



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

RAFAEL KENJI TSUNEMATSU FRAZÃO

OCLUSÃO DENTÁRIA E PERFORMANCE ESPORTIVA:

uma revisão sistemática

BELÉM

2020

OCLUSÃO DENTÁRIA E PERFORMANCE ESPORTIVA:

uma revisão sistemática

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Cirurgião-Dentista, pela Faculdade de Odontologia, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Rodrigues Lima
Coorientadora: Msc. Priscila Cunha Nascimento

BELÉM

2020

RAFAEL KENJI TSUNEMATSU FRAZÃO

Trabalho de Conclusão de
Curso, apresentado como requisito parcial
para obtenção de grau de Cirurgião-Dentista,
pela Faculdade de Odontologia, do Instituto de
Ciências da Saúde, da Universidade Federal
do Pará.

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rafael Rodrigues Lima – Orientador Instituto
de Ciências Biológicas – UFPA

Prof. Dra. Renata Duarte de Souza Rodrigues Instituto
De Ciências de Arte – UFPA

Profa. Dra. Roberta Souza D'Almeida Couto
Instituto de Ciências da Saúde – UFPA

Dedico este trabalho aos meus pais pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao **Mestre**, pela saúde e força para seguir em frente na busca dos sonhos que alimentam a vontade de viver.

Aos meus pais, **Jorge Frazão** e **Helena Tsunematsu** pelo alicerce familiar e incentivos em todas conquistas da minha vida.

Ao meu irmão, **João Tsunematsu**, por sempre estar disposto a ajudar. Seu companheirismo e paciência em transmitir seus conhecimentos de irmão primogênito me guiaram até aqui.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Rafael Rodrigues Lima**, por me acolher cordialmente como orientado; e sua disponibilidade para orientação e correções deste

trabalho. Minha eterna admiração por sua excelência na mentoria acadêmica e trajetória na pesquisa científica.

À **Priscila Cunha**, por coorientar este trabalho. A sua dedicação e disponibilidade foram cruciais para conclusão desta importante etapa na minha vida acadêmica.

Às professoras doutoras **Renata Duarte** e **Roberta Couto**, pela disponibilidade e por aceitaram carinhosamente ao convite de comporem a banca avaliadora deste trabalho, assim, podendo contribuir para aperfeiçoá-lo.

Aos meus familiares, amigos, mestres e todos que, direta e indiretamente, fizeram parte da minha formação como ser humano e cirurgião-dentista, os meus sinceros agradecimentos.

“Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima”

Louis Pasteur

RESUMO

As evidências existentes sugerem que parâmetros favoráveis de oclusão dentária permite maior performance esportiva para atletas. No entanto, ainda há divergências se de fato a oclusão dentária, especificamente neste grupo, afeta o desempenho esportivo. Assim, o objetivo desse estudo foi reunir evidências a partir de uma revisão sistemática de literatura, a associação entre oclusão dentária ideal e o desempenho de atletas saudáveis. Para isso, realizou-se pesquisa nas bases de dados eletrônicas *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*, *The Cochrane Library*, *LILACS*, *OpenGrey* e *Google Scholar*, sem restrições quanto à data de publicação e idioma. Foram incluídos estudos com atletas (Participantes - P), para investigar parâmetros ideais de oclusão (Intervenção - I) ou não (Comparação - C), a fim de avaliar a influência da oclusão dentária no desempenho esportivo (*Outcome* - O). Todas as etapas seguiram o protocolo PRISMA. Para avaliação da qualidade/risco de viés da seleção do estudo, as ferramentas Rob 2.0 da *The Cochrane Collaboration's* para estudos randomizados, e *Robins-tool* para não randomizados estudos (ROBINS-I) foram realizados. O *Grading of recommendations, assessment, development and evaluation* (GRADE) foi usado para avaliar o nível de evidência. A busca resultou em 272 referências, dentre as quais 5 estudos clínicos preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos nesta revisão sistemática. Observou-se que 4 estudos foram do tipo clínico não randomizado e um clínico randomizado. Nas análises qualitativas, os estudos foram classificados com risco moderado de viés. Um nível de evidência muito baixo foi encontrado entre os estudos tomados em conjunto. Apesar da maioria dos resultados dos estudos sugerirem que a intervenção buscando parâmetros favoráveis de oclusão seja benéfica para o desempenho esportivo, principalmente na variável força, a evidência em geral, é inconsistente e imprecisa. Mais estudos de intervenção com maior tamanho amostral e padronização das intervenções oclusais e mensurações da performance esportiva devem ser realizados

Palavras-chave: atletas, desempenho esportivo, humanos, oclusão dentária,
ABSTRACT

The existing evidence suggests that the ideal dental occlusion allows greater sports performance for athletes. However, it is still not clear how the state of dental occlusion, mainly affects sports performance. Thus, the objective of this study was to verify, from a systematic literature review, the association between the ideal dental occlusion and the performance of healthy athletes. Thus, research was carried out in the electronic

databases PubMed, Scopus, Web of Science, The Cochrane Library, LILACS, OpenGrey and Google Scholar, no restrictions on the date of publication and language. Studies with athletes (Participants - P) were included to investigate ideal occlusion parameters (Intervention - I) or not (Comparison - C), in order to assess the influence of dental occlusion on sports performance (Outcome - O). All stages followed the PRISMA protocol. To assess the quality/risk of bias in the study selection, The Cochrane Collaboration's tools for randomized studies and Robins-tool for nonrandomized studies (ROBINS-I) were performed. The Grading of recommendations, assessment, development and evaluation (GRADE) was used to assess the level of evidence. The search resulted in 272 references, among which 5 clinical studies met the eligibility criteria and were included in this systematic review. It was observed that 4 studies were of the non-randomized clinical and one randomized clinical. In qualitative analyzes, the studies were classified as having a moderate risk of bias. A very low level of evidence was found among studies taken together. Although most results of studies suggest that the intervention seeking favorable occlusion parameters is beneficial for sports performance, the evidence in general is inconsistent and inaccurate. More randomized controlled clinical study with sample size appropriate and standardization of occlusal interventions and measurements of sports performance should be carried out.

Keywords: Humans, Dental Occlusion, Athletes, Athletic Performance

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – O relacionamento entre interferências oclusais e a postura.....14

Corpo do artigo: Figura 1. Diagrama de fluxo de pesquisa nas bases de dados de acordo com *PRISMA Statement*.....33

Corpo do artigo: Figura 2. Risco de viés dos estudos incluídos, de acordo com a ferramenta *The Cochrane Collaboration's* para avaliar o risco de viés de estudo clínico randomizado.....34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Termos de buscas utilizados nas bases de dados.....	27
Tabela 2. Resumo das características e resultados dos estudos incluídos.....	29
Tabela 3. Avaliação de risco de viés de acordo com ROBBINS-I (STERNE et al., 2016).....	31
Tabela 4. Resumo narrativo de evidências (<i>The Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation</i> – GRADE).....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATM – Articulação temporomandibular

CFO – Conselho Federal de Odontologia

Crtl – Controle

DTM – Disfunção temporomandibular

DVO – Dimensão Vertical de Oclusão

DVR – Dimensão Vertical de Repouso

NR – Não reportado

ROC – relação de oclusão cêntrica

SNC – sistema nervoso central

SUMÁRIO

1. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2. 2 Objetivos Específicos.....	15
3. CORPO DO ARTIGO.....	16
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS	40
ANEXO 1 – NORMAS DA REVISTA.....	45

1. REVISÃO DE LITERATURA

A partir de uma abordagem biológica, o esporte pode ser definido como tipos específicos de atividades, motoras e/ou físicas, sob regras estabelecidas e praticadas por indivíduos altamente preparados, denominados atletas (MICHAEL; MAURIZIO; LAURENT; MICHEL *et al.*, 2020). Enquanto que para sociólogos, o esporte pode ser caracterizado em modos de competição as quais ocorrem sob condições formais e organizadas, podendo agregar variáveis culturais e sociais (BECKMANN; ELBE, 2015). Independentemente qual seu âmbito de definição, é consenso que no esporte o objetivo comum aos praticantes é apresentar o melhor desempenho para vencer (KELLMANN; BERTOLLO; BOSQUET; BRINK *et al.*, 2018).

A competição induz os atletas a buscarem continuamente novos meios de obter vantagem sobre seus concorrentes (KELLMANN; BERTOLLO; BOSQUET; BRINK *et al.*, 2018). Historicamente, o treinamento para otimizar a performance esportiva tem se concentrado em músculos periféricos e treinamento cardiovascular com a aplicação de exercícios parciais ou de corpo inteiro (MICHAEL; MAURIZIO; LAURENT; MICHEL *et al.*, 2020). Apesar disso, nota-se um advento nas tentativas de superar o patamar alcançado por este treinamento, e a busca por estratégias auxiliares tem aumentado (WAGSTAFF; GILMORE; THELWELL, 2015). Diversas áreas da saúde, como na medicina e nutrição, surgiram com o objetivo de atender a esta demanda de atletas, afim de auxiliar na melhora da performance esportiva (THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016; WAGSTAFF; GILMORE; THELWELL, 2015).

