



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Dispositivos intraorais usados por atletas e suas implicações no desempenho desportivo

Celestino Míguez Fernández

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 10 de maio de 2021



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Celestino Míguez Fernández

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Dispositivos intraorais usados por atletas e suas implicações no desempenho desportivo

Trabalho realizado sob a Orientação de Professora Doutora Mónica Alexandra Guedes Cardoso

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Agradecimentos

À minha família, especialmente à minha mãe, pela enorme paciência e ajuda ao longo de minha vida e com certeza continuará fazendo-lho nesta nova etapa.

A todos os professores que me ajudaram nestes anos de formação e transmitiram os seus conhecimentos e apoio para a realização deste projeto, especialmente à Professora Doutora Mónica Alexandra Guedes Cardoso, demonstrando grande profissionalismo e seriedade, fornecendo sua disponibilidade e ajuda em todos os momentos e pela qual foi possível este trabalho.

A todos os meus amigos, e a todos os meus colegas de estudos, principalmente ao meu binómio Carlos Villa, pelo bom companheirismo desde que nos conhecemos quando estudávamos Prótese Dentária.

RESUMO

Goteiras oclusais e protetores bucais são dispositivos intra-orais utilizados na prática desportiva para uma variedade de patologias oclusais e para proteger os dentes de lesões devido ao impacto. O objetivo da presente revisão sistemática integrativa é avaliar as diferenças obtidas no desempenho desportivo com o uso de diferentes goteiras oclusais e protetores bucais, através de parâmetros ou valores da fisiologia e biomecânica desportiva. Foi realizada uma pesquisa eletrônica na base de dados de publicações científicas PUBMED usando os termos *mouthguard; occlusal splint; performance sport; athletes*. A pesquisa identificou 345 artigos, dos quais 27 foram considerados relevantes para este estudo. Esses estudos forneceram dados relevantes em valores de ventilação pulmonar, consumo de oxigénio, frequência cardíaca, cortisol, bem como força muscular, equilíbrio e simetria corporal com o uso dos dispositivos intraorais em suas versões: personalizados, autoajustáveis, não ajustáveis e seus diferentes *designs*. As goteiras personalizadas projetadas para abrir as vias aéreas superiores, aumentam a ventilação pulmonar e os valores do desempenho aeróbico, junto com uma melhoria nos níveis de cortisol e nos valores de força muscular, estabilidade e simetria corporal. Os protetores bucais personalizados são capazes de melhorar o consumo de oxigénio e o equilíbrio. Os dispositivos que promovem o aperto dos dentes como forma de contração voluntária remota, podem atingir a potenciação de ativação simultânea e aumentar o desempenho desportivo. Os dispositivos intraorais personalizados melhoram o desempenho desportivo e aumentam o conforto ao usar, reduzindo a sensação de falta de ar. Protetores bucais não diminuem o desempenho desportivo em suas diferentes variantes.

PALAVRAS-CHAVE

Goteiras oclusais, protetores bucais, desempenho desportivo, biomecânica, fisiologia, atletas.

ABSTRACT

Occlusal splints and mouthguards are intraoral devices used in sport activities to treat a variety of occlusal pathologies and protect teeth from impact injuries. This systematic literature review focuses on sports biomechanics and physiology parameters and values to evaluate the different sport performances achieved with the use of such devices. The terms *mouthguard*; *occlusal splint*; *performance sport*; *athletes* were used to identify relevant scientific publications in the PUBMED database. The internet search returned a total of 345 scientific papers, out of which 27 were considered to be most relevant for this study. These studies provided relevant data regarding lung ventilation, oxygen consumption, cardiac frequency, cortisol, muscular strength, balance and body symmetry with the use of intraoral devices in their different versions customised, autoadjustable, non-adjustable and designs.

Customised occlusal splints designed to open upper airways, increase lung ventilation and aerobic performance values, along with an improvement in cortisol levels, muscular strength values, balance and body symmetry. Customised oral protectors can improve oxygen consumption and balance. Those devices that promote teeth grinding as a form of remote voluntary contractions can achieve concurrent activation potentiation and increase sport performance. Customised intraoral devices improve sport performance and increase usage comfort, reducing the 'shortness of breath' feeling. Mouthguards do not reduce sport performance in any of its variants.

KEYWORDS

Occlusal splint, mouthguard, performance sport, biomechanics, physiology, athletes



ÍNDICE GERAL

INDICE DE ABREVIATURAS	vi
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.OBJETIVO	2
3.METODOLOGIA.....	2
4.RESULTADOS.....	3
5.DISSCUSSÃO.....	9
5.1 GOTEIRAS OCLUSAIS PERSONALIZADAS	10
5.2 GOTEIRAS OCLUSAIS AUTO-ADAPTÁVEIS	15
5.3 PROTETOR BUCAL AUTO-AJUSTÁVEL E NÃO-AJUSTÁVEL	15
5.4 PROTETOR BUCAL PERSONALIZADOS	18
6. CONCLUSÃO	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de estratégia de busca	4
---	---

ÍNDICE TABELAS

Tabela 1. Objetivos e resultados dos artigos analisados	5
---	---

INDICE DE ABREVIATURAS

ATM	Articulação temporomandibular
PAS	Potenciação de ativação simultânea
CCCM	Complexo crânio-cervical-mandibular
FC	Frequência cardíaca
DDDEO	Dispositivo de Desempenho Desportivo de Estabilidade Oclusal
PB	Protetor bucal
PBAA	Protetores bucais Autoajustáveis
PBP	Protetor bucal personalizados
PBNA	Protetor bucal não ajustável
GO	Goteiras oclusais
GOP	Goteiras oclusais personalizadas
RC	Relação cêntrica
CVR	Contração voluntária remota
VP	Ventilação pulmonar
V02	Consumo oxigénio

1. INTRODUÇÃO

O uso de dispositivos intra-orais é amplamente difundido na prática desportiva. Nos últimos anos, surgiram muitos estudos sobre como o desempenho desportivo pode ser influenciado por estes aparelhos. (1)

Goteiras oclusais (GO) e protetores bucais (PB) são dispositivos intra-orais que se enquadram na classificação das ortóteses dentárias, podendo provocar alterações na posição da articulação temporomandibular (ATM). (2)

As goteiras oclusais são comumente usadas em uma variedade de patologias oclusais e funcionais encontradas na prática clínica diária. Dentro destas podemos citar a dor orofacial associada aos músculos da ATM e o bruxismo do sono. (3)

A prática de desporto aumenta o risco de traumatismo dentário, que pode ser reduzido com o uso de um PB. Os PB, utilizados na prática desportiva, reduzem as lesões por traumatismo dentário, dissipando a força do impacto, reduzindo a força que é transferida para os dentes. Os PB também auxiliam no caso de avulsão ou fratura a reter o dente ou fragmento. (4)

A fisiologia do exercício e medidas volumétricas do trato respiratório superior e sua interação na modificação do desempenho físico foram investigados em uma ampla variedade de estudos. (5)

Embora seja conhecida a teoria de que a protrusão mandibular pode levar a um aumento da permeabilidade das vias aéreas superiores, aumentando o fluxo de ar, ainda há muito pouco conhecimento de como essa modificação anatômica produzida por uma GO afeta o desempenho desportivo. De acordo com os estudos da fisiologia do desporto é necessário um grande aumento do volume de ar para atingir um potencial aeróbio. (6,7)

