of the interventions.

Occlusal splints

Regarding the results obtained with the use of occlusal splints, in strength exercises, the centric and myocentric positions give the best results, but no differences are found between these two positions. According to the article by Maurer et al. (7) and the systematic review by Cesanelli et al. (16) this is because these splints have in common that they adjust the condyle in a more centric position, which decompresses the mandibular joints on both sides of the body. This should lead to a relaxation of the mandibular muscles and consequently to a balanced occlusion in terms of occlusal contact points. In addition, a compression of the jaw joints during biting can be avoided. Together, these factors induce changes in the temporo-mandibular system that can be transmitted to the whole body via neural connections as well as active and passive tissues.

In the article by Fischer et al. (6), despite the tested hypothesis that neuromuscular splinting should have a positive effect, no significant difference was found with respect to the other conditions (usual upright splinting and no splinting). This seems to indicate that neuromuscular adjustment doesn't sufficiently modulates mandibular muscle tension and function and trigeminal proprioception to improve performance.

We haven't been able to analyse the effects of occlusal splinting on stability and balance due to the lack of articles that included them. This is due to the fact that we had to eliminate from our review all articles that didn't contain our main variable (muscle strength).

Mouthguards

Regarding the results obtained with the use of mouthguards, the low and forward position of the mandible showed better results than using a standard mouthguard and

not using a mouthguard, in the articles by Zupan et al (8), Haughey et al (9) and Schultz and Martinz et al (10). As for the study by Zupan et al. (8), a custom-made mouthguard that lowers and advances the mandible (called "PX3") is compared with a standard mouthguard and a condition without a mouthguard, performing two types of strength exercises (leg press and bench press). Although there isn't a big difference in the results of the bench press exercises, in the leg press exercises the participants with the PX3 mouthguard were able to perform more repetitions compared to the other conditions. These results are due to the fact that, compared to the leg press exercises, the bench press is a muscular strength test with an average repetition of only 17 lifts. This exercise, with lower repetitions, used almost exclusively adenosine triphosphate/adenosine phosphate (glycolytic energy systems). In contrast, in the leg press exercise, having a much higher average number of repetitions, the respiratory capacity plays a more important role and, thanks to the anterior displacement of the jaw, given by this mouthguard, allows a continuous airflow during the exercise.

Haughey et al. (9) in addition to muscle strength, also analysed stability and balance, demonstrating that this type of mouthguard can improve performance in these parameters.

In the article by Schultz and Martinz et al. (10) report that the custom-made mandibular repositioning mouthguard (JCM) used in this study promoted statistical changes. One of the main findings was a 10% increase in upper airway width with the JCM condition compared to the no mouthguard (CON) condition. By repositioning the mandible forward, there is forward traction of the muscles connected to the hyoid bone, which increases the span of the oropharynx. A decrease in airflow resistance during exercise is thought to decrease the work of the respiratory muscles, which may increase blood flow to the working muscles.

From the results of these three articles, it is clear that lowering and advancing the jaw brings benefits in those exercises where breathing plays a fundamental role.

For custom-made mouthguards with uniform contacts, on the other hand, there are conflicting results.

The results obtained in the study by Golem et al. (11) may be due to the fact that the manufacturers developed a production system that eliminates the need for dental expertise. However, individuality and precise jaw positioning cannot be acquired without the use of advanced dental techniques and direct contact between the dental expert and the athlete.

Also, in the articles by Drum et al. (12) and Jung et al. (13) custom-made mouthguards did not produce significant differences compared to the other conditions (standard and no mouthguard). In the article by Drum et al. (12), there are some methodological issues to be taken into account, such as the sample size, with only 10 football players, which is small to detect slight but significant differences. In the article by Jung et al. (13), where a protocol has been designed to keep the mandible in a fixed position by increasing the vertical dimension by 2 mm (a measure often used for the manufacture of mouthguards), it also appears to have little effect at the systemic level.

In the article by Duddy et al. (14) the results didn't demonstrate an improvement in strength or performance with the use of custom-made mouthguards but had no negative effects. In addition to the protection produced by custom-made mouthguards, the fact that it's comfortable and does not cause breathing difficulties for all but one athlete and doesn't impair performance is very encouraging. In contrast, the self-fitted mouthguards had a slight negative impact on athletic performance. This could be directly related to the difficulty in breathing and the feeling of discomfort of all athletes while wearing the mouthguard. The results obtained in these four studies mirrors those found in the systematic review by Ferreira et al (17). In which custom-made mouthguards didn't worsen performance in any of the exercises performed, but didn't produce a clear improvement compared to not using them.