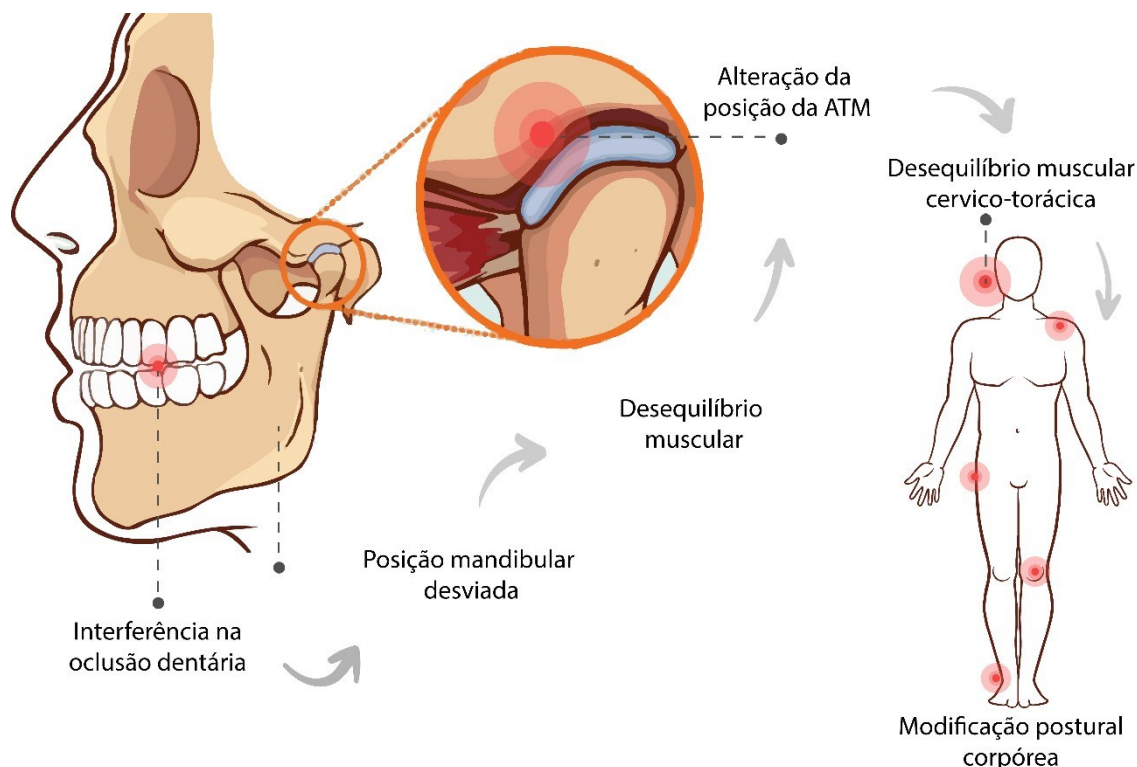
Nos últimos anos, a odontologia associou-se oficialmente a este importante segmento reconhecendo a Odontologia do Esporte como especialidade (ANDRADE; DA SILVA; LEITE; DE CASTRO FILHO, 2018). Assim, a inserção do cirurgião dentista (CD) em equipe multiprofissional no acompanhamento de atletas desempenha papel relevante para otimização do desempenho esportivo (PASTORE; MOREIRA; BASTOS; GALOTTI *et al.*, 2017). Bem como ressalta a Resolução CFO 160/2015, que em seu Art. 4º descreve:

“A Odontologia do Esporte é a área de atuação do cirurgião-dentista que inclui segmentos teóricos e práticos da Odontologia, com o objetivo de investigar, prevenir, tratar, reabilitar e compreender a influência das doenças da cavidade bucal no desempenho dos atletas profissionais e amadores, com a finalidade de melhorar o rendimento esportivo e prevenir lesões, considerando as particularidades fisiológicas dos atletas, a modalidade que praticam e as regras do esporte”

Dentre as características do sistema estomatognático, evidências na literatura tem dado foco à relação entre oclusão dentária e performance de atletas (BALDINI, A.; NOTA, A.; TRIPODI, D.; LONGONI, S. *et al.*, 2013). A oclusão dentária é caracterizada como uma relação estática dos contatos entre os dentes superiores e inferiores, e pode influenciar os processos dinâmicos do sistema estomatognático, como a mastigação. Associado a isso, uma oclusão correta também permite uma posição mandibular ideal no espaço articular (BUDD; EGEA, 2017; RICKETTS, 1969).

Buscando esclarecer sobre esta associação, BUDD e EGEA (2017) sintetizam claramente as principais vias de correlação entre oclusão dentária e performance atlética. Resumidamente, eles descrevem que os proprioceptores de um dente com interferências oclusais sinalizam ao sistema nervoso (SNC) de uma força excessiva. Em resposta, durante o movimento de fechamento da boca, a mandíbula desvia para aliviar essa pressão sentida pelo paciente. Se não corrigida, tal anormalidade cinética pode tornar-se uma anomalia morfológica permanente. Consequentemente, músculos faciais são solicitados de forma desigual, resultando em alterações de anatômicas e funcionais do côndilo mandibular (LEJOYEUX, 2010). Uma vez a posição da articulação temporomandibular (ATM) alterada, os músculos contraem-se de forma desigual, e a cadeia torácica cervical é, portanto, desequilibrada e a postura geral é afetada (**FIGURA 1**) (BUDD; EGEA, 2017; DIAS, AMÂNDIO A.; REDINHA, LUÍS A.; SILVA, LUÍS M.; PEZARAT-CORREIA, PEDRO C., 2018; GANGLOFF; LOUIS; PERRIN, 2000; JULIA; JESÚS; GATTERER; BURTSCHER *et al.*, 2015).

FIGURA 1 – O relacionamento entre interferências oclusais e a postura



Fonte: Confeccionada por Cunha PN (2020), baseada nas descrições de BUDD e EGEA (2017),

Nesse contexto, a correlação inversa pode ocorrer. Estudos indicam que a partir da utilização dispositivos intraorais, como placas oclusais, que induzam o posicionamento oclusal ideal e mandibular, têm se observado benefícios na distribuição de forças corporais e melhor desempenho esportivo (GOLEM; DAVITT; ARENT, 2017; JULIÀ-SÁNCHEZ; ÁLVAREZ-HERMS; CIRER-SASTRE; CORBI *et al.*, 2020). Apesar disso, ainda não há consenso na literatura se de fato essa intervenção possa otimizar os atletas em suas práticas esportivas competitivas, a ponto de se tornar uma vantagem para a performance atlética.

Diante disso, tornar-se relevante reunir as evidências primárias de qualidade que testam a hipótese se há diferenças significativas na performance esportiva de atletas saudáveis com presença ou não de parâmetros oclusais favoráveis.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar, a partir de uma revisão sistemática de literatura, a associação entre oclusão dentária ideal e o desempenho de atletas.

2. 2 Objetivos Específicos

A partir da síntese dos dados dos estudos primários:

- a) Verificar se a oclusão dentária pode influenciar parâmetros para o desempenho esportivo;
- b) Analisar se a posição correta da mandíbula, a partir de contatos oclusais equilibrados, é uma vantagem para os atletas.

3. CORPO DO ARTIGO

Oclusão Dentária e Performance Esportiva: Uma Revisão Sistemática

Rafael Kenji Tsunematsu Frazão¹, Priscila Cunha Nascimento¹, Rafael Rodrigues Lima^{1*}

¹Laboratório de Biologia Estrutural e Funcional, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.

* **Correspondência:** Dr.
Rafael Rodrigues Lima
rafalima@ufpa.br

Palavras-chave: Oclusão Dentária, Distúrbios Oclusais, Placa Oclusal, Atletas, Performance Esportiva

Resumo

Introdução: As evidências existentes sugerem que parâmetros favoráveis de oclusão dentária permite maior performance esportiva para atletas. No entanto, ainda há divergências se de fato a oclusão dentária, especificamente neste grupo, afeta o desempenho esportivo. Assim, o objetivo desse estudo foi reunir evidências a partir de uma revisão sistemática de literatura, a associação entre oclusão dentária ideal e o desempenho de atletas saudáveis. **Métodos:** Foi realizada pesquisa nas bases de dados eletrônicas *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*, *The Cochrane Library*, *LILACS*, *OpenGrey* e *Google Scholar*, sem restrições quanto à data de publicação e idioma. Foram incluídos estudos com atletas (Participantes - P), para investigar parâmetros ideias de oclusão (Intervenção - I) ou não (Comparação - C), a fim de avaliar a influência da oclusão dentária no desempenho esportivo (*Outcome* - O). Todas as etapas seguiram o protocolo PRISMA. Para avaliação da qualidade/risco de viés da seleção do estudo, as ferramentas Rob 2.0 da *The Cochrane Collaboration's* para estudos randomizados, e *Robins-tool* para não randomizados estudos (ROBINS-I) foram realizados. O *Grading of recommendations, assessment, development and evaluation* (GRADE) foi usado para avaliar o nível de evidência. **Resultados:** A busca resultou em 272 referências, dentre as quais 5 estudos clínicos preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos nesta revisão sistemática. Observou-se que 4 estudos foram do tipo clínico não-randomizado e um clínico randomizado. Nas análises qualitativas, os estudos foram classificados com risco moderado de viés. Um nível de evidência muito baixo foi encontrado entre os estudos tomados em conjunto. **Conclusão:** Apesar da maioria dos resultados dos estudos sugerirem que a intervenção buscando parâmetros favoráveis de oclusão seja benéfica para o desempenho esportivo, principalmente na variável força, a evidência em geral, é inconsistente e imprecisa. Mais estudos de intervenção com maior tamanho amostral e padronização das intervenções oclusais e mensurações da performance esportiva devem ser realizados.