As características inerentes a cada disciplina atlética podem ter um grande impacto nos padrões posturais dos atletas. A carga excessiva de exercícios e movimentos repetitivos, como correr e saltar, podem causar uma limitação dos movimentos ou rigidez muscular que ocasionam um desequilíbrio postural. (8)

A propriocepção do sistema mastigatório origina-se no sistema muscular mastigatório e no ligamento dentoalveolar. Com o uso de uma Goteira oclusal personalizada (GOP), é possível variar a propriocepção e modular a tensão e a função dos músculos mandibulares para obter resultados diretos no controle da mandíbula e da cabeça. (9)

A relação entre os músculos mastigatórios da cabeça e pescoço e as interferências oclusais que modificam esses músculos, podem influenciar a coluna cervical e, conseqüentemente, os músculos de outras partes do corpo que intervêm no controle do equilíbrio postural. (10,11)

O uso de GOP em atletas com distúrbios oclusais pode ter um importante propósito terapêutico, para melhorar a coordenação neuromuscular ou equilíbrio postural e obter melhor desempenho atlético. (12)

Muitos atletas optam por não utilizar PB por acreditarem que o seu uso tem efeitos negativos na respiração. Geralmente são usados para desportos de contacto nos quais os exercícios anaeróbios são de curta duração e alta intensidade. (13-15)

2.OBJETIVO

O objetivo da presente revisão sistemática integrativa é avaliar as diferenças obtidas no desempenho desportivo com o uso de diferentes goteiras oclusais e protectores bucais através de parâmetros ou valores da fisiologia e biomecânica desportiva.

3.METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados: PUBMED, utilizando as seguintes palavras-chave: "mouthguard "; "occlusal splint"; "performance sport"; "athletes".

Foi usada a expressão de pesquisa: (((mouthguard) OR (occlusal splint)) AND ((Performance sport) OR (athletes)))

Como critérios de inclusão, a pesquisa foi limitada a artigos publicados em língua inglesa entre janeiro 2010 até janeiro 2021 sobre como uma goteira oclusal ou protector bucal modifica o desempenho atlético, ao nível fisiológico ou muscular-biomecânico. Os critérios de exclusão foram, artigos de revisão, capítulos de livros, artigos com texto integral indisponível.

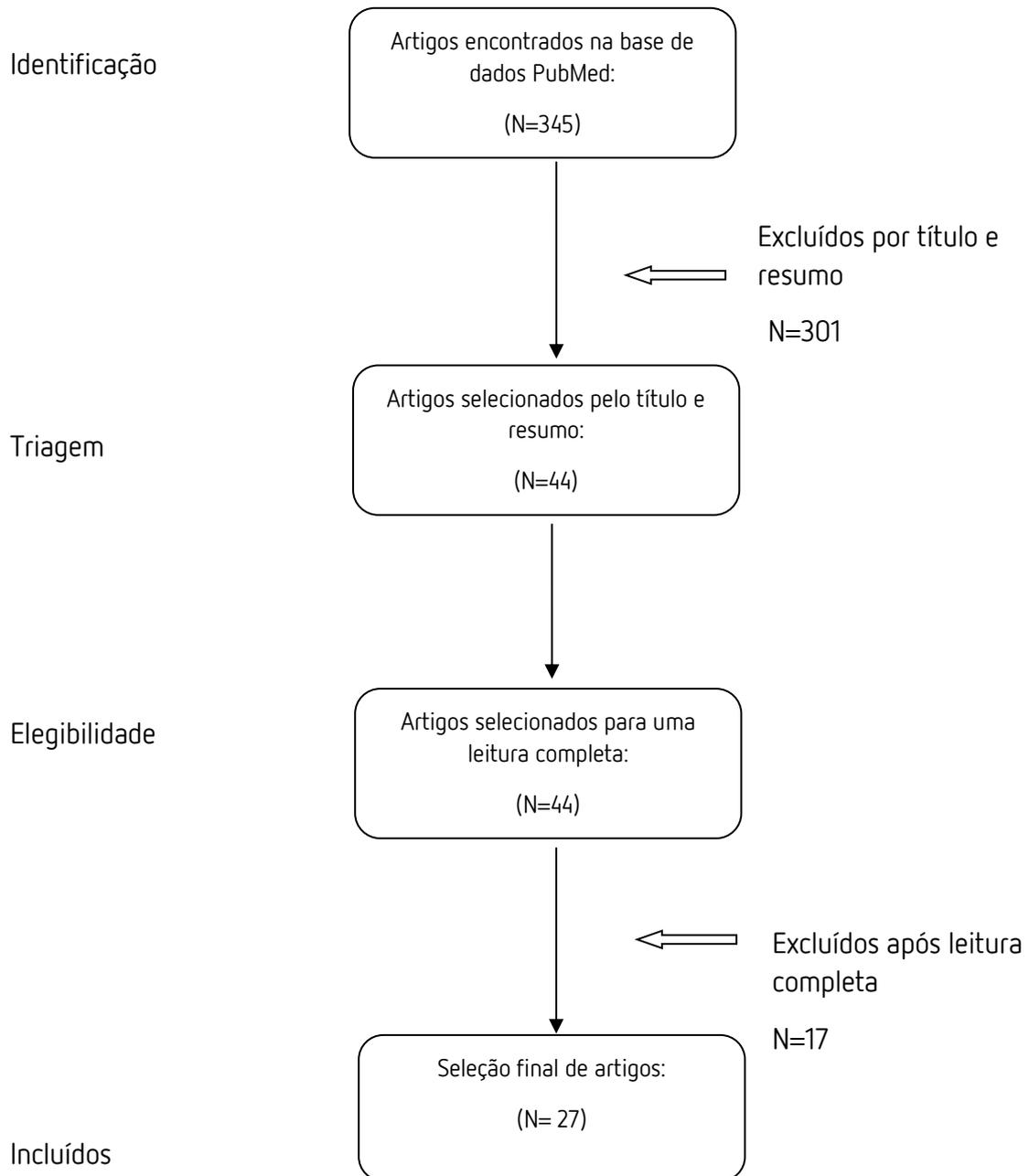
Uma avaliação preliminar dos artigos foi realizada seguindo os títulos e os resumos dos artigos e excluindo aqueles pouco relacionados com o objetivo e tema deste trabalho.

Uma vez efectuada a pré-seleção, os artigos foram lidos na íntegra e analisados individualmente, de acordo com o objetivo deste trabalho.

4.RESULTADOS

Na base de dados PubMed, foram identificados 345 artigos, dos quais 44 foram selecionados e 301 excluídos por título e resumo. Dos 44 artigos selecionados para uma leitura completa, 16 foram descartados por não ser relevantes. Dos 27 selecionados (Figura 1), 16 avaliaram a influência em biomecânica postural ou neuro muscular (59,3%), e 11 avaliaram temas fisiológicos (40,7%).