In the article by Buscà et al. (15), in contrast to the previous articles, benefits were observed in the exercises performed with the custom-made mouthguard. Two strength exercises (hand grip and rowing) were performed comparing three conditions: no jaw clenching (NO-JAW), jaw clenching (JAW) and jaw clenching with the mouthguard (MP). Statistically significant improvements were observed when subjects performed the jaw clenched grip test (JAW and MP) with respect to NON-JAW. The increased jaw clenching comfort and optimised occlusion with the customised mouthguard expressed by the

subjects could be an interpretation of these differences. In addition, a correct DVO, thanks to the use of a mouthguard of optimal thickness, could improve the muscle strength produced by the involved muscles. This is because it seems to promote optimal conditions for a powerful mandibular clench that contributes to isometric strength. It could be deduced from this article that clenching the jaw with a custom-made mouthguard with uniform contacts can improve isometric strength.

The heterogeneity of the results obtained in the different articles on custom-made mouthguards with uniform contacts may be due to many factors. For example, the mouthguard material and its hardness could play an important role in the maintenance of the vertical dimension during mandibular closure, as explained in the study of Golem et al. (11), where a hard material immune to tooth compression is used, but this isn't clearly explained in most of the articles. Another possible factor is the thickness of the mouthguard which, changing in all studies, could interfere with the results. For example, in the study by Duddy et al. (14) the thickness of the mouthguard is 4 mm, in the study by Golem et al. (11) between 2 and 3 mm, in the study by Buscà et al. (15) 5.4 mm, in the study by Jung et al. (13) 2 mm and in the study by Drum et al. (12) it isn't specified. Furthermore, in some studies, as was the case in the study by Golem et al. (11), the measurements taken in the mouths of the athletes were carried out directly by the researchers and not by a dentist specialised in this field. Finally, the difference in the exercises performed, with isometric, isotonic and explosive strength exercises, doesn't allow a comparison between the different studies.

In conclusion, although some studies have shown that a change in mandibular position given by an occlusal device can produce an improvement in muscle strength, stability and balance, the heterogeneity of the results did not allow us to reach a firm conclusion.

References:

1. Militi A, Cicciù M, Sambataro S, Bocchieri S, Cervino G, De Stefano R, et al. Dental occlusion and sport performance. *Minerva Stomatol.* 2020;69(2):112–8.
2. Dias A, Redinha L, Rodrigues MJ, Silva L, Pezarat-Correia P. A kinematic analysis on the immediate effects of occlusal splints in gait and running body sway patterns. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice.* 2022;40(2):119–25.
3. 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.* 2018;73:e453.

4. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*. 2010;8(5):336–41.
5. Dias A, Redinha L, Vaz JR, Cordeiro N, Silva L, Pezarat–Correia P. Effects of occlusal splints on shoulder strength and activation. *Ann Med*. 2019;51(sup1):15–21.
6. Fischer H, Weber D, Beneke R. No improvement in sprint performance with a neuromuscular fitted dental splint. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(3):414–7.
7. 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. *PLoS One*. 2018;13(2):e0193540.
8. Zupan MF, Bullinger DL, Buffington B, Koch C, Parker S, Fragleasso S, et al. Physiological Effects of Wearing Athletic Mouth Pieces while Performing Various Exercises. *Mil Med*. 2018;183(suppl_1):510–5.
9. Haughey JP, Fine P. Effects of the lower jaw position on athletic performance of elite athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2020;6(1):e000886.
10. Schultz Martins R, Girouard P, Elliott E, Mekary S. Physiological Responses of a Jaw- Repositioning Custom-Made Mouthguard on Airway and Their Effects on Athletic Performance. *J Strength Cond Res*. 2020 Feb 1;34(2):422–9.
11. Golem DL, Arent SM. Effects of over-the-counter jaw-repositioning mouth guards on dynamic balance, flexibility, agility, strength, and power in college-aged male athletes. *J Strength Cond Res*. 2015;29(2):500–12.
12. Drum SN, Swisher AM, Buchanan CA, Donath L. Effects of a custom bite-aligning mouthguard on performance in college football players. *J Strength Cond Res*. 2016;30(5):1409–15.
13. Jung JK, Chae WS, Lee KB. Analysis of the characteristics of mouthguards that affect isokinetic muscular ability and anaerobic power. *J Adv Prosthodont*. 2013;5(4):388–95.
14. Duddy FA, Weissman J, Lee RA, Paranjpe A, Johnson JD, Cohenca N. Influence of different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: A controlled-randomized trial. *Dental Traumatology*. 2012 Aug;28(4):263–7.
15. Buscà B, Morales J, Solana-Tramunt M, Miró A, García M. Effects of jaw clenching while wearing a customized bite-aligning mouthpiece on strength in healthy young men. *J Strength Cond Res*. 2016;30(4):1102–10.
16. Cesanelli L, Cesaretti G, Ylaitè B, Iovane A, Bianco A, Messina G. Occlusal splints and exercise performance: a systematic review of current evidence. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(19):10338.
17. Ferreira GB, Guimarães LS, Fernandes CP, Dias RB, Coto NP, Antunes LAA, et al. Is there enough evidence that mouthguards do not affect athletic performance? A systematic literature review. *Int Dent J*. 2019;69(1):25–34.