37 1. Introdução

38 Performance esportiva caracteriza-se como o resultado de uma ação, manifestada especialmente nos
39 esportes de competição, a qual tem suas ações de movimento coordenadas por regras préestabelecidas
40 (RAYSMITH; JACOBSSON; DREW; TIMPKA, 2019). Os atletas buscam constantemente melhor
41 performance atlética para obter sucesso nas competições esportivas (FRONTERA, 2007; THOMAS;
42 ERDMAN; BURKE, 2016). Atualmente, a busca por melhor desempenho envolve não apenas o
43 fortalecimento muscular e condicionamento físico, mas também a modificação de outras características
44 do corpo humano que possam influenciar a performance atlética (BECKMANN; ELBE, 2015; JULIÀ-
45 SÁNCHEZ; ÁLVAREZ-HERMS; CIRER-SASTRE; CORBI *et al.*, 2020; PASTORE; MOREIRA;
46 BASTOS; GALOTTI *et al.*, 2017). Dentre essas características investigadas, é crescente o interesse no
47 papel da oclusão dentária na melhoria do desempenho dos atletas (BALDINI, ALBERTO; NOTA,
48 ALESSANDRO; TRIPODI, DOMENICO; LONGONI, SALVATORE *et al.*, 2013; PASTORE;
49 MOREIRA; BASTOS; GALOTTI *et al.*, 2017).

50 Oclusão dentária é definida como a relação de contatos entre os dentes superiores e inferiores
51 (KATONA; ECKERT, 2017; RICKETTS, 1969). Apesar da definição simplificada e ser descrita
52 frequentemente às referências estáticas, a oclusão dentária pode ainda interagir com processos
53 dinâmicos, principalmente aos relacionados com o posicionamento da mandíbula e, consequentemente,
54 da articulação temporomandibular (ATM) (KATONA; ECKERT, 2017). Nesse contexto, diversos
55 estudos relataram uma melhora no desempenho físico de indivíduos por meio de um ideal
56 posicionamento mandibular induzido (ALLEN; DABBS; ZACHARY; GARNER, 2014; D'ERMES;
57 BASILE; RAMPELLO; DI PAOLO, 2012; DUDDY; WEISSMAN; LEE; PARANJPE *et al.*, 2012).

58 Ao otimizar a performance esportiva, os achados indicam que mudanças de curto prazo na
59 condição de oclusão induzem efeitos benéficos no controle postural, resistência e desempenho de força
60 (FUJIMOTO; HAYAKAWA; HIRANO; WATANABE, 2001; ISSELÉE; ASSCHERICKX; MOT;
61 DANKAERTS *et al.*, 2016; JULIÀ-SÁNCHEZ; ÁLVAREZ-HERMS; CIRER-SASTRE; CORBI *et al.*, 2019). Baseado nisso, difundiu-se a confecção de placas oclusais para atletas buscando este
62 posicionamento oclusal ideal. Dessa forma, acredita-se que essa relação de oclusão dentária induzida
63 afeta a postura corporal por meio de sinais de saída transmitidos pelo nervo trigêmeo, principalmente
64 devido associação à propriocepção mandibular (TARDIEU; DUMITRESCU; GIRAUDEAU; BLANC
65 *et al.*, 2009). Tal sinal é então transmitido ao sistema nervoso central (SNC), que por sua vez o transfere
66 para as regiões corpóreas via nervos espinhais e autonômicos, assim refletindo em efeitos posturais
67 (DIAS, AMÂNDIO A.; REDINHA, LUÍS A.; SILVA, LUÍS M.; PEZARAT-CORREIA, PEDRO C.,
68 2018; MILANI; DE PERIÈRE; LAPEYRE; POURREYRON, 2000).

Em contrapartida, ainda é controversa a relação que comprova uma melhor performance esportiva especificamente em atletas (FISCHER; WEBER; BENEKE, 2017; ROETTGER, 2009). Uma vez que esse grupo apresenta particularidades fisiológicas e neuromusculares, assim, as variáveis de confusão devem ser analisadas com cautela. Desse modo, nosso objetivo foi verificar, a partir de uma revisão sistemática de literatura, a associação entre oclusão dentária e o desempenho de atletas.

2. Métodos

2.1 Protocolo e registro

O protocolo desta revisão sistemática foi registrado no banco de dados PROSPERO (<https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/>) e encontra-se sob análise para número de registro. Além disso, todas as etapas deste estudo estão de acordo com as diretrizes de Itens de Relatório Preferidos para Revisão Sistemática e Meta-Análise (PRISMA) (MOHER; LIBERATI; TETZLAFF; ALTMAN, 2009).

2.2 Critérios de elegibilidade

Os estudos foram selecionados a partir da estratégia PICO. Tal acrônimo representa os componentes: paciente, intervenção, comparação e desfecho. Assim, incluídos estudos com atletas (Participantes - P), para investigar parâmetros ideias de oclusão (Intervenção - I) ou não (Comparação - C), a fim de avaliar a influência da oclusão dentária no desempenho esportivo (*Outcome* - O). Essa estratégia teve como objetivo responder à seguinte questão: existe associação entre oclusão dentária e melhor desempenho esportivo em atletas?

Foram excluídos estudos que incluíam atletas com alterações em articulação temporomandibular (ATM), presença de dor ou diagnóstico de disfunção temporomandibular (DTM). Estudos em animais e *in vitro*, relatos de caso, séries de casos, editoriais e artigos de revisão também foram excluídos desta revisão sistemática.

2.3 Estratégia de pesquisa e seleção de estudos

As buscas sistemáticas foram realizadas nas seguintes bases de dados eletrônicas: PubMed, Web of Science, Scopus, LILACS, The Cochrane Library, Google Scholar e OpenGrey. A busca foi realizada entre janeiro e março de 2020. Os termos, palavras-chave e termos livres do MeSH foram adequadamente adaptados para cada banco de dados por meio dos operadores booleanos (OR, AND) e compuseram a estratégia de busca (Tabela 1). Todas as pesquisas foram aplicadas sem restrições de ano ou idioma de publicação. Além disso, foram criados alertas em cada banco de dados com o objetivo de resgatar estudos publicados durante a execução das demais etapas desta revisão sistemática.

Após as buscas nas bases de dados eletrônicas, todos os registros foram exportados para um software de gerenciamento de referências (EndNote®, versão X9, Thomson Reuters). Inicialmente, as referências duplicadas foram removidas. Em seguida, os estudos foram selecionados em duas etapas

subsequentes. Primeiramente, os artigos foram selecionados pela análise de título e resumo. Em seguida, esses artigos selecionados foram lidos na íntegra e selecionados de acordo com os critérios de inclusão. Em todas as etapas, os artigos foram avaliados por dois revisores (RKTF e PCN). Nos casos de discordância, um terceiro revisor (RRL) foi consultado. Por fim, após a seleção final, a lista de referências desses estudos incluídos foi verificada em busca de estudos potenciais para esta revisão.

2.4 Extração de dados

Os dados sobre o autor, ano, desenho do estudo, características da amostra (como fonte, tamanho da amostra e idade), parâmetros de oclusão dentária, categoria esportiva, métodos de avaliação da performance esportiva, análise estatística e principais desfechos foram extraídos dos estudos incluídos. Os autores dos estudos incluídos foram contatados por e-mail para esclarecer dúvidas ou fornecer dados adicionais, quando necessário.

2.5 Risco de viés

Os estudos clínicos não randomizados incluídos nesta revisão foram avaliados com auxílio do instrumento ROBINS-I (STERNE; HERNÁN; REEVES; SAVOVIĆ *et al.*, 2016). A ferramenta ROBINS-I (risco de viés em estudos não randomizados de intervenções) é composta por três domínios principais para avaliação de viés: pré-intervenção, durante a intervenção e pós-intervenção. O risco de viés foi julgado para cada domínio e classificado em sua avaliação geral como baixo, moderado, grave, crítico ou sem informação para todos os estudos incluídos ([Tabela complementar 1](#)).