Figura 1. Fluxograma de estratégia de busca



Os dados mais relevantes dos artigos seleccionados são os seguintes (Tabela 1):

O uso de dispositivos intraorais personalizados que promovem a alteração posicional da mandíbula e aumentam as vias aéreas superiores melhoram os níveis de ventilação e aumentam o desempenho desportivo. (5,16)

O uso de GOP melhora a força muscular de alguns grupos musculares utilizados em determinadas disciplinas desportivas, melhoram a estabilidade e a distribuição do peso corporal, aumentando o rendimento desportivo. (17-19)

O uso de PB nas diferentes apresentações não diminui o rendimento desportivo, mas são encontradas diferenças a favor do PB personalizados, que ajudam a evitar a sensação de falta de ar para os atletas e o desconforto. (15,20,21) Vários tipos de desenhos têm sido desenvolvidos na tentativa de encontrar melhorias no desempenho; não encontrando de forma geral diferenças no desempenho desportivo à exceção de alguns parâmetros individuais, com alguns desenhos específicos e sob determinadas circunstâncias. (21-23)

Tabela 1. Objetivos e resultados dos artigos analisados

Artigo	Tipo	Objetivos	Resultados
5. (Schultz Martins R et al, 2020)	Estudo Cruzado	Investigar as respostas fisiológicas de GOP nas vias aéreas e seus efeitos no desempenho aeróbio e anaeróbio com aumento nos parâmetros de potência, velocidade, aceleração, agilidade e força.	A GOP pode melhorar significativamente o desempenho aeróbio e anaeróbio. Melhorias na potência aeróbica máxima, velocidade máxima e potência horizontal podem ser relevantes para o treino atlético e de competição.
8. (Nam HJ et al,2020)	Estudo cruzado	Examinar os efeitos agudos e repetidos do uso de um PBP no alinhamento corporal e no desempenho do equilíbrio em jogadores de basquete profissionais. A hipótese é que a manutenção de uma oclusão estável irá alterar o alinhamento do corpo e melhorar o desempenho do equilíbrio estático e dinâmico em jogadores profissionais de	Usar um PBP fornece um efeito positivo no desempenho do equilíbrio, mas nenhum efeito significativo foi observado no alinhamento corporal



		basquete.	
12. (Leroux E. et al,2018)	Artigo de investigação	Investigar se as alterações oclusais estão correlacionadas com alterações na postura corporal e desempenho atlético em jovens remadores de elite.	O uso de GO de reposicionamento mandibular em remadores com distúrbios oclusais pode ser uma abordagem terapêutica interessante para otimizar sua coordenação neuromuscular e desempenho competitivo.
13. (Rapisura KP et al,2010)	Artigo de investigação	Examinar o VO ₂ , a FC, VP, RER, o rácio de trocas respiratórias e a avaliação da percepção subjetiva do esforço durante o exercício submáximo com uma PB tipo "ferver e morder" específico para mulheres.	Os resultados do estudo indicaram que o PBAA e o PBAA específico para mulheres não afetaram as variáveis fisiológicas estudadas.
14. (Hanson et al, 2018)	Artigo de investigação	Determinar se há diferenças entre o PB <i>Under Armour ArmourBite®</i> versus outro PBAA e sem PB, no lactato do sangue e desempenho anaeróbico em indivíduos do sexo masculino saudáveis e recreacionalmente ativo.	o PB <i>Under Armour ArmourBite®</i> não teve sucesso em melhorar o desempenho anaeróbico em comparação com um PBAA ou sem dispositivo. É provável que um PBP seja necessário para que as pessoas vejam algum benefício no desempenho atlético
15. (Duddy FA et al, 2012)	Ensaio Randomizado Controlado	Avaliar e comparar o efeito desses dois tipos diferentes de PB, um PBAA e um PBP no desempenho atlético e na força de atletas universitários	O presente estudo demonstrou que PBP não tiveram efeito negativo no desempenho atlético e na força.
16. (Zupan MF et al, 2018)	Artigo de investigação	Investigar se usando o regulador de mordida <i>PX3</i> durante vários tipos de exercícios revelou melhor desempenho atlético e mudanças fisiológicas em comparação com um PBNA ou sem protetor.	O regulador de mordida <i>PX3</i> teve um efeito positivo no desempenho do exercício em testes de laboratório, devido à capacidade do atleta de inalar mais oxigénio. O uso do regulador de mordida <i>PX3</i> proporciona maior conforto oral aos atletas devido ao perfil mais fino em comparação com PBBA.
17. (Dias A et al, 2019)	Artigo de investigação	Investigar os efeitos da GOP, na força do ombro em homens saudáveis	A força isocinética e os testes de ativação EMG sugerem que a GO tem um efeito ergogénico positivo na força do ombro e do braço em indivíduos saudáveis, em comparação indivíduos sem GO.
18. (Maurer C et al, 2015)	Estudo prospectivo	Avaliar o efeito de uma mudança na posição da oclusão dentária na simetria da corrida. A mudança dentária foi introduzida por GO na mandíbula.	As condições da GO introduziram uma mudança no padrão de movimento. A GO pode ser usada para alterar o padrão de movimento mesmo durante a corrida.
19. (D'Erme V et al, 2012)	Artigo de investigação	Analisar em atletas de diferentes modalidades desportivas qualquer alteração no	Os resultados mostram que as relações oclusais podem interferir tanto na postura



		desempenho desportivo, antes e após a aplicação de uma GO.	corporal quanto no equilíbrio neuromuscular.
20. (Queiróz AFVR et al, 2013)	Artigo de investigação	Avaliar a influência dos diferentes usos dos PB no desempenho físico de jogadores de futebol em termos de agilidade, capacidade aeróbica VO 2 (teste de Cooper), além da percepção após o uso de protetores bucais	Nos três tipos de PB avaliados, o individualizado (tipo III) foi o que apresentou melhores resultados no desempenho físico dos atletas, em comparação com outros tipos de PB ou sem dispositivo.
21. (Schulze A et al, 2019)	Artigo de investigação	Avalie as possíveis limitações de desempenho com um PB ventilado e um PBP no desempenho de jogadores de rugby.	Não houve efeitos negativos na respiração ou desempenho durante o exercício. Testes laboratoriais mostraram um efeito ergogénico no metabolismo aeróbio
22. (Lässig J et al, 2020)	Ensaio Randomizado Controlado	Influência do uso de PBAA do tipo "ferver e morder" na resposta respiratória, metabólica e cardiovascular a uma gama de intensidades submáximas de exercício em esteira em indivíduos recreacionalmente ativos não habituados ao uso de PB.	Os resultados fornecem evidências de que um indivíduo pode selecionar uma variedade de PBAA como uma primeira escolha prática e barata, sem preocupação indevida com efeitos cardiorrespiratórios ou metabólicos negativos.
23. (Bailey SP et al, 2015)	Artigo de investigação	Avaliar o impacto de um PB "ventilado" para ferver e morder durante as atividades tradicionais de desempenho energético.	Algumas diferenças foram observadas na VP e no lactato do sangue no desempenho aeróbio.
24. Fischer H et al, 2017)	estudo duplo-cego cruzado randomizado	Testar numa GOP com ajuste neuromuscular a hipótese de que a afeta positivamente a potência cíclica máxima em condições de teste anaeróbio.	Independentemente da posição de verticalização habitual ou miocêntrica, as GO não têm efeito em nenhum parâmetro do desempenho do teste anaeróbio <i>Wingate</i> .
25. (Golem DL et al, 2015)	Estudo cego, randomizado, placebo-controlado	Examinar os efeitos dos PB de reposicionamento da mandíbula na força e potência muscular.	Nem todos os PB de venda livre de reposicionamento da mandíbula são iguais e, portanto, nem todos esses PB terão efeitos positivos no desempenho físico.
26. (Pae A et al, 2013)	Artigo de investigação	Se o uso de GO melhora a habilidade atlética de jogadores de golfe profissionais. Comparar a distância percorrida, a velocidade da cabeça do taco, a velocidade inicial da bola e a precisão do lançamento antes e durante o uso da GOP.	Pode-se concluir que a estabilização oclusal usando GOP pode melhorar a velocidade da cabeça do taco e a distância de condução de um jogador de golfe.
27. (Buscà B et al, 2016)	Artigo de investigação	Avalie a conveniência de usar uma GOP de alinhamento de mordida para aumentar a capacidade de desenvolver desempenho superior agudo em diferentes exercícios de força	O uso de GOP desenhadas por médicos dentistas é recomendado para atletas e deve ser encorajado. O uso em sessões de treino e em competição pode promover