Funding: None declared.

Conflict of interest: None declared.

INFLUENCIA DE DISPOSITIVOS OCLUSALES CON DIFERENTES AJUSTES EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.

Autores:

Giacomo Cicognani ¹, María del Carmen Ferrer Serena ²

¹ 5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia, Valencia, Spain.

² Professor Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain

Correspondencia

María del Carmen Ferrer Serena

Paseo Alameda 7, Valencia

46010, Valencia

mariadelcarmen.ferrer@universidadeuropea.es

Resumen:

Introducción: El efecto de los dispositivos oclusales sobre el rendimiento deportivo ha sido un tema muy debatido en los últimos años. En el presente estudio evaluamos, a través de una revisión sistemática de la literatura publicada, el efecto de férulas oclusales y protectores bucales, con diferentes ajustes oclusales, sobre el rendimiento deportivo.

Objetivos: El objetivo de este estudio es evaluar si un cambio oclusal, dado por un dispositivo oclusal durante la actividad deportiva, puede mejorar la fuerza, la estabilidad y el equilibrio. Además de conocer cuál es la posición mandibular ideal para mejorar estos parámetros.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web Of Science para encontrar artículos realizados en los últimos diez años, hasta diciembre de 2022, que hayan estudiado la relación entre los dispositivos oclusales y la fuerza, estabilidad y equilibrio.

Resultados: De los 314 estudios encontrados, 11 cumplían nuestros criterios de inclusión. De estos artículos, 3 se realizaron con el uso de férulas oclusales y los otros 8 con protectores bucales. Todos analizaban la fuerza oclusal, que era nuestra variable principal, y sólo dos artículos incluían la estabilidad y el equilibrio. Para las férulas oclusales, la relación céntrica y miocéntrica dio los mejores resultados en términos de fuerza muscular. En cuanto a los protectores bucales, los que producían descenso y avance mandibular mejoraban tanto el rendimiento de la fuerza como la estabilidad y el equilibrio.

Conclusiones: Aunque varios artículos informaron de que los dispositivos oclusales mejoraban el rendimiento, en términos de fuerza, estabilidad y equilibrio, no fue posible llegar a una conclusión firme.

Palabras claves: Occlusal splints, Mouthguard, Muscular strength, Postural balance, Postural stability.

Introducción

En los últimos años se ha prestado cada vez más atención al papel de la oclusión en la mejora del rendimiento deportivo, y al efecto que puede tener un dispositivo oclusal colocado dentro de la cavidad oral durante la actividad deportiva (1). La oclusión influye en el organismo en varios aspectos, y entre ellos uno de los más importantes es la relación que tiene con la postura corporal. Esto se debe a que un cambio de oclusión activa el nervio trigémino y esto consecuentemente activa una reacción en cadena tanto muscular como articular. Esto se debe a que existe una conexión anatómica del nervio trigémino con la columna cervical, en continuidad con la columna lumbar que está implicada en la sensibilidad plantar. Además, se ha demostrado que la información mediada por el nervio trigémino tiene una conexión neural con los núcleos vestibulares, responsables del control del equilibrio (2,3).

El objetivo de esta revisión sistemática es evaluar, a través de una amplia investigación, cómo un dispositivo oclusal con diferentes ajustes oclusales, colocado dentro de la cavidad oral de los deportistas durante la actividad deportiva, puede, a través del cambio de posición mandibular, mejorar aspectos posturales y consecuentemente el rendimiento deportivo. En concreto, analizaremos y reuniremos todos los datos sobre fuerza muscular, estabilidad y equilibrio, que son algunos de los aspectos más importantes en el rendimiento de muchos deportes, para intentar aportar algo de claridad a un tema muy debatido en los últimos años.

Nuestro objetivo principal es entender si un cambio oclusal dado por un dispositivo oclusal puede mejorar la fuerza muscular durante la actividad deportiva, y como objetivos secundarios entender si, además de la fuerza muscular, pueden mejorar la estabilidad y el equilibrio y cuál es la mejor posición de la ATM para mejorar estos parámetros.

Para conseguir estos objetivos se han incluido dos tipos diferentes de dispositivos oclusales, férulas oclusales y protectores bucales, con el fin de incorporar el mayor número de disciplinas deportivas.

Materiales y métodos

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (4).

- Pregunta PICO:

El formato de la pregunta se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO:

P (población): Pacientes deportistas profesionales y no profesionales en edad joven comprendida entre los 15-45 años.