Estudos clínicos randomizados foram avaliados baseados nos critérios da ferramenta para avaliar o risco de viés denominada Rob 2.0 (STERNE; SAVOVIĆ; PAGE; ELBERS *et al.*, 2019). Esse instrumento encontra-se dividido em cinco domínios diferentes relacionados a diferentes aspectos dos estudos: (1) Processo de randomização, (2) Desvios do pretendidos intervenções, (3) Dados de resultados ausentes, (4) Medição do resultado e (5) Seleção dos resultados relatados. Cada domínio contém perguntas relacionadas à resposta como “Sim”, “Não”, “Provavelmente Sim” ou “Provavelmente não”. Após responder às perguntas, o domínio é avaliado como “Alto risco” se houver grandes problemas, “Risco Moderado” se houver problemas menores ou “Baixo risco” se não houver problemas.

2.6 Nível de evidência

O nível de evidência foi avaliado usando a ferramenta *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) (BALSHEM; HELFAND; SCHÜNEMANN; OXMAN *et al.*, 2011). Os estudos incluídos foram avaliados de acordo com seu risco de viés, inconsistência, indireto e imprecisão.

3. Resultados

3.1 Seleção de estudos

Um total de 272 registros foram detectados após pesquisas em bancos de dados eletrônicas. Após a remoção das duplicatas, 70 estudos tiveram seus títulos e resumos avaliados. Após essa fase, 8 artigos foram selecionados. Entre esses artigos, 3 estudos foram excluídos: um por ser relato de caso, outro por ser série de caso, e outro devido à avaliação de atletas com presença de DTM. Cinco estudos foram incluídos nesta revisão ([Figura 1](#)).

3.2 Características dos estudos incluídos

Em relação aos estudos selecionados, 4 eram estudos clínicos não randomizados (DIAS, A. A.; REDINHA, L. A.; SILVA, L. M.; PEZARAT-CORREIA, P. C., 2018; MANFREDI; LOMBARDO; BRAGAZZI; GRACCO *et al.*, 2009; PAE; YOO; NOH; PAEK *et al.*, 2013; WILLIAMS; CHACONAS; BADER, 1983) e um era estudo clínico randomizado piloto (LEROUX; LEROUX; MATON; RAVALEC *et al.*, 2018). O tamanho total da amostra variou de 7 a 23 indivíduos entre todos os estudos. A idade dos participantes variou entre 15 a 38 anos. Um dos estudos não informou a idade dos participantes (MANFREDI; LOMBARDO; BRAGAZZI; GRACCO *et al.*, 2009). A categoria e a modalidade esportiva foram variáveis: 2 estudos incluíram atletas categorizados em esportes coletivos e em modalidade que há interação com adversário ou com oposição direta (MANFREDI; LOMBARDO; BRAGAZZI; GRACCO *et al.*, 2009; WILLIAMS; CHACONAS; BADER, 1983); 3 estudos investigaram (DIAS, A. A.; REDINHA, L. A.; SILVA, L. M.; PEZARAT-CORREIA, P. C., 2018; LEROUX; LEROUX; MATON; RAVALEC *et al.*, 2018; PAE; YOO; NOH; PAEK *et al.*, 2013) atletas de esportes de categoria individual e em modalidade sem interação direta com adversário ([Tabela 1](#)).

Os parâmetros de oclusão ideal foram induzidos por placas oclusais. Apenas um dos estudos utilizou a alteração oclusão para inferir diferenças entre os atletas com distúrbios oclusais artificiais e oclusão dentária ideal (LEROUX; LEROUX; MATON; RAVALEC *et al.*, 2018). Em relação ao desempenho esportivo, a principal variável analisada foi força, e os métodos de avaliação foram variáveis ([Tabela 1](#)). Para avaliação dos dados, todos os estudos utilizaram estatísticas comparativas pareadas devido ao *design* experimental cruzado (estudo clínicos *crossover*). Como desfecho, 3 estudos indicaram que parâmetros ideais de oclusão dentária são fatores favoráveis para melhora do desempenho esportivo (LEROUX; LEROUX; MATON; RAVALEC *et al.*, 2018; PAE; YOO; NOH; PAEK *et al.*, 2013; WILLIAMS; CHACONAS; BADER, 1983).

3.3 Risco de viés

Na análise de risco de viés, usando a ferramenta ROBBINS-I, os estudos clínicos não randomizados foram considerados com moderado risco de viés ([Tabela 3](#)). Ao aplicar a ferramenta Rob 2.0 para estudos clínicos randomizados, o estudo de Leroux et al, (2018) também foi indicado com risco moderado de viés ([Figura 2](#)). Dentre os principais problemas observados refere-se a medição ou seleção dos resultados avaliados.

3.4 Nível de evidência

Um baixo nível de evidência foi observado entre os quatro ensaios clínicos que avaliaram o desempenho esportivo pela força, com 58 pacientes. Geralmente, a avaliação de certeza era classificada como muito baixo, devido à heterogeneidade clínica, diferenças associadas com as intervenções ou resultados na inconsistência. Além disso, existe uma imprecisão muito grave devido ao número de participantes menos de 400 ([Tabela 4](#)).

4. Discussão

A partir desta revisão sistemática, a qual incluiu 5 estudos clínicos, indica-se que parâmetros ideais de oclusão dentária podem ser fatores favoráveis para melhor performance esportiva (DIAS, A. A.; REDINHA, L. A.; SILVA, L. M.; PEZARAT-CORREIA, P. C., 2018; LEROUX; LEROUX; MATON; RAVALEC *et al.*, 2018; MANFREDI; LOMBARDO; BRAGAZZI; GRACCO *et al.*, 2009; RICKETTS, 1969; WILLIAMS; CHACONAS; BADER, 1983). Apesar disso, o baixo nível de evidência resultante de 4 estudos tomados em conjunto, não podem apoiar a precisão dos resultados sobre a melhoria do desempenho de atletas com intervenções oclusais.

Diversos estudos fornecem evidências sobre a possível associação entre oclusão dentária e desempenho esportivo (BALDINI, ALBERTO; NOTA, ALESSANDRO; TRIPODI, DOMENICO; LONGONI, SALVATORE *et al.*, 2013). No entanto, evidências na literatura ainda são controversas ou não conclusivas, considerando a complexidade de ambos os objetos de estudo e a falta de investigações bem delineadas para estabelecer a real correlação de efeito entre eles. Baseado nisso, nesta investigação, coletamos estudos com achados potenciais que testam a presença desta associação em atletas.

Objetivando responder as perguntas geradas na prática clínica e sintetizar a literatura existente, as revisões sistemáticas reúnem artigos com *designs* experimentais semelhantes, identificam e avaliam os dados científicos para reunir os mais relevantes (COOK; MULROW; HAYNES, 1997). As análises qualitativas são exploratórias acerca do nível de viés, e utilizadas para compreensão sobre um panorama geral de uma questão, facilitando a interpretação dos dados (SUTTON; AUSTIN, 2015). Adicionalmente a esse método, a ferramenta GRADE pode ser usada fazer recomendações para decisões clínicas de acordo à classificação do nível de evidência dos estudos incluído nas revisões (BALSHEM; HELFAND; SCHÜNNEMANN; OXMAN *et al.*, 2011).

Ao sumarizar as características dos estudos incluídos nesta revisão sistemática, nota-se que a temática é foco entre diversas localidades mundiais. É do continente Europeu a maior parcela das investigações (DIAS, A. A.; REDINHA, L. A.; SILVA, L. M.; PEZARAT-CORREIA, P. C., 2018; LEROUX; LEROUX; MATON; RAVALEC *et al.*, 2018; MANFREDI; LOMBARDO; BRAGAZZI; GRACCO *et al.*, 2009), seguido da América do Norte (WILLIAMS; CHACONAS; BADER, 1983) e Ásia (PAE; YOO; NOH; PAKK *et al.*, 2013). Paralelamente a essa característica da amostra, outro critério amostral destaca-se como o maior problema em todos os estudos, o tamanho amostral. O

número de indivíduos incluídos nos protocolos realizados varia de 7 a 23 participantes (15-38 anos de idade), e apenas um dos estudos realizou cálculo amostral (LEROUX; LEROUX; MATON; RAVALEC *et al.*, 2018) e, apesar disso, o estudo trata-se de uma investigação do tipo piloto e ainda não apresenta quantitativo de indivíduos ideal. Desse modo, questões referentes à inferência dos achados nesta revisão sistemática para a população tornam-se limitada principalmente pela ausência de métodos de amostragem associados ao tamanho amostral reduzido.

Em relação aos métodos de avaliação de performance esportiva, autores debatem que a metodologia para avaliar ou definir desempenho entre atletas de elite individuais não foi estabelecida na literatura científica e representa um desafio do mundo real para entidades esportivas ao avaliar objetivamente o desempenho (RAYSMITH; JACOBSSON; DREW; TIMPKA, 2019). Essa ausência de padronização também foi notada nos estudos incluídos nesta revisão. Dentre os 5 estudos, 4 avaliaram força como parâmetro de desempenho esportivo com diferentes métodos. Provavelmente, isso pode ser explicado pela também pluralidade das categorias esportivas avaliadas. Sabe-se que esportes coletivos de modalidade que há interação com adversário ou com oposição direta entre os atletas, como os incluídos (futebol americano e basquete), requerem maior treinamento de força e resistência aeróbica (GONZÁLEZ, 2004). Enquanto, que esportes de categoria individual e em modalidade sem interação direta com adversário, como o golfe e tiro esportivo, recrutam maiores habilidades cognitivas e controle postural (GONZÁLEZ, 2004). Assim, essas variáveis secundárias dificultam o estabelecimento de uma associação clara entre o melhor desempenho esportivo e os parâmetros ideais de oclusão dentária.