		isométrica, em força explosiva na tração da parte superior do corpo e no salto vertical	melhorias na força e potência.
29. (Allen CR et al, 2018)	Artigo de investigação	Examinar o aperto da mandíbula enquanto usa uma POAA mandibular na produção de força durante o salto vertical.	A promoção da CVR com o aperto da mandíbula pode elevar a PAS e um efeito ergogênico em atividades com alta produção de força, embora possa ser devido ao efeito de aperto da mandíbula e não à POAA.
30. (Garner DP et al, 2011)	Artigo de investigação	Determinar se o uso de uma GOP alteraria os níveis de cortisol durante o <i>stress</i> físico do treino de resistência e se seria a explicação das melhorias de desempenho.	O resultado num treino intensivo de resistência foi semelhante com GOP e sem goteira.
31. Silva D et al, 2018)	Estudo de caso	Verificar a existência de uma correlação entre a estabilidade oclusal e um eventual equilíbrio de algumas estruturas faciais durante o desempenho desportivo usando um dispositivo de estabilidade oclusal "Occlusal Stability Sports Performance Device " (DDDEO) especialmente desenvolvido.	O uso do DDDEO permitiu um maior equilíbrio da ATM, do músculo temporal anterior e do músculo masseter. É eficaz não só ao nível do componente oclusal, mas também na promoção de maior equilíbrio neuromuscular. O DDDEO pode ser um dispositivo promissor para permitir um melhor desempenho desportivo.
32. (Golem DL et al, 2017)	Estudo randomizado, cruzado e controlado	Examinar os efeitos de dois PBs de reposição da mandíbula na função respiratória, nas trocas gasosas em estado estável e na capacidade aeróbia máxima em atletas do sexo masculino.	Apesar dos menores índices de conforto e da redução da respiração forçada em repouso, PB não afetaram o desempenho aeróbio durante o exercício. Os atletas devem usar PB como um dispositivo de segurança para reduzir o risco de lesões orofaciais.
33. (Dunn-Lewis C et al, 2012)	Artigo de investigação	Investigar o impacto de uma PBP no desempenho desportivo com análise especial em tarefas anaeróbicas de alta velocidade e curta duração.	O PBP pode beneficiar qualquer atleta masculino ou feminino envolvido em desportos de força em que a parte superior do corpo é importante para o desempenho. Em desportos da parte inferior do corpo com uso intensivo de força repetitiva pode beneficiar atletas masculinos.
34. (Allen CR et al, 2014)	Artigo de investigação	Investigar o uso de uma PB tipo ferver e morder e seus efeitos em medidas agudas de potência e força, em comparação com a ausência de PB num grupo de treino recreativo..	PB causar efeito ergogênico não é garantido, são necessárias mais pesquisas.
35. (Wang JS et al, 2020)	Artigo de investigação	Avaliar se durante o treino com pesos de alta intensidade foram reveladas mudanças no tônus, rigidez e efeitos fisiológicos dos músculos mastigatórios em um	Embora o uso de PB seja recomendado para atletas de taekwondo que realizam musculação de alta intensidade, este estudo confirma que não é

		atleta de taekwondo.	necessário o uso de PB para treino de musculação.
36. (Gebauer DP et al, 2011)	Estudo prospetivo randomizado	Avaliar os efeitos de dois PBP, um de desenho palatino normal e outro sem cobertura, com uma condição de controle em que nenhum PB foi usado durante um teste de exercício até à exaustão.	O uso de um PB não teve um impacto negativo nos níveis de VP e VO2. os atletas devem ser encorajados a usar PB..
37. Jung JK et al, 2013)	Artigo de investigação	Determinar se os PB e as distribuições de força oclusal têm efeitos sistémicos que afetam o desempenho físico.	Um aumento de 2 mm na dimensão vertical e oclusão equilibrada não afetou o desempenho físico, mas apesar de uma distribuição desigual da força oclusal, o desempenho atlético foi melhorado com um protetor bucal de cobertura parcial.

5.DISSCUSSÃO

As GO e PB podem provocar alterações na posição da ATM. As GO procuram restabelecer o equilíbrio mandibular ou uma maior abertura da via aérea superior com deslocamento mandibular. Os PB são outros dispositivos intraorais cujo principal objetivo é proteger os dentes durante a prática desportiva contra impactos, especialmente nos desportos de contacto. (5,24,25) Estes dispositivos podem ser personalizados ou autoajustáveis ou não ajustáveis (15).

A elaboração dos dispositivos intraorais personalizados pode ser realizada através de uma impressão em alginato das arcadas dentárias e um registo de mordida (22,26). Mais recentemente os avanços tecnológicos nos métodos de digitalização da anatomia da boca permitem ao Médico Dentista otimizar o processo de design e criação dos dispositivos intraorais personalizados (27).

Para reduzir custos e aumentar a disponibilidade destes dispositivos, os fabricantes desenvolveram um sistema de produção que elimina a necessidade de especialização odontológica, já que os dispositivos intra-orais personalizados necessitam de um Médico Dentista e são mais caros do que as outras versões, mas geralmente oferecem uma melhor configuração e ajuste. (25,28)

As GOP são colocadas no maxilar superior ou inferior e reposicionam a ATM numa posição de relação cêntrica (RC), posição miocêntrica, ou na máxima intercuspidação. (17,18)

Outro tipo de dispositivo são as GO autoajustáveis, não-individualizadas, de posicionamento intra-oral, não proporcionam qualquer tipo de protecção como os PB, simplesmente posicionam a mandíbula para promover o aperto oclusal. (29) O aperto oclusal é uma forma de contracção voluntária remota (CVR) que é apoiada por múltiplos estudos de modo a atingir a Potenciação de activação simultânea (PAS) e assim promover um efeito ergogénico (melhor desempenho) durante atividades desportivas que requerem altos níveis de produção de força. (29)

Os PB são normalmente usados para absorção e distribuição do impacto na cavidade oral e são divididos em 3 classes principais:

Tipo I: Protetores bucais não ajustáveis (PBNA) sem possibilidade de ajuste, são de tamanho padrão e ficam retidos na cavidade oral quando os arcos estão em oclusão.

Tipo II: Protetores bucais Autoajustáveis (PBAA) normalmente fabricados em EVA ou PVC, e que devem ser moldados na cavidade oral do atleta após imersão em água quente, são chamados de "ferver e morder".