I (intervención): Actividad deportiva realizada con dispositivos oclusales con diferentes ajustes.

C (comparación): Actividad deportiva realizada sin dispositivos oclusales.

O (resultados):

- O1: Mejora del rendimiento deportivo en términos de fuerza muscular.
- O2: Mejora del rendimiento deportivo en términos de estabilidad y equilibrio.

- Criterios de elegibilidad:

Los criterios de inclusión fueron:

- **Tipo de estudio:** Ensayos clínicos aleatorizados controlados, estudios de cohortes prospectivos y series de casos. Artículos publicados en los últimos 10 años, hasta diciembre de 2022.
- **Tipo de pacientes:** Estudios sobre sujetos humanos, sin hacer diferencia entre hombre y mujeres. Incluyendo deportistas profesionales y no profesionales entre los 15 y 45 años.
- **Tipo de intervención:** Estudios donde se han utilizados férulas oclusales o protectores bucales realizados en el maxilar superior.
- **Tipo de variables de resultados:** Estudios donde se analiza el rendimiento deportivo en términos de fuerza muscular, estabilidad y equilibrio; incluyendo todos los tipos de deportes.

Los criterios de exclusión fueron: revisiones sistemáticas, meta-análisis y casos clínicos únicos. Personas no deportistas, personas que tienen patología y síntomas en la ATM, cambios de oclusión sin utilizar un dispositivo oclusal, uso concomitante de otros dispositivos externos al aparato estomatognático y simulación de una maloclusión con un dispositivo oclusal.

- Fuentes de información y estrategia de búsqueda:

Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en tres bases de datos (PubMed, Scopus y Web of Science) con las siguientes palabras clave: “athlete”, “young athlete”, “adult”, “young adult”, “occlusal splints”, “splints”, “mouthguard”, “dental occlusion”, “occlusion”, “athletic performance”, “muscular strength”, “postural balance”, “body balance”, “postural stability”. Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND, OR y NOT, y se comprobaron utilizando los tesauros MeSH (para pubmed) y DeCS. Como filtros, en todas las bases de datos, se utilizaron: artículos publicados en los últimos 10 años. La búsqueda en pubmed fue la siguiente: (“athletes”[MeSH Terms] OR “adult”[MeSH Terms] OR (“young”[All Fields] OR “youngs”[All Fields]) AND (“athlete s”[All Fields] OR “athletes”[MeSH Terms] OR “athletes”[All Fields] OR “athlete”[All Fields] OR “athletically”[All Fields] OR “athlets”[All Fields] OR “sports”[MeSH Terms] OR “sports”[All Fields] OR “athletic”[All Fields] OR “athletics”[All Fields])) OR (“young adult”[MeSH Terms] OR (“young”[All Fields] AND “adult”[All Fields]) OR “young adult”[All Fields])) AND “2012/12/20 00:00”：“3000/01/01 05:00”[Date - Publication] AND (“occlusal splints”[MeSH Terms] OR “splints”[MeSH Terms] OR “dental occlusion”[MeSH Terms] OR (“dental occlusion”[MeSH Terms] OR (“dental”[All Fields] AND “occlusion”[All Fields]) OR “dental occlusion”[All Fields] OR “occlusion”[All Fields] OR “occluded”[All Fields] OR “occlusions”[All Fields] OR “occlusive”[All Fields] OR “occlusives”[All Fields]) OR (“mouth protectors”[MeSH Terms] OR (“mouth”[All Fields] AND “protectors”[All Fields]) OR “mouth protectors”[All Fields] OR “mouthguard”[All Fields] OR “mouthguards”[All Fields])) AND “2012/12/20 00:00”：“3000/01/01 05:00”[Date - Publication] AND (“athletic performance”[MeSH Terms] OR “postural balance”[MeSH Terms] OR (“muscular”[All Fields] AND (“strength”[All Fields] OR “strengths”[All Fields])) OR (“human body”[MeSH Terms] OR (“human”[All Fields] AND “body”[All Fields]) OR “human body”[All Fields] OR “body”[All

Fields]) AND ("balance"[All Fields] OR "balanced"[All Fields] OR "balances"[All Fields] OR "balancing"[All Fields])) OR (("postural"[All Fields] OR "posturally"[All Fields] OR "posture"[MeSH Terms] OR "posture"[All Fields] OR "postures"[All Fields] OR "postured"[All Fields] OR "posturing"[All Fields]) AND ("stabile"[All Fields] OR "stabiles"[All Fields] OR "stabilisation"[All Fields] OR "stabilisations"[All Fields] OR "stabilise"[All Fields] OR "stabilised"[All Fields] OR "stabiliser"[All Fields] OR "stabilisers"[All Fields] OR "stabilises"[All Fields] OR "stabilising"[All Fields] OR "stabilities"[All Fields] OR "stability"[All Fields] OR "stabilization"[All Fields] OR "stabilizations"[All Fields] OR "stabilize"[All Fields] OR "stabilized"[All Fields] OR "stabilizer"[All Fields] OR "stabilizers"[All Fields] OR "stabilizes"[All Fields] OR "stabilizing"[All Fields])) AND "2012/12/20 00:00":"3000/01/01 05:00"[Date - Publication])) AND (y_10[Filter])