Quando avaliados os métodos realizados para intervir nos parâmetros oclusais dos atletas, constatou-se que a placa oclusal foi o método mais utilizado. Isso deve-se ao fato da capacidade da placa oclusal, ao induzir a relação cêntrica pelo posicionamento dentário, pode reposicionar a mandíbula e, conseqüente, o côndilo articular que assume uma posição mais anterossuperior na fossa articular (DIAS; REDINHA; MENDONÇA; PEZARAT-CORREIA, 2020). Desse modo, acredita-se que é possível atingir maior estabilidade postural por auxiliar o alinhamento dos planos do corpo humano: a região mais posterior da cabeça; escápula, nádegas e calcanhares (JULIÀ-SÁNCHEZ; ÁLVAREZ-HERMS; GATTERER; BURTSCHER *et al.*, 2015). Um desvio neste alinhamento induz perda da verticalidade resultando em compensações musculares que podem afetar o sistema musculoesquelético, o que refletiria negativamente a performance esportiva (RAYSMITH; JACOBSSON; DREW; TIMPKA, 2019).

Além disso, embora a associação seja estabelecida na maioria dos estudos aqui incluídos, uma avaliação metodológica dos artigos torna-se necessária para verificar se os resultados das pesquisas são suficientemente válidos produzir informações úteis. As análises da qualidade dos estudos indicaram que todos os estudos se classificam como risco moderado de viés. Os principais domínios classificados com viés moderado são referentes aos métodos de mensuração dos resultados.

Quanto ao nível de evidência dos estudos tomados em conjunto realizada pelo GRADE, foi considerada muito baixa ([Tabela 4](#)). Tal ferramenta avalia se a evidência da seleção do estudo é forte o suficiente para basear uma conclusão sobre a influência dos parâmetros oclusais no desempenho esportivo baseado na força. Parâmetros do GRADE consideram menos de 400 participantes como um qualificador ‘muito sério’ no problema de imprecisão (BALSHEM; HELFAND; SCHÜNEMANN; OXMAN *et al.*, 2011). Tamanhos de amostra maiores são importantes para observar adequadamente se a intervenção proposta foi realmente eficaz, eliminando assim a hipótese de um provável efeito placebo, ou ainda erro do tipo II.

No geral, conclui-se que, apesar da maioria dos resultados dos estudos sugerirem que a intervenção buscando parâmetros favoráveis de oclusão seja benéfica para o desempenho esportivo, principalmente na variável força, as evidências são inconsistentes e imprecisas. Mais estudos de intervenção com maior tamanho amostral; padronização das intervenções oclusais e mensurações da performance esportiva; e desenho de pesquisa adequados devem ser realizados.

Conflito de interesse

Os autores declaram que a pesquisa foi realizada na ausência de quaisquer relações comerciais ou financeiras que pudessem ser interpretadas como um potencial conflito de interesses.

Contribuições dos autores

RJTF e PCN contribuíram igualmente para o manuscrito. RJTF e PCN elaboraram o estudo e realizaram as buscas, extração de dados, avaliação da qualidade, análise dos resultados e elaboração do manuscrito, análise dos resultados e elaboração do manuscrito. RRL realizou supervisão do desenvolvimento do estudo e revisão final do manuscrito.

Financiamento

Agradecemos o apoio financeiro parcial da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001 e PROPESP-UFPA. Os financiadores não tiveram nenhum papel no desenho do estudo, decisão de publicar ou elaboração do manuscrito.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pará pelo apoio técnico e científico.

Referências

Allen CR, Dabbs NC, Zachary CS, Garner JC. 2014. The acute effect of a commercial bite-aligning mouthpiece on strength and power in recreationally trained men. *Journal of strength and conditioning research*. Feb;28:499-503. Epub 2013/11/23.

- 279 Baldini A, Nota A, Tripodi D, Longoni S, Tecco S. 2013. Dental occlusion and sports performance: A
280 critical review. *Gazzetta medica italiana*. 10/01;172:791-797.
- 281 Balshem H, Helfand M, Schünemann HJ, Oxman AD, Kunz R, Brozek J, Vist GE, Falck-Ytter Y,
282 Meerpohl J, Norris S, et al. 2011. GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. *Journal of*
283 *clinical epidemiology*. Apr;64:401-406. Epub 2011/01/07.
- 284 Cook DJ, Mulrow CD, Haynes RB. 1997. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical
285 decisions. *Annals of internal medicine*. Mar 1;126:376-380. Epub 1997/03/01.
- 286 D'Erme V, Basile M, Rampello A, Di Paolo C. 2012. Influence of occlusal splint on competitive
287 athletes performances. *Annali di stomatologia*.3:113-118. Epub 2012/01/14.
- 288 Dias A, Redinha L, Mendonça GV, Pezarat-Correia P. 2020. A systematic review on the effects of
289 occlusal splint therapy on muscle strength. *Cranio : the journal of craniomandibular practice*.
290 May;38:187-195. Epub 2018/08/07.
- 291 Dias AA, Redinha LA, Silva LM, Pezarat-Correia PC. 2018a. Effects of Dental Occlusion on Body
292 Sway, Upper Body Muscle Activity and Shooting Performance in Pistol Shooters. *Applied bionics*
293 *and biomechanics*. 2018/07/24;2018:9360103.
- 294 Dias AA, Redinha LA, Silva LM, Pezarat-Correia PC. 2018b. Effects of Dental Occlusion on Body
295 Sway, Upper Body Muscle Activity and Shooting Performance in Pistol Shooters. *Applied bionics*
296 *and biomechanics*.2018:9360103. Epub 2018/08/25.
- 297 Duddy FA, Weissman J, Lee RA, Sr., Paranjpe A, Johnson JD, Cohenca N. 2012. Influence of
298 different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: a
299 controlledrandomized trial. *Dental traumatology : official publication of International Association for*
300 *Dental Traumatology*. Aug;28:263-267. Epub 2012/01/26.
- 301 Fischer H, Weber D, Beneke R. 2017. No Improvement in Sprint Performance With a Neuromuscular
302 Fitted Dental Splint. *Int J Sports Physiol Perform*. Mar;12:414-417. Epub 2016/06/14.
- 303 Fujimoto M, Hayakawa L, Hirano S, Watanabe I. 2001. Changes in gait stability induced by alteration
304 of mandibular position. *Journal of medical and dental sciences*. 12/01;48:131-136.
- 305 González F. 2004. Sistema de classificação de esportes com base nos critérios: cooperação, interação
306 com o adversário, ambiente, desempenho comparado e objetivos táticos da ação. *Lecturas: Educación*
307 *física y deportes*, ISSN 1514-3465, N° 71, 2004. 01/01.
- 308 Isselée H, Asscherickx A, Mot B, Dankaerts W, Staes F, Deklerck J, De Neve J, Laet A. 2016. The
309 immediate effect of different mandibular positions on muscle force in the upper and lower limb: A
310 pilot study in asymptomatic subjects. *Physical Medicine and Rehabilitation Research*. 06/13;1:19-22.
- 311 Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Cirer-Sastre R, Corbi F, Burtscher M. 2019. The Influence of
312 Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. *Frontiers in physiology*.10:1626. Epub
313 2020/02/23.
- 314 Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Gatterer H, Burtscher M, Pagès T, Viscor G. 2015. Dental
315 Occlusion Influences the Standing Balance on an Unstable Platform. *Motor control*.
316 2015/10//;19:341-354.