Tipo III: Protetor bucal personalizados (PBP) realizada de forma personalizada a partir de uma impressão das arcadas do atleta. (20,28)

5.1 GOTEIRAS OCLUSAIS PERSONALIZADAS

Implicação no metabolismo e fisiologia respiratória

Um estudo comparou a performance atlética de cadetes da força aérea americana, com um dispositivo feito por medida (*PX3 Bite Regulator*[®]), um PB de venda livre e sem qualquer dispositivo. O dispositivo oral *PX3 Bite Regulator*[®], coloca a mandíbula numa posição mais baixa e avançada, facilitando uma via aérea superior desobstruída e permitindo assim um maior fluxo de ar durante o exercício aeróbico e anaeróbico. Concluíram que os atletas com o PX3 tinham tempos de corrida significativamente mais rápidos do que com PB tradicional. Com o PB tradicional, os indivíduos tinham que manter

a boca mais fechada para retê-lo, o que prejudicava a sua capacidade de manter o fornecimento adequado de oxigénio. As principais diferenças ocorreram durante a última parte da corrida que é quando a necessidade de oxigénio é maior para manter um determinado exercício em estado estacionário. Se essa necessidade de oxigénio não for atendida, a velocidade de corrida diminui, é o que acontece durante a corrida com um PB tradicional. (16)

Em outro estudo, cujo objetivo foi investigar os efeitos de um aparelho de reposicionamento da mandíbula, nas mudanças volumétricas nas vias aéreas, na posição da mandíbula e determinar os seus efeitos no desempenho aeróbio e anaeróbio. Concluíram que este aparelho aumentou o volume das vias aéreas superiores e a potência aeróbia máxima. Houve também um aumento do intervalo de tempo até à exaustão e no salto vertical. Esta constatação fornece apoio adicional para a hipótese de que a protrusão da mandíbula aumenta o volume superior das vias aéreas, levando ao aumento da ventilação e ao máximo potencial aeróbico. (5)

Do mesmo modo, com um reposicionamento da mandíbula em busca de uma melhor resposta das vias aéreas, obtém-se um desempenho físico superior devido à redução global da resposta ao stress, pela diminuição dos níveis de cortisol. Ao realizar um exercício anaeróbico de alta intensidade num conjunto de 10 minutos, observa-se uma diminuição dos níveis de cortisol. Neste estudo, durante os dez minutos de execução da série de exercícios, os valores mostram uma tendência semelhante com GO e sem GO, mas, sem a goteira após dez minutos de recuperação da série, o nível de cortisol continua a aumentar, sendo que, com GO personalizada os valores de cortisol diminuem para os valores iniciais. Esta redução do cortisol e diminuição do stress no organismo resultará numa recuperação física mais rápida. (30)

Outro estudo avaliou uma GO personalizada, colocada no maxilar superior em posição de relação cêntrica em um pugilista e quatro jogadores de rugby. Os atletas apresentaram uma diminuição do lactato de sangue quando são submetidos a um teste de stress, obtendo também um impacto positivo sobre os valores da frequência cardíaca. A diminuição do lactato no sangue e da frequência cardíaca provoca uma diminuição do esforço, havendo menores tempos de recuperação após o esforço muscular. (19)

Implicações biomecânicas

Vários estudos avaliaram dispositivos intraorais reposicionadores em relação à biomecânica dos atletas.

Dias A. *et al.*, concluíram que o desempenho desportivo, numa perspetiva biomecânica muscular, efectuado com uma GO superior personalizada numa posição de estabilidade mandibular (relação cêntrica), provoca um efeito ergogénico da capacidade do ombro para produzir movimentos, nos valores torque de pico. (17)

Um estudo realizado na Alemanha comparou o desempenho desportivo de 20 corredores utilizando 3 goteiras com diferentes condições oclusais colocadas no maxilar inferior. Foram avaliadas 4 situações oclusais, GO de relaxamento em oclusão cêntrica, Goteira em posição condilar miocêntrica, Goteira em intercuspidação máxima e posição de oclusão habitual (sem goteira). (18)

Examinadas GOP em as diferentes posições oclusais, todas elas mostram mudanças no padrão de movimento dos atletas, reduzindo a diferença entre o movimento esquerdo e direito alcançando maior simetria. Não há uma condição clara com as diferentes goteiras que leve a uma melhor simetria nos atletas, as mudanças variam bastante e depende mais do indivíduo que da própria goteira. As principais diferenças são encontradas no tornozelo, joelho e coluna vertebral. Estas variações, encontradas nas regiões mais distais do corpo e não tanto na ATM, indicam que mais estudos devem ser realizados sobre o impacto na biomecânica dos atletas. Quando reduzimos a diferença no padrão de movimento à esquerda e à direita do corpo, através da utilização de GOP, é possível obter uma técnica de corrida mais simétrica que pode ajudar a reduzir o risco de lesões e aumentar o desempenho. (18)

Outro estudo que avaliou uma GO com reposicionamento ortopédico funcional (em relação cêntrica no maxilar superior) em atletas de competição. Os atletas foram estudados numa plataforma de estabilometria para avaliar a postura muscular com e sem o uso da GO. Obtiveram uma mudança na distribuição da carga de repouso em ambos pés e consequentemente na postura. Com a GO colocada no arco superior, os valores percentuais da distribuição da carga são 50,4% para a esquerda e 49,6% para a direita,

em comparação com uma distribuição de carga de 48,3% para a esquerda e 51,7% sem GO. Obtiveram valores mais próximos do equilíbrio ideal, 50%, com a GOP inserida. (19)

Estas melhorias na estabilidade e equilíbrio postural também foram estudadas em atletas de golfe, e são de grande importância em desportos que requerem grande precisão e bom posicionamento corporal. Num *swing* de golfe, a cabeça do taco rotativo move-se numa pista circular com o eixo do corpo como centro, e o posicionamento requer concentração, precisão e uma sensação de equilíbrio. O contacto bilateral oclusal posterior igual com uma GO superior em relação cêntrica resultou numa maior distância e velocidade inicial da bola. Mas, ao medir a precisão da tacada para determinar se GOP aumentavam o equilíbrio e a concentração postural não teve um efeito significativo na precisão em comparação com o não uso de GO. (26)

Um estudo efetuado em França, em jovens remadores de elite, teve como objetivo investigar se os distúrbios da oclusão dentária se correlacionam com as alterações na postura corporal e no desempenho atlético. Estes investigadores, provocaram alterações oclusais com o uso de uma GO em silicone que induzia um desvio lateral da mandíbula. (12)

Concluíram que a instabilização mandibular, afeta o desempenho desportivo causando um impacto negativo no controlo postural e no poder muscular nos remadores de elite. Ao analisar os dados obtidos no *Postero-Superior Iliac Spine Test*, os resultados mostram que o desvio artificial da mandíbula induz a contração assimétrica dos músculos lombares em 85,7% dos atletas, causada por contrações assimétricas e assíncronas na presença do desvio oclusal artificial. Estes dados sugerem que pode haver a necessidade de um tratamento adequado (dentários, protéticos, ortodônticos e/ou cirúrgicos) em atletas quando são detetadas maloclusões, a fim de melhorar o desempenho atlético. (12)