Para identificar cualquier estudio elegible que pudiera haberse perdido en la búsqueda inicial, completamos la búsqueda mediante la revisión de las referencias proporcionadas en la bibliografía de cada estudio. Finalmente, se realizó una búsqueda cruzada de artículos potencialmente interesantes para su análisis. Para acceder a artículos no disponibles en la base de datos con texto completo, contactamos directamente a sus autores. Los estudios duplicados se eliminaron de la revisión.

- Proceso de selección de los estudios:

El proceso de selección se realizó en tres etapas. La selección de los estudios fue llevada a cabo por dos revisores (CG, MFS). En la primera etapa, mediante la lectura de los títulos, se eliminaban las publicaciones irrelevantes. En la segunda etapa se realizaba el cribado por los resúmenes, y se seleccionaba según el tipo de estudio, tipo de pacientes, tipo de intervención y variables de resultados. En la tercera etapa se filtraba según la lectura del texto completo, y la extracción de los datos se realizó utilizando un formulario de recogida de datos previamente elaborado para confirmar la elegibilidad de los estudios. En cada fase, los desacuerdos entre los revisores, se resolvieron mediante debate y, en caso necesario, se consultó a un tercer revisor.

- Extracción de datos:

De los estudios seleccionados se extrajeron los siguientes datos, que se ordenaron en una tabla según: título del artículo, autores con el año de publicación, tipo de estudio, objetivos del estudio, población estudiada (número de individuos, sexo, edad media y deporte practicado), dispositivo oclusal utilizado (férula oclusal/protector bucal, tipo de ajuste), variables estudiadas (fuerza muscular, estabilidad y equilibrio), método de medida, resultados del estudio.

- Valoración de la calidad:

Con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos, la valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (CG, MFS). Se utilizó la guía Cochrane 5.1.0 (<http://handbook.cochrane.org>) para la evaluación de la calidad de los estudios clínicos controlados aleatorizados, y las publicaciones fueron consideradas de: “bajo riesgo de sesgo” cuando cumplían todos los criterios, de “alto riesgo de sesgo” cuando no se cumplían uno o más criterios y por tanto se considera que el estudio presenta un sesgo posible que debilita la fiabilidad de los resultados y “sesgo incierto” (ya fuera por falta de información o incertidumbre sobre el potencial de sesgo).

- Síntesis de datos:

Para resumir y comparar las variables de resultado de los diferentes estudios analizados, agrupamos los valores de las variables principales (fuerza, estabilidad y equilibrio) según el tipo de ajustes oclusales y el grupo de estudio (protectores bucales y férulas oclusales).

Resultados

- Selección de estudios:

Del proceso de búsqueda inicial se obtuvieron un total de 361 artículos: Medline - PubMed (n=246), SCOPUS (n=29) y Web of Science (n=85). Además, se obtuvo 1 estudio adicional a través de la búsqueda manual (listas de referencias). Mediante el cribado por títulos y resúmenes se identificaron 15 artículos potencialmente elegibles. Posteriormente, fueron obtenidos los artículos de texto completo y evaluados a fondo.

Como resultado, 11 artículos fueron incluidos en la presente revisión sistemática lo cual cumplían todos nuestros criterios de inclusión.

- Análisis de las características de los estudios revisados:

De los 11 artículos incluidos en la presente revisión sistemática, 3 artículos fueron realizado con el utilizo de férulas oclusales (5-7) y 8 con el utilizo de protectores bucales (8-15) . Todos los 11 artículos fueron controlado aleatorizado y el paciente fue la unidad de asignación al azar. Fueron analizados un total de 220 sujetos: 60 con el utilizo de férulas oclusales y 160 con protectores bucales. En todos los artículos se analizaba la fuerza muscular y en solo 2 artículos la estabilidad y el equilibrio.

- Evaluación de la calidad metodológica:

Para los estudios randomizados, fue considerado un alto riesgo de sesgo en 4 estudios y sesgo incierto en 7 estudios.