- 317 Katona TR, Eckert GJ. 2017. The mechanics of dental occlusion and disclusion. Clinical biomechanics
318 (Bristol, Avon). Dec;50:84-91. Epub 2017/10/20.
- 319 Leroux E, Leroux S, Maton F, Ravalec X, Sorel O. 2018. Influence of dental occlusion on the athletic
320 performance of young elite rowers: a pilot study. Clinics (Sao Paulo, Brazil). Nov 29;73:e453. Epub
321 2018/12/06.
- 322 Manfredi M, Lombardo L, Bragazzi R, Gracco A, Siciliani G. Study about the explosive force variation
323 using occlusal bites; 2009.
- 324 Milani RS, De Perière DD, Lapeyre L, Pourreyron L. 2000. Relationship between dental occlusion and
325 posture. Cranio : the journal of craniomandibular practice. Apr;18:127-134. Epub 2001/02/24.
- 326 Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. 2009. Preferred reporting items for systematic reviews
327 and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS medicine. Jul 21;6:e1000097. Epub 2009/07/22.
- 328 Pae A, Yoo RK, Noh K, Paek J, Kwon KR. 2013. The effects of mouthguards on the athletic ability
329 of professional golfers. Dental traumatology : official publication of International Association for
330 Dental Traumatology. Feb;29:47-51. Epub 2012/03/06.
- 331 Raysmith BP, Jacobsson J, Drew MK, Timpka T. 2019. What Is Performance? A Scoping Review of
332 Performance Outcomes as Study Endpoints in Athletics. Sports (Basel, Switzerland). Mar 16;7. Epub
333 2019/03/20.
- 334 Ricketts RM. 1969. Occlusion--the medium of dentistry. The Journal of prosthetic dentistry. Jan;21:39-
335 60. Epub 1969/01/01.
- 336 Roettger M. 2009. Performance enhancement and oral appliances. Compend Contin Educ Dent.
337 JulAug;30 Spec No 2:4-8. Epub 2009/09/25.
- 338 Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, Henry D, Altman DG,
339 Ansari MT, Boutron I, et al. 2016. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised
340 studies of interventions. BMJ. Oct 12;355:i4919. Epub 2016/10/14.
- 341 Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, Cates CJ, Cheng HY, Corbett
342 MS, Eldridge SM, et al. 2019. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials.
343 BMJ. Aug 28;366:l4898. Epub 2019/08/30.
- 344 Sutton J, Austin Z. 2015. Qualitative Research: Data Collection, Analysis, and Management. Can J
345 Hosp Pharm. May-Jun;68:226-231.
- 346 Tardieu C, Dumitrescu M, Giraudeau A, Blanc JL, Cheynet F, Borel L. 2009. Dental occlusion and
347 postural control in adults. Neurosci Lett. Jan 30;450:221-224. Epub 2008/12/17.

346 Williams MO, Chaconas SJ, Bader P. 1983. The effect of mandibular position on appendage muscle
347 strength. The Journal of prosthetic dentistry. Apr;49:560-567. Epub 1983/04/01.
348

Tabelas

Tabela 1. Termos de buscas utilizados nas bases de dados

Base de dado	Formato da busca
PUBMED	#1 AND #2 #1 (((((((Dental Occlusion[MeSH Terms]) OR (Dental Occlusion[Title/Abstract])) OR (Occlusion, Dental[Title/Abstract])) OR (Dental Occlusions[Title/Abstract])) OR (Occlusions, Dental[Title/Abstract])) OR (Occlusal Plane[Title/Abstract])) OR (Occlusal Planes[Title/Abstract])) OR (Plane, Occlusal[Title/Abstract])) OR (Planes, Occlusal[Title/Abstract])) OR (Occlusal Guidance[Title/Abstract])) OR (Guidance, Occlusal[Title/Abstract])) OR (Occlusal Guidances[Title/Abstract])) #2 (((((((Athletic Performance[MeSH Terms]) OR (Athletic Performance[Title/Abstract])) OR (Athletic Performances[Title/Abstract])) OR (Performance, Athletic[Title/Abstract])) OR (Performances, Athletic[Title/Abstract])) OR (Sports Performance[Title/Abstract])) OR (Performance, Sports[Title/Abstract])) OR (Performances, Sports[Title/Abstract])) OR (Sports Performances[Title/Abstract]))
SCOPUS	#1 AND #2 #1 (TITLE-ABS-KEY ("Dental Occlusion") OR TITLE-ABS-KEY ("Occlusion, Dental") OR TITLE-ABS-KEY ("Dental Occlusions") OR TITLE-ABS-KEY ("Occlusions, Dental") OR TITLE-ABS-KEY ("Occlusal Plane") OR TITLE-ABS-KEY ("Occlusal Planes") OR TITLE-ABS-KEY ("Plane, Occlusal") OR TITLE-ABS-KEY ("Planes, Occlusal") OR TITLE-ABS-KEY ("Occlusal Guidance") OR TITLE-ABS-KEY ("Guidance, Occlusal") OR TITLE-ABS-KEY ("Occlusal Guidances")) #2 (TITLE-ABS-KEY ("Athletic Performance") OR TITLE-ABS-KEY ("Athletic Performances") OR TITLE-ABS-KEY ("Performance, Athletic") OR TITLE-ABS-KEY ("Performances, Athletic") OR TITLE-ABS-KEY ("Sports Performance") OR TITLE-ABS-KEY ("Performance, Sports") OR TITLE-ABS-KEY ("Performances, Sports") OR TITLE-ABS-KEY ("Sports Performances"))
#1 AND #2	
WEB OF SCIENCE	#1 TOPIC: ("Dental Occlusion") OR TOPIC: ("Occlusion, Dental") OR TOPIC: ("Dental Occlusions") OR TOPIC: ("Occlusions, Dental") OR TOPIC: ("Occlusal Plane") OR TOPIC: ("Occlusal Planes") OR TOPIC: ("Plane, Occlusal") OR TOPIC: ("Planes, Occlusal") OR TOPIC: ("Occlusal Guidance") OR TOPIC: ("Guidance, Occlusal") OR TOPIC: ("Occlusal Guidances") #2 TOPIC: ("Athletic Performance") OR TOPIC: ("Athletic Performances") OR TOPIC: ("Performance, Athletic") OR TOPIC: ("Performances, Athletic") OR TOPIC: ("Sports Performance") OR TOPIC: ("Performance, Sports") OR TOPIC: ("Performances, Sports") OR TOPIC: ("Sports Performances")
THE COCHRANE LIBRARY	
#1 AND #2	#1 "Dental Occlusion" OR "Occlusion, Dental" OR "Dental Occlusions" OR "Occlusions, Dental" OR "Occlusal Plane" OR "Occlusal Planes" OR "Plane, Occlusal" OR "Planes, Occlusal" OR "Occlusal Guidance" OR "Guidance, Occlusal" OR "Occlusal Guidances" in Title Abstract Keyword #2 "Athletic Performance" OR "Athletic Performances" OR "Performance, Athletic" OR "Performances, Athletic" OR "Sports Performance" OR "Performance, Sports" OR "Performances, Sports" OR "Sports Performances" in Title Abstract Keyword

LILACS	(tw:(“Dental Occlusion”)) OR (tw:(“Occlusion, Dental”)) OR (tw:(“Dental Occlusions”)) OR (tw:(“Occlusions, Dental”)) OR (tw:(“Occlusal Plane”)) OR (tw:(“Occlusal Planes”)) OR (tw:(“Plane, Occlusal”)) OR (tw:(“Planes, Occlusal”)) OR (tw:(“Occlusal Guidance”)) OR (tw:(“Guidance, Occlusal”)) OR (tw:(“Occlusal Guidances”)) AND (tw:(“Athletic Performance”)) OR (tw:(“Athletic Performances”)) OR (tw:(“Performance, Athletic”)) OR (tw:(“Performances, Athletic”)) OR (tw:(“Sports Performance”)) OR (tw:(“Performance, Sports”)) OR (tw:(“Performances, Sports”)) OR (tw:(“Sports Performances”))
--------	---

GOOGLE SCHOLAR

"dental occlusion" AND "athletic performance"

27

Oclusão Dentária e Performance Esportiva em Atletas

OPEN GREY

dental occlusion AND athletic performance

Tabela 2. Resumo das características e resultados dos estudos incluídos

Autor e ano	Tipo de estudo	Características da amostra				Parâmetros de Oclusão dentária	Método de avaliação do desempenho esportivo	Análise Estatística	Desfecho
		Fonte	Tamanho amostral (n)	Idade	Esporte				
Williams et al, 1983	Estudo clínico não randomizado	Universidade da Califórnia, Los Angeles (EUA)	Crtl: 23; Intervenção: 23 (cruzado)	19-22	Futebol americano	ROC, DVR e DVO induzidas por posicionadores mandibulares (Optosil®)	Força de braços (movimentos abdutores e adutores) e pernas (extensão e flexão ao redor do joelho) a partir de um dinamômetro isocinético	Teste t pareado*	Os resultados indicaram que a posição mandibular afeta a força muscular testada. Apesar do aumento da força pode ser reduzido, a diferença pode ser importante em esportes competitivos, onde as classificações finais são determinadas por pequenas margens.
Manfredi et al, 2009	Estudo clínico não randomizado	Time de Benetton Basketball Treviso, Itália (ITA)	Crtl: 15; Intervenção: 15 (cruzado)	NR	Basquete	ROC induzida por placa oclusal	Força explosiva avaliada através dos testes: salto de contra movimento e os saltos de rigidez unilateral e bilateral.	ANOVA de medidas repetidas*	O desempenho atlético dos atletas em ambos os grupos melhorou, conforme revelado pelo teste de salto com contramovimento, mas nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos

Pae et al, 2013	Estudo clínico não randomizado	Universidade Kyung Hee, Coréia do Sul (KOR)	Intervenção: 8 Ctrl:8 (cruzado)	20,5 (média)	Golfe	ROC induzida por placa oclusal	Velocidade da extremidade do taco durante o <i>swing</i> do atleta, a velocidade inicial da bola e o distância de condução	Teste t pareado*	A estabilização oclusal induzida por placas melhora a velocidade da extremidade do taco de um jogador de golfe e distância de condução
------------------------	--------------------------------	---	---------------------------------------	-----------------	-------	--------------------------------	--	------------------	--

Tabela 2. Resumo das características e resultados dos estudos incluídos (continuação)