Implicações na Activação Neuromuscular

Num estudo efectuado em um atleta de canoagem, as imagens termográficas compararam os diferenciais de temperatura, com o uso ou não de um dispositivo especialmente desenvolvido de desempenho desportivo e estabilidade oclusal, Este dispositivo foi personalizado e fabricado com folhas de acetato de etilenoivinil (EVA) numa

posição de máxima intercuspidação. As imagens termográficas foram recolhidas em quatro regiões do complexo crânio-cervical-mandibular (CCCM), a ATM, o músculo masséter superficial, o músculo temporal anterior e o triângulo cervical anterior. (31)

Os resultados mostram que existe uma diminuição da assimetria para a ATM, masseter e região temporal anterior após a implementação e utilização deste dispositivo pelo atleta. Há também uma maior aproximação de valores em relação à assimetria, que é o resultado de um maior equilíbrio de certos grupos musculares. Há um equilíbrio nas forças exercidas por alguns músculos do CCCM, o que induziu um novo padrão neuromuscular e uma maior simetria na distribuição da força aplicada entre as regiões observadas do lado direito e esquerdo. (31)

Quando um atleta com uma GO em relação cêntrica é avaliado por eletromiograma para o grau de excitabilidade neuromuscular nos músculos envolvidos no movimento do ombro utilizados em certas disciplinas desportivas, obtiveram valores de pico significativamente mais elevados no deltóide anterior e no peitoral maior, tanto nos testes de abdução como nos de adução, em comparação com o não uso de goteira ou placebo, com a exceção do músculo deltóide medial. (17)

Em nadadores, este tipo de goteira permitiu uma diminuição do tempo no teste dos 100m de natação livre. O estímulo mecânico recetivo, gerado por alterações na relação oclusal, influenciou o trabalho dos músculos e a componente neuromuscular. (19)

Outro estudo comparou os efeitos do uso de uma GO personalizada em relação a duas outras condições sem GO (isto é, apertar os maxilares e não apertar os maxilares) em atletas praticantes de várias modalidades. Avaliaram a força do salto e a força muscular. Todos os dispositivos foram fabricados de forma digital e ajustados em boca, um registo digital de relação cêntrica foi usado para a relação entre os arcos da GO. Concluíram que uma GO personalizada permite obter alinhamentos oclusais, promover o aperto entre os maxilares e obter um efeito ergogénico significativo nas medições da força isométrica máxima da parte superior do corpo, avaliada no teste da barra dorsal e da força muscular na parte inferior do corpo. Ao realizar o teste do salto vertical são observadas vantagens no uso da GO, há benefícios em realizar um registo preciso da boca para conseguir um ajuste ótimo e confortável da GO, de modo que, quando são feitos esforços físicos, se promova uma maior potenciação de ativação simultânea. (27)

Contrariamente aos resultados apresentados, um estudo onde são avaliados atletas em estado anaeróbico, foi testado um PB em relação oclusal miocêntrica e uma GO com a dimensão vertical de repouso. Utilizando o teste *Wingate*, que reflete força e velocidade cíclica dinâmica e a fadiga correspondente, concluíram que a curva de potência não aumenta durante os segundos iniciais, nem a potência máxima atingida. Uma explicação possível pode ser que a oclusão dentária não é uma característica relevante do *sprint*. O presente estudo não indica nenhum benefício ergogénico na colocação destes dispositivos e ajuda a refutar as alegações de vantagem injusta. (24)

5.2 GOTEIRAS OCLUSAIS AUTO-ADAPTÁVEIS

Existem no mercado GO auto-adaptáveis para reposicionamento mandibular que não funcionam com PB, segundo um estudo de Allen C. *et al* estas GO podem promover a contração voluntária remota e a PAS em atletas recreativos durante um exercício isométrico, como o *isometric midthigh clean pull*, embora não se observe qualquer alteração no desempenho no salto vertical, suspeitando principalmente que para manifestar os benefícios na PAS, os atletas devem começar a partir de um mínimo de treino, especialmente em atividades de força explosiva, como é o salto vertical. A GO auto-adaptável não pareça ser justificada na população que faz actividade desportiva de forma recreativa. (29)

5.3 PROTETOR BUCAL AUTO-AJUSTÁVEL E NÃO-AJUSTÁVEL

Protetores bucais são o principal meio de proteção contra lesões maxilofaciais em desportos de contato, mas pesquisas recentes também vincularam o aprimoramento no desempenho a estes aparelhos. (14)

Implicações para o metabolismo e fisiologia respiratória

Apesar do PB serem usados para proteger do trauma, muitos atletas acreditam que o PB tem efeitos negativos na respiração. O uso de PB não diminui desempenho aeróbio, os resultados sugerem que os períodos de recuperação aeróbica entre os intervalos de

trabalho anaeróbio, em desportos como basquetebol e o futebol, não são prejudicados por uso de PB. (13,32)

Embora se consiga uma maior ventilação pulmonar sem o PB a uma determinada potência de esforço, não se mostram diferenças significativas no volume respiratório por minuto, no volume de oxigénio máximo a alta intensidade, ou nos valores de lactato no sangue entre as diferentes condições oclusais. Provavelmente porque a compensação é feita através da respiração nasal, não influenciando assim a utilização de PB a nenhum nível de potência. (13,32)

Para colmatar o problema referido pelos atletas da dificuldade respiratória com o uso de PB, alguns fabricantes desenvolverem os PBs ventilados. Ao avaliar um PB autoajustado com ventilação em termos de agilidade física e respostas cardiorrespiratórias ao exercício, os dados são semelhantes a um PB autoajustado sem ventilação, exceto para a ventilação pulmonar e lactato no sangue em cargas mais elevadas, que foram inferiores no PB ventilado. Isto sugere que com cargas elevadas, os atletas eram mais capazes de manter a produção de energia aeróbica com um PB ventilado. No desempenho aeróbico, não foram observadas diferenças entre o PB ventilado e não-ventilado. (23)

Outro estudo testou o PB *Under Armour ArmourBite®* para diminuir a concentração de lactato sanguíneo e aumentar a potência, e comparou com um PB autoajustável e sem PB. Não encontraram qualquer melhoria nas várias condições de teste no desempenho atlético, provavelmente devido ao desenho volumoso para assegurar um ajuste universal à maioria dos tamanhos de boca, reduzindo potencialmente a abertura da via aérea superior.

Concluíram que um PB individualizado é necessário para que os atletas obtenham benefícios com o uso de PB no desempenho atlético. (14)

Envolvimento biomecânico

O *Power Balance Buccal Tooth Guard* é um dispositivo de natureza personalizada com um desenho científico, para produzir especificamente um espaço calculado e resiliência na mordida. O atleta permanece na sua posição mais confortável e natural, resultando em harmonia entre os dentes, ATM e músculos faciais. Ao realizar um exercício de potência, o

esforço explosivo instantâneo não requer apenas sustentar a respiração, o aperto dos dentes é muitas vezes uma técnica utilizada para atingir a força necessária no início da atividade. (33)

Com um envolvimento maxilar otimizado com a utilização de um PB personalizados, a ação de aperto dos dentes é mais natural, com resultados de teste positivo na geração de energia na parte superior do corpo. Também parece gerar um ponto pivot ou de estabilidade melhorado a partir da orientação da cabeça, e assim realizar uma potência de arranque ideal. Não foram observados efeitos negativos sobre as variáveis experimentais examinadas. Portanto, um PBP pode influenciar e otimizar as orientações anatômicas da mandíbula, melhorando o desempenho atlético. (33)