- Síntesis de resultados:

En los ejercicios de fuerza realizados con férulas oclusales, en los artículos de Días y cols. (5) y Maurer y cols. (7), la relación céntrica mostró una mejora en el rendimiento en comparación con las otras condiciones (sin férula, placebo y máxima intercuspidadación). Sin embargo, en el artículo de Maurer y cols. (7), la posición miocéntrica no produjo diferencia significativa respecto a la relación céntrica. La férula con ajuste neuromuscular, en el artículo de Fischer y cols. (6), no produjo diferencias significativas en comparación con una férula placebo y sin el uso de la férula.

Con respecto a los ejercicios de fuerza realizados con protectores bucales hechos a medida que llevan la mandíbula hacia abajo y delante, en los artículos de Zupan y cols. (8), Haughey y cols. (9) y Schultz Martins y cols. (10), se produjeron mejores resultados en comparación con las otras condiciones (estándar y sin protector bucal).

En cuanto al protector bucal hecho a medida con contactos uniformes, en los artículos de Golem y cols. (11), Drum y cols. (12) y Jung y cols. (13) no se observaron diferencias significativas en comparación con las otras condiciones (estándar, autoadaptables, placebo y sin protector bucal). En el estudio de Duddy y cols. (14). Sin embargo, en el

estudio de Buscà y cols. (15), sí que se obtuvieron mejores resultados respecto a la condición sin protector bucal.

En los ejercicios de equilibrio y estabilidad realizados con protectores bucales, se demostró, en el artículo de Haughey y cols. (9), que el protector bucal hecho a medida, con mandíbula hacia abajo y delante, da mejores resultados que no utilizarlo. En cambio, en el artículo de Golem y cols. (11), con un protector bucal a medida con contactos uniformes, no se produjeron diferencias significativas con el resto de condiciones.

Discusión:

El nivel de calidad metodológica de los estudios limitó nuestra capacidad para extraer conclusiones. La aleatorización fue uno de los criterios de calidad, pero no se describió en detalle. Además, la mayoría de los estudios no informan de cómo se da la asignación, y el cegamiento de los deportistas sólo se ha realizado en unos pocos estudios debido a la naturaleza de las intervenciones.

Férulas oclusales

En cuanto a los resultados obtenidos con el uso de férulas oclusales, en los ejercicios de fuerza, las posiciones céntrica y miocéntrica dan los mejores resultados, pero no se encuentran diferencias entre estas dos posiciones. Según el artículo de Maurer y cols. (7) y la revisión sistemática de Cesanelli y cols. (16) esto se debe a que estas férulas tienen en común que ajustan el cóndilo en una posición más céntrica, lo que descomprime las articulaciones mandibulares a ambos lados del cuerpo. Esto debería conducir a una relajación de los músculos mandibulares y, en consecuencia, a una oclusión equilibrada en términos de puntos de contacto oclusal. Además, se puede evitar una compresión de las articulaciones mandibulares al morder. En conjunto, estos factores inducen cambios en el sistema temporomandibular que pueden transmitirse a todo el cuerpo a través de conexiones neuronales y tejidos activos y pasivos.

En el artículo de Fischer y cols. (6), a pesar de la hipótesis comprobada de que la férula neuromuscular debería tener un efecto positivo, no se encontraron diferencias significativas con respecto a las otras condiciones (ferulización vertical habitual y sin ferulización). Esto parece indicar que el ajuste neuromuscular no modula

suficientemente la tensión y función muscular mandibular y la propiocepción trigeminal para mejorar el rendimiento.

No hemos podido analizar los efectos de la ferulización oclusal sobre la estabilidad y el equilibrio debido a la falta de artículos que los incluyeran. Esto se debe a que tuvimos que eliminar de nuestra revisión todos los artículos que no contenían nuestra variable principal (fuerza muscular).

Protectores bucales

En cuanto a los resultados obtenidos con el uso de protectores bucales, la posición baja y adelantada de la mandíbula mostró mejores resultados respecto a utilizar un protector bucal estándar y no utilizarlo, en los artículos de Zupan y cols. (8), Haughey y cols. (9) y Schultz Martinz y cols. (10). En cuanto al estudio de Zupan y cols. (8), se compara un protector bucal hecho a medida que baja y adelanta la mandíbula (denominado "PX3") con un protector bucal estándar y una condición sin protector bucal, realizando dos tipos de ejercicios de fuerza (press de piernas y press de banca). Aunque no hay una gran diferencia en los resultados de los ejercicios de press de banca, en los ejercicios de press de piernas los participantes con el protector bucal PX3 fueron capaces de realizar más repeticiones en comparación con las otras condiciones. Estos resultados se deben a que, en comparación con los ejercicios de press de piernas, el press de banca es una prueba de fuerza muscular con una repetición media de sólo 17 levantamientos. Este ejercicio, con repeticiones más bajas, utilizó casi exclusivamente el trifosfato de adenosina/fosfato de adenosina (sistemas energéticos glucolíticos). En cambio, en el ejercicio de prensa de piernas, con un número medio de repeticiones mucho mayor, la capacidad respiratoria desempeña un papel más importante y, gracias al desplazamiento anterior de la mandíbula, dado por este protector bucal, permite un flujo de aire continuo durante el ejercicio.