Autor e ano	Tipo de estudo	Características da amostra				Parâmetros de Oclusão dentária	Método de avaliação do desempenho esportivo	Análise Estatística	Desfecho
		Fonte	Tamanho amostral (n)	Idade	Esporte				
Dias et al, 2018	Estudo clínico não randomizado	Lisboa (POR)	Crt:13; Intervenção: 13 (cruzado)	38,8 (média)	Tiro esportivo	ROC induzida por placa oclusal	Avaliação de membro superior que segura a pistola por eletromiografia; Oscilação corporal baseada na posição do centro de pressão a partir de plataforma de força	ANOVA de medidas repetidas ou Friedman*	As mudanças no estado de oclusão dentária induzido por placa oclusal não afeta a postura corporal, a atividade muscular dos membros superiores ou o desempenho do tiro em atiradores de pistola masculinos saudáveis

Leroux et al, 2018	Estudo clínico randomizado cruzado	Centro de Recursos, Especialização e Desempenho Esportivo (CREPS) de Watignies (FRA)	Crtl:7; Intervenção: 7 (cruzado)	15-17	Remo	Distúrbio oclusal artificial induzido por dispositivo interoclusal	Simetria de contração do músculo paravertebral e potência muscular	ANOVA de medidas repetidas*	Distúrbio oclusal induzem impactos negativos no desempenho atlético de jovens remadores de elite. A detecção de traços de má oclusão por monitoramento oclusal regular seria de grande interesse nesta população.
---------------------------	------------------------------------	--	----------------------------------	-------	------	--	--	-----------------------------	---

*Considerando diferença estatística se $p < 0.05$.

Crtl: Controle; ROC: relação de oclusão cêntrica; DVR: Dimensão Vertical de Repouso; DVO: Dimensão Vertical de Oclusão; NR: Não reportado.

Tabela 3. Avaliação de risco de viés de acordo com ROBBINS-I (STERNE et al., 2016).

Domínios								
Autor	Preintervention		Na intervenção		Pós-intervenção			
	Viés devido a confusão	Viés na seleção de participantes para o estudo	Viés na classificação de intervenções	Viés devido a desvios da intervenção pretendida	Viés devido a dados ausentes	Viés na medição de resultados	Viés na seleção do resultado relatado	Julgamento RoB geral
Williams et al, 1983	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Baixo	Moderado

Manfredi et al, 2009	Baixo	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Baixo	Moderado
Pae et al, 2013	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Baixo	Moderado	Baixo	Moderado
Dias et al, 2018	Baixo	Moderado	Baixo	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado

Tabela 4. Resumo narrativo de evidências (*The Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation – GRADE*).

Avaliação de certeza							Impacto	Certeza
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações		

Parâmetros de força em condições favoráveis de oclusão dentária

4	Ensaio clínico randomizado	grave	não grave	grave ^a	muito grave ^b	nenhum	4 estudos clínicos não-randomizados cruzados foram incluídos (58 participantes). 3 estudos demonstraram benefícios em parâmetros de força em atletas com condições favoráveis de oclusão.	⊕○○○ MUITO BAIXA
---	----------------------------	-------	-----------	--------------------	--------------------------	--------	---	------------------------

Explicações

a. Possível interferência de desfechos secundários

b. Existe uma imprecisão muito séria. O número de participantes inferior a 400.

O estudo de Pae et al, 2013 foi excluído dessa análise por não avaliar a variável força no desempenho esportivo

Figuras

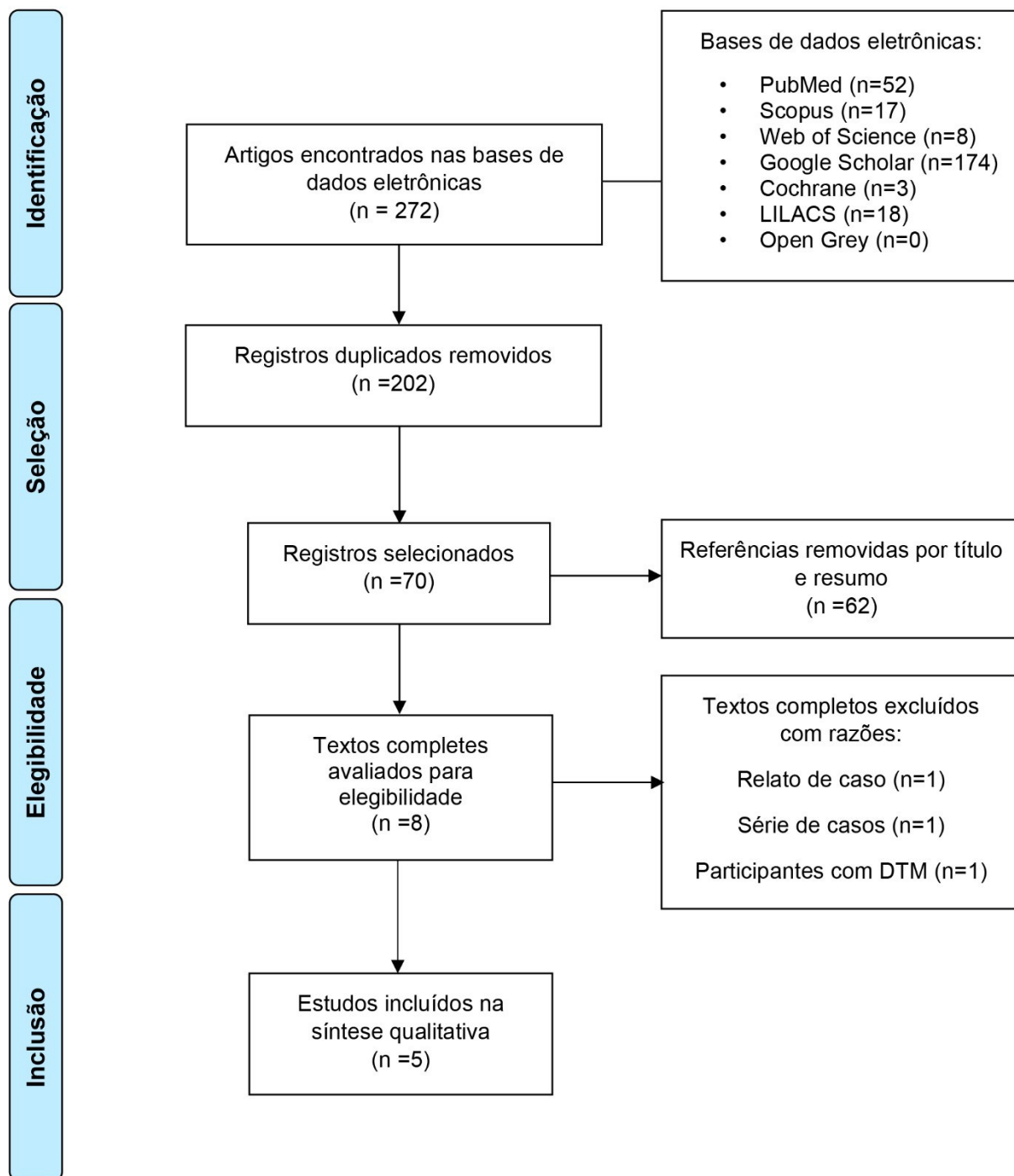


Figura 1. Diagrama de fluxo de pesquisa nas bases de dados de acordo com PRISMA Statement.(MOHER; LIBERATI; TETZLAFF; ALTMAN, 2009).

DTM: Disfunção Temporomandibular

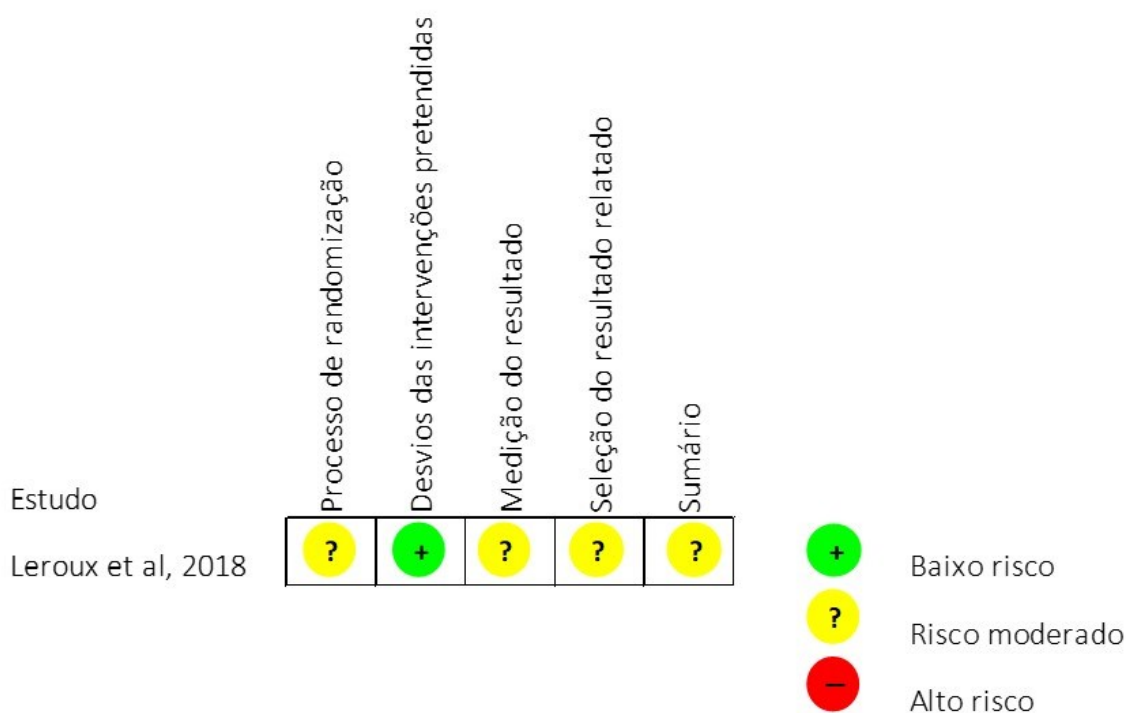


Figura 2. Risco de viés dos estudos incluídos, de acordo com a ferramenta *The Cochrane Collaboration's* para avaliar o risco de viés de estudo clínico randomizado.