Num estudo efectuado em atletas recreativos demonstrou-se que os PBAA de "ferver e morder" não têm efeito ergogénico durante o desempenho máximo em um salto vertical, utilizados em condições normais de aperto, sem tensão na mandíbula, não mostrando qualquer melhoria significativa em relação ao não uso de protetor. É pertinente mencionar que embora não se obtenha qualquer vantagem ergogénica com este tipo de PB, não se observou neste estudo qualquer diminuição no desempenho com a sua utilização. É provável que, sendo estes atletas amadores, não seja possível obter melhores resultados e a fim de observar qualquer benefício, é necessário começar com um mínimo de preparação física. (34)

Em outro estudo, no teste de agilidade, não foram observadas diferenças entre diferentes posições oclusais com PBAA (um com design tradicional e outro idêntico, mas com canais de ventilação) ou sem dispositivo, com uma única exceção no "*vertical leap height*" foi maior no grupo de PB ventilado, sem qualquer instrução de aperto da mandíbula. (23)

Num estudo realizado em atletas de Taekwondo num treino de pesos de alta intensidade concluíram que após o treino o tónus dos músculos mastigatórios não foi diferente entre o grupo com PB e o grupo sem PB. Estes autores consideram que não há necessidade do uso de PB num treino de pesos com estes atletas, o uso seletivo do PB de acordo com o método de treino deve ser levado em consideração. (35)

Em outro estudo, os PBNA que reposicionam a mandíbula por meio de um aumento padronizado da dimensão vertical foram ineficazes para melhorar o equilíbrio dinâmico, flexibilidade, potência, agilidade e a força nos atletas. (25)

A eliminação da necessidade do médico dentista para a produção desses protetores bucais permite reduzir os custos associados. Esse fator torna os protetores bucais mais práticos do que os protetores bucais projetados pela odontologia neuromuscular, porém menos eficazes como auxiliares ergogênicos. A individualização para um posicionamento preciso da mandíbula deve ser realizada utilizando técnicas dentárias avançadas com contacto direto entre o médico dentista e o atleta para alcançar melhorias no desempenho físico. (25)

Os PBNA são mais práticos do que os concebidos pelo médico dentista, mas não são eficazes na melhoria do desempenho físico, nem melhoram os contactos oclusais, apenas protegem os dentes de acidentes. (25)

5.4 PROTETOR BUCAL PERSONALIZADOS

Os Protetores bucais personalizados (PBP) são dispositivos para proteção que são fabricados a partir de impressão efetuada na boca de cada atleta. (28)

Implicações no metabolismo e fisiologia respiratória

As queixas de alguns atletas que usam PB de que afeta o seu desempenho e respiração não tem fundamento no caso de um PB personalizado com ou sem extensão palatina. Não se obtêm resultados piores na função respiratória, no consumo de oxigênio e na frequência cardíaca nas diferentes intensidades de exercício, comparado ao não uso de qualquer PB. (36)

Um estudo avaliou os 3 tipos de protetores bucais (personalizados, autoajustáveis e não-ajustáveis). Na avaliação da fisiologia respiratória do atleta, os dados mostram uma melhoria no desempenho físico e consumo de oxigênio com qualquer PB em comparação com o não uso de PB. O teste *Cooper*, que avalia a capacidade cardiorrespiratória através da análise da distância percorrida em corrida durante 12 minutos, indica que a melhoria do desempenho é mais evidente com PB personalizado versus os outros dois protetores (autoajustáveis e não ajustáveis). Além disso, devido ao melhor ajuste na cavidade oral do PB personalizado, o desconforto é reduzido, evitando náuseas ou dificuldade em falar e

não causando distração na atenção do atleta, o que pode evitar a redução do desempenho desportivo. (20)

Em um outro estudo, não foi encontrada qualquer diminuição do desempenho anaeróbio entre as diferentes condições (PB individualizado, PB ventilado e o não uso de PB), através de um *sprint* de curta distância. Além disso encontraram valores mais baixos de lactato no sangue com a utilização de PB, o que juntamente com um aumento do volume de oxigênio sugere um melhor metabolismo aeróbico. (21)

Quando os exercícios são realizados com intensidade moderada ou intensidade submáxima, não são encontradas diferenças na ventilação pulmonar (VP) nos diferentes tipos de PB personalizados, ventilados e não ventilados, ou o não uso de PB. Os valores de lactato no sangue são significativamente maiores sob a condição de PB ventilado em ambas intensidades. A frequência cardíaca (FC) na intensidade submáxima é maior sob a condição de PB ventilada. Quando os exercícios são realizados com intensidade máxima, são encontradas diferenças significativas entre os diferentes tipos de PB personalizados e o não uso de PB, os menores valores em VE são obtidos na condição PB não ventilado e os maiores valores do lactato no sangue e FC são obtidos na condição PB ventilado. (22)

Os PBP devem ser recomendados aos atletas, mostrando níveis iguais em todas as condições no $\dot{V}O_2$, mas mais estudos devem ser realizados entre os diferentes tipos de desenho dos PBP e a forma como afetam os diferentes parâmetros individuais, cardíacos, respiratórios e metabólicos. (22)

Implicações biomecânicas

Foi demonstrado que os PBP não têm efeitos negativos no desempenho ou força atlética, e em geral, os atletas relatam que são confortáveis e não causam falta de ar. (15)

Um artigo de Nam HJ *et al*/ de 2020, examinou a influência de um PB personalizado no alinhamento corporal e equilíbrio de desempenho em jogadores profissionais de basquete. Alguns parâmetros que são avaliados no equilíbrio e alinhamento corporal dos atletas são a torção pélvica e o ângulo cifótico. O ângulo de torção pélvica é um fator que é utilizado para identificar o desvio pélvico nas direções anterior-posterior e esquerda e direita, e quanto se afasta do padrão normal de 0°. Utilizando um PBP como tratamento agudo,

obtêm-se resultados positivos diminuindo o ângulo de torção pélvica em direção ao valor ideal, obtendo-se um melhor equilíbrio pélvico. (8)

O ângulo cifótico avalia a curvatura da coluna vertebral na direção antero-posterior e diz-nos quanto o dorso está curvado para a frente. O padrão normal em relação ao estado curvo situa-se entre 47° e 50°; com a utilização do PBP, os valores de curvatura nos atletas situam-se entre 37° e 42°, apresentando uma diferença de cerca de 10° no que diz respeito aos valores ideais. A utilização de um PBP proporciona um efeito positivo no equilíbrio, mas nenhum benefício é observado no alinhamento do corpo. O tratamento repetido durante um período de 8 semanas tem um maior impacto na melhoria do equilíbrio do que um tratamento agudo (utilização única). (8)

Um estudo efetuado na Coreia, pretendeu determinar o efeito da estabilidade oclusal e distância interoclusal num PB personalizado. Concluíram que a elevação da dimensão vertical em 2 mm ou a indução da estabilidade oclusal teve pouco efeito na força muscular isocinética e no desempenho anaeróbio, e concluíram que a distribuição desigual da força oclusal pode até ter alguns efeitos positivos. Apesar de uma dispersão desigual da força oclusal, não houve redução do desempenho atlético, a maloclusão nem sempre provoca alterações patológicas na ATM ou músculos mastigatórios, devido à adaptação fisiológica. (37)

6. CONCLUSÃO

Na presente revisão sistemática integrativa, os artigos reportaram conclusões significativas sobre o efeito das goteiras oclusais e protetores bucais no desempenho desportivo.