Haughey y cols. (9) además de la fuerza muscular, analizaron la estabilidad y el equilibrio, demostrando que este tipo de protector bucal puede mejorar el rendimiento de estos parámetros.

En el artículo de Schultz Martins y cols. (10) informan de que el protector bucal de reposicionamiento mandibular hecho a medida (JCM) utilizado en este estudio

promueve cambios estadísticos. Uno de los principales hallazgos fue un aumento del 10% en el ancho de la vía aérea superior con la condición JCM en comparación con la condición sin protector bucal (CON). Al reposicionar la mandíbula hacia delante, se produce una tracción hacia delante de los músculos conectados al hueso hioides, lo que aumenta la amplitud de la orofaringe. Se cree que una disminución de la resistencia al flujo de aire durante el ejercicio disminuye el trabajo de los músculos respiratorios, lo que puede aumentar el flujo sanguíneo a los músculos que trabajan.

De los resultados de estos tres artículos se deduce que bajar y adelantar la mandíbula aporta beneficios en aquellos ejercicios en los que la respiración desempeña un papel fundamental.

En cambio, en el caso de los protectores bucales hechos a medida con contactos uniformes, los resultados son contradictorios.

Los resultados obtenidos en el estudio de Golem y cols. (11) pueden deberse a que los fabricantes desarrollaron un sistema de producción que elimina la necesidad de conocimientos odontológicos. Sin embargo, la individualidad y el posicionamiento preciso de la mandíbula no pueden adquirirse sin el uso de técnicas dentales avanzadas y el contacto directo entre el experto dental y el atleta.

También en los artículos de Drum y cols. (12) y Jung y cols. (13) los protectores bucales hechos a medida no produjeron diferencias significativas en comparación con las otras condiciones (estándar y sin protector bucal). En el artículo de Drum y cols. (12) hay algunas cuestiones metodológicas a tener en cuenta, como el tamaño de la muestra, con sólo 10 jugadores de fútbol, que es pequeño para detectar diferencias leves pero significativas. En el artículo de Jung y cols. (13), en el que se ha diseñado un protocolo para mantener la mandíbula en una posición fija aumentando la dimensión vertical de 2 mm, también parece tener poco efecto a nivel sistémico.

En el artículo de Duddy y cols. (14) los resultados no demuestran una mejora de la fuerza o el rendimiento con el uso de protectores bucales hechos a medida, pero tampoco efectos negativos. Además de la protección que producen los protectores bucales a medida, es muy alentador el hecho de que sean cómodos y no causen dificultades respiratorias a todos los atletas, excepto a uno, y que no perjudiquen el rendimiento.

Por el contrario, los protectores bucales autoajustados tuvieron un ligero impacto negativo en el rendimiento deportivo. Esto podría estar directamente relacionado con la dificultad para respirar y la sensación de incomodidad de todos los atletas mientras llevaban el protector bucal. Los resultados obtenidos en estos cuatro estudios reflejan los encontrados en la revisión sistemática de Ferreira y cols. (17). En la que los protectores bucales hechos a medida no empeoraron el rendimiento en ninguno de los ejercicios realizados, pero tampoco una clara mejoría respecto a no utilizarlos.

En el artículo de Buscà y cols. (15), a diferencia de los artículos anteriores, se observan beneficios en los ejercicios realizados con el protector bucal hecho a medida. En este estudio se realizan dos ejercicios de fuerza (agarre de mano y remo) comparando tres condiciones: sin apretar la mandíbula (NO-JAW), apretando la mandíbula (JAW) y apretando la mandíbula con el protector bucal (MP). Se observan mejoras estadísticamente significativas cuando los sujetos realizan la prueba de agarre con la mandíbula apretada (JAW y MP) con respecto a NON-JAW. La mayor comodidad al apretar la mandíbula y la oclusión optimizada con el protector bucal personalizado expresada por los sujetos podría ser una interpretación de estas diferencias. Además, un correcto DVO, gracias al uso de un protector bucal de grosor óptimo, podría mejorar la fuerza muscular producida por los músculos implicados. Esto porque parece promover las condiciones óptimas para un apretamiento mandibular potente que contribuye a la fuerza isométrica. De este artículo podría deducirse que apretar la mandíbula con un protector bucal hecho a medida con contactos uniformes puede mejorar la fuerza isométrica.