- As goteiras oclusais personalizadas, ao facilitar o fluxo de ar nas vias aéreas superiores, promovem um aumento no desempenho desportivo nos parâmetros da fisiologia respiratória e metabolismo.
- As goteiras oclusais personalizadas, independentemente do seu desenho e das diferentes posições condilares para garantir a estabilidade oclusal, aumentam a estabilidade corporal e a força muscular, exceto para esforços altamente explosivos no estado anaeróbio.
- As Goteiras Oclusais autoajustáveis, podem promover a contração voluntária remota com o aperto dos dentes até atingir a potenciação de ativação simultânea.
- Os Protetores bucais personalizados não diminuem o desempenho desportivo. Em alguns casos com a sua utilização são obtidos maiores valores de consumo de oxigénio. Podem melhorar o equilíbrio, eliminar o desconforto de uso e a sensação de falta de ar atribuída aos protetores bucais não ajustáveis e autoajustáveis.
- Os Protetores bucais autoajustáveis não reduzem o rendimento desportivo em nenhum nível de intensidade. Promovem o aperto dos dentes, melhorando o desempenho em situações muito específicas, mas não melhoram o alinhamento corporal ou a força muscular. Estes dispositivos apenas protegem os dentes e podem resultar em desconforto para o atleta devido ao seu design universal.

Mais estudos são necessários sobre este tema, principalmente para os diferentes desenhos de protetores bucais com ventilação e seus efeitos sobre o desempenho desportivo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dias A, Redinha L, Mendonça GV, Pezarat-Correia P. A systematic review on the effects of occlusal splint therapy on muscle strength. *Cranio*. 2020;38(3):187–95.
2. Ré J-P, Chossegros C, El Zoghby A, Carlier J-F, Orthlieb J-D. Gouttières occlusales. Mise au point. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2009;110(3):145–9.
3. Godfrey A. Fabrication of an occlusal splint. *J Am Acad Physician Assist*. 2014;27(3):58.
4. Parker K, Marlow B, Patel N, Gill DS. A review of mouthguards: effectiveness, types, characteristics and indications for use. *Br Dent J*. 2017;222(8):629–33.
5. 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;34(2):422–9.
6. Chan ASL, Sutherland K, Schwab RJ, Zeng B, Petocz P, Lee RWW, et al. The effect of mandibular advancement on upper airway structure in obstructive sleep apnoea. *Thorax*. 2010;65(8):726–32.
7. Amann M. Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans: Pulmonary system and exercise performance. *Exp Physiol*. 2012;97(3):311–8.
8. Nam HJ, Lee J-H, Hong D-S, Jung HC. The effect of wearing a customized mouthguard on body alignment and balance performance in professional basketball players. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(17):6431.
9. Manfredini D, Castroflorio T, Perinetti G, Guarda-Nardini L. Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: Where we are now and where we are heading for. *J Oral Rehabil*. 2012;39(6):463–71.
10. Moon HJ, Lee YK. The relationship between dental occlusion/temporomandibular joint status and general body health: Part 1. Dental occlusion and TMJ status exert an influence on general body health. *J Altern Complement Med*. 2011;17(11):995–1000.

11. 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.
12. Leroux E, Leroux S, Maton F, Ravalec X, Sorel O. Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study. *Clinics (Sao Paulo).* 2018;73:e453.
13. Rapisura KP, Coburn JW, Brown LE, Kersey RD. Physiological variables and mouthguard use in women during exercise. *J Strength Cond Res.* 2010;24(5):1263–8.
14. Hanson NJ, Lothian DD, Miller CL, Michael TJ, Miller MG. Over-the-counter performance enhancing mouthguards are unable to decrease blood lactate and improve power output during a Wingate anaerobic test (WAnT). *J Exerc Sci Fit.* 2018;16(3):83–6.
15. 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. *Dent Traumatol.* 2012;28(4):263–7.
16. 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(April):510–5.
17. 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.
18. Maurer C, Stief F, Jonas A, Kovac A, Groneberg DA, Meurer A, et al. Influence of the lower jaw position on the running pattern. *PLoS One.* 2015;10(8):1–16.
19. D’Erme V, Basile M, Rampello A, Di Paolo C, Influence of occlusal splint on competitive athletes performances. *Annali di stomatologia.* 3, 113–8 (2012).
20. Queiróz AFVR, de Brito RB Jr, Ramacciato JC, Motta RHL, Flório FM. Influence of mouthguards on the physical performance of soccer players. *Dent Traumatol.* 2013;29(6):450–4.
21. Schulze A, Kwast S, Busse M. Influence of Mouthguards on Physiological Responses in Rugby. *Sport Med Int Open.* 2019;03(01):E25–31.

22. Lässig J, Schulze A, Kwast S, Falz R, Vondran M, Schröter T, et al. Effects of Custom-made Mouthguards on Cardiopulmonary Exercise Capacity. *Int J Sports Med.* 2020;
23. Bailey SP, Willauer TJ, Balilionis G, Wilson LE, Salley JT, Bailey EK, et al. Effects of an over-the-counter vented mouthguard on cardiorespiratory responses to exercise and physical agility. *J Strength Cond Res.* 2015;29(3):678–84.
24. 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.
25. 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.
26. Pae A, Yoo RK, Noh K, Paek J, Kwon KR. The effects of mouthguards on the athletic ability of professional golfers. *Dent Traumatol.* 2013;29(1):47–51.
27. 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.
28. Caneppele T, Borges A, Pereira D, Fagundes A, Fidalgo T, Maia L. Mouthguard Use and Cardiopulmonary Capacity – A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med Int Open.* 2017;1(05):E172–82.
29. Allen CR, Fu Y-C, Cazas-Moreno V, Valliant MW, Gdovin JR, Williams CC, et al. Effects of jaw clenching and jaw alignment mouthpiece use on force production during vertical jump and isometric clean pull. *J Strength Cond Res.* 2018;32(1):237–43.
30. Garner DP, Dudgeon WD, McDivitt EJ. The effects of mouthpiece use on cortisol levels during an intense bout of resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2011;25(10):2866–71.
31. Silva D, Mendes J, de Azevedo e Castro J, Ferreira D, Moreira A, Clemente MP, et al. Development and implementation of an intraoral device for occlusal stability during sports performance: A case report. *Dent J.* 2018;6(4).

32. 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.
33. Dunn-Lewis C, Luk H-Y, Comstock BA, Szivak TK, Hooper DR, Kupchak BR, et al. The effects of a customized over-the-counter mouth guard on neuromuscular force and power production in trained men and women. *J Strength Cond Res*. 2012;26(4):1085–93.
34. Allen CR, Dabbs NC, Zachary CS, Garner JC. The acute effect of a commercial bite-aligning mouthpiece on strength and power in recreationally trained men. *J Strength Cond Res*. 2014;28(2):499–503.
35. Wang JS, Seo DW, Cha JY. Mouthguard-effect of high-intensity weight training on masticatory muscle tone and stiffness in taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil*. 2020;16(6):510–5.
36. Gebauer DP, Williamson RA, Wallman KE, Dawson BT. The effect of mouthguard design on respiratory function in athletes. *Clin J Sport Med*. 2011;21(2):95–100.
37. 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.