La heterogeneidad de los resultados obtenidos en los diferentes artículos sobre los protectores bucales hecho a medida con contactos uniformes puede deberse a muchos factores. Por ejemplo, el material de fabricación del protector bucal y su dureza podrían desempeñar un papel importante en el mantenimiento de la dimensión vertical durante el cierre mandibular, como se explica en el estudio de Golem y cols. (11), donde se utiliza un material duro inmune a la compresión dental, pero esto no se explica claramente en la mayoría de los artículos. Otro posible factor es el grosor del protector bucal que, al cambiar en todos los estudios, podría interferir en los resultados. Por ejemplo, en el estudio de Duddy y cols. (14) el grosor del protector bucal es de 4 mm, en el estudio de

Golem y cols. (11) entre 2 y 3 mm, en el estudio de Buscà y cols. (15) 5,4 mm, en el estudio de Jung y cols. (13) 2 mm y en el estudio de Drum y cols. (12) no se especifica. Además, en algunos estudios, como fue el caso del estudio de Golem y cols. (11), las mediciones realizadas en la boca de los deportistas fueron realizadas directamente por los investigadores y no por un dentista especializado en este campo. Por último, la diferencia en los ejercicios realizados, con ejercicios de fuerza isométrica, isotónica y explosiva, no permite una comparación entre los distintos estudios.

En conclusión, aunque algunos estudios demuestran que un cambio en la posición mandibular dado por un dispositivo oclusal puede producir una mejora de la fuerza muscular, la estabilidad y el equilibrio, la heterogeneidad de los resultados no permitió llegar a una conclusión firme.

References:

1. Militi A, Cicciù M, Sambataro S, Bocchieri S, Cervino G, De Stefano R, et al. Dental occlusion and sport performance. *Minerva Stomatol.* 2020;69(2):112–8.
2. Dias A, Redinha L, Rodrigues MJ, Silva L, Pezarat-Correia P. A kinematic analysis on the immediate effects of occlusal splints in gait and running body sway patterns. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice.* 2022;40(2):119–25.
3. 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.* 2018;73:e453.
4. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery.* 2010;8(5):336–41.
5. Dias A, Redinha L, Vaz JR, Cordeiro N, Silva L, Pezarat–Correia P. Effects of occlusal splints on shoulder strength and activation. *Ann Med.* 2019;51(sup1):15–21.
6. Fischer H, Weber D, Beneke R. No improvement in sprint performance with a neuromuscular fitted dental splint. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(3):414–7.
7. 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. *PLoS One.* 2018;13(2):e0193540.
8. Zupan MF, Bullinger DL, Buffington B, Koch C, Parker S, Fragleasso S, et al. Physiological Effects of Wearing Athletic Mouth Pieces while Performing Various Exercises. *Mil Med.* 2018;183(suppl_1):510–5.
9. Haughey JP, Fine P. Effects of the lower jaw position on athletic performance of elite athletes. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2020;6(1):e000886.

10. Schultz Martins R, Girouard P, Elliott E, Mekary S. Physiological Responses of a Jaw- Repositioning Custom-Made Mouthguard on Airway and Their Effects on Athletic Performance. *J Strength Cond Res.* 2020 Feb 1;34(2):422–9.
11. Golem DL, Arent SM. Effects of over-the-counter jaw-repositioning mouth guards on dynamic balance, flexibility, agility, strength, and power in college-aged male athletes. *J Strength Cond Res.* 2015;29(2):500–12.
12. Drum SN, Swisher AM, Buchanan CA, Donath L. Effects of a custom bite-aligning mouthguard on performance in college football players. *J Strength Cond Res.* 2016;30(5):1409–15.
13. Jung JK, Chae WS, Lee KB. Analysis of the characteristics of mouthguards that affect isokinetic muscular ability and anaerobic power. *J Adv Prosthodont.* 2013;5(4):388–95.
14. Duddy FA, Weissman J, Lee RA, Paranjpe A, Johnson JD, Cohenca N. Influence of different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: A controlled-randomized trial. *Dental Traumatology.* 2012 Aug;28(4):263–7.
15. Buscà B, Morales J, Solana-Tramunt M, Miró A, García M. Effects of jaw clenching while wearing a customized bite-aligning mouthpiece on strength in healthy young men. *J Strength Cond Res.* 2016;30(4):1102–10.
16. Cesanelli L, Cesaretti G, Ylaitè B, Iovane A, Bianco A, Messina G. Occlusal splints and exercise performance: a systematic review of current evidence. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(19):10338.
17. Ferreira GB, Guimarães LS, Fernandes CP, Dias RB, Coto NP, Antunes LAA, et al. Is there enough evidence that mouthguards do not affect athletic performance? A systematic literature review. *Int Dent J.* 2019;69(1):25–34.

Financiamiento: ninguno declarado.

Conflicto de interés: ninguno declarado.