Material Suplementar

Tabela complementar 1. Descrição para avaliação de risco de viés segundo ROBINS - I (STERNE et al., 2016)

Domínios	Descrição
Pre intervenção	
Viés devido a confusão	Confundimento da linha de base. Quando um ou mais fatores prognósticos pré-intervenção predizem a intervenção recebida na linha de base (início do acompanhamento). Confundidor variável com o tempo. Quando a intervenção recebida pode mudar ao longo do tempo e quando os fatores prognósticos pós-intervenção afetam a intervenção recebida após a linha de base.

Viés na seleção de participantes para o estudo	Quando a seleção de participantes está relacionada à intervenção e ao resultado. Viés de prazo de entrega. Quando algum tempo de acompanhamento é excluído da análise. Viés de tempo imortal. Quando as intervenções são definidas de forma que haja um período de acompanhamento durante o qual o resultado não pode ocorrer.
Na Intervenção	
Viés na classificação de intervenções	Quando o status da intervenção é classificado incorretamente. Classificação incorreta não diferencial. Não está relacionado com o resultado. Erro de classificação diferencial. Está relacionado ao resultado ou ao risco do resultado.
Pós-intervenção	
Viés devido ao desvio da intervenção pretendida	Quando há diferenças sistemáticas entre os grupos de intervenção e de comparação nos cuidados prestados.
Viés devido à falta de dados	Quando ocorrem atritos (perda de acompanhamento), consultas perdidas, coleta de dados incompleta e exclusão de participantes da análise pelos investigadores primários.
Viés na medição de resultados	Quando os resultados são classificados incorretamente ou medidos com erro. Erro de medição não diferencial. Não está relacionado com a intervenção recebida; pode ser sistemático ou aleatório
Viés na seleção do resultado relatado	O relato seletivo de resultados, que deve ser suficientemente relatado para permitir que a estimativa seja incluída em uma meta-análise (ou outra síntese), é considerado. Quando o relatório seletivo é baseado na direção, magnitude ou significância estatística das estimativas do efeito da intervenção. Relatórios de resultados seletivos. Quando a estimativa de efeito para uma medição de resultado foi selecionada entre as análises de múltiplas medições de resultado para o domínio de resultado. Relatórios de análise seletiva. Quando os resultados são selecionados a partir de efeitos de intervenção estimados de várias maneiras.
Julgamento para cada domínio	
RoB baixo	O estudo é comparável a um estudo randomizado bem executado com relação a este domínio.
RoB moderado	O estudo é válido para um estudo não randomizado com relação a este domínio, mas não pode ser considerado comparável a um estudo randomizado bem executado.
RoB sério	O estudo tem alguns problemas importantes neste domínio.
RoB crítico	O estudo é muito problemático neste domínio para fornecer qualquer evidência útil sobre os efeitos da intervenção.
Sem informação	Nenhuma informação para basear um julgamento sobre o risco de viés para este domínio.
Julgamento geral	
RoB baixo	Estudo é julgado ter baixo risco de viés em todos os domínios.

RoB moderado	O estudo é considerado de risco baixo ou moderado de viés para todos os domínios.
RoB sério	O estudo é considerado como estando em sério risco de viés em pelo menos um domínio, mas não em risco crítico de viés em qualquer domínio.
RoB crítico	O estudo é considerado em risco crítico de viés em pelo menos um domínio.
Sem informação	Nenhuma indicação clara de que o estudo corre risco sério ou crítico de parcialidade e há falta de informações em um ou mais domínios-chave de parcialidade (um julgamento é necessário para isso).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desta revisão sistemática conclui-se que, a oclusão dentária pode influenciar o equilíbrio corporal com consequências no desempenho esportivo, bem como a posição correta da mandíbula, a partir de contatos oclusais equilibrados, caracteriza-se como uma vantagem para os atletas em alguns estudos.

Entretanto, apesar da maioria dos resultados dos estudos sugerirem que a intervenção buscando parâmetros favoráveis de oclusão seja benéfica para o desempenho esportivo, principalmente na variável força, a evidência em geral, é inconsistente e imprecisa.

Desse modo, mais estudos de intervenção com maior tamanho amostral e padronização das intervenções oclusais e mensurações da performance esportiva devem ser realizados

REFERÊNCIAS

- ALLEN, C. R.; DABBS, N. C.; ZACHARY, C. S.; GARNER, J. C. The acute effect of a commercial bite-aligning mouthpiece on strength and power in recreationally trained men. **J Strength Cond Res**, 28, n. 2, p. 499-503, Feb 2014.
- ANDRADE, L. G. N.; DA SILVA, M. A.; LEITE, J. J. G.; DE CASTRO FILHO, C. S. J. R. D. A. Os desafios da odontologia no esporte: uma nova perspectiva: revisão de literatura. 6, n. 2, 2018.
- BALDINI, A.; NOTA, A.; TRIPODI, D.; LONGONI, S. *et al.* Dental occlusion and sports performance: A critical review. **Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche**, 172, n. 10, p. 791-797, 2013. Review.
- BALDINI, A.; NOTA, A.; TRIPODI, D.; LONGONI, S. *et al.* Dental occlusion and sports performance: A critical review. **Gazzetta medica italiana**, 172, p. 791-797, 10/01 2013.
- BALSHEM, H.; HELFAND, M.; SCHÜNEMANN, H. J.; OXMAN, A. D. *et al.* GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. **J Clin Epidemiol**, 64, n. 4, p. 401-406, Apr 2011.
- BECKMANN, J.; ELBE, A.-M. **Sport Psychological Interventions in Competitive Sports**. 2015. 1-4438-6519-2.
- BUDD, S.; EGEA, J. Dental Occlusion and Athletic Performance. *In*: SPRINGER, C. (Ed.). **Esporte e Saúde Bucal**.: Springer, 2017. cap. Dental Occlusion and Athletic Performance.
- CFO. RESOLUÇÃO CFO-160/2015. ODONTOLOGIA, C. F. d. 2015.
- COOK, D. J.; MULROW, C. D.; HAYNES, R. B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Ann Intern Med**, 126, n. 5, p. 376-380, Mar 1 1997.
- D'ERMES, V.; BASILE, M.; RAMPELLO, A.; DI PAOLO, C. Influence of occlusal splint on competitive athletes performances. **Annali di stomatologia**, 3, n. 3-4, p. 113-118, 2012.
- DIAS, A.; REDINHA, L.; MENDONÇA, G. V.; PEZARAT-CORREIA, P. A systematic review on the effects of occlusal splint therapy on muscle strength. **Cranio**, 38, n. 3, p. 187-195, May 2020.

DIAS, A. A.; REDINHA, L. A.; SILVA, L. M.; PEZARAT-CORREIA, P. C. Effects of Dental Occlusion on Body Sway, Upper Body Muscle Activity and Shooting Performance in Pistol Shooters. **Applied Bionics and Biomechanics**, 2018, p. 9360103, 2018/07/24 2018.

DIAS, A. A.; REDINHA, L. A.; SILVA, L. M.; PEZARAT-CORREIA, P. C. Effects of Dental Occlusion on Body Sway, Upper Body Muscle Activity and Shooting Performance in Pistol Shooters. **Appl Bionics Biomech**, 2018, p. 9360103, 2018.

DUDDY, F. A.; WEISSMAN, J.; LEE, R. A., Sr.; PARANJPE, A. *et al.* Influence of different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: a controlled-randomized trial. **Dent Traumatol**, 28, n. 4, p. 263-267, Aug 2012.

FISCHER, H.; WEBER, D.; BENEKE, R. No Improvement in Sprint Performance With a Neuromuscular Fitted Dental Splint. **Int J Sports Physiol Perform**, 12, n. 3, p. 414417, Mar 2017.

FRONTERA, W. R. CHAPTER 1 - An Overview of Sports Medicine. *In*: FRONTERA, W. R.; HERRING, S. A., *et al* (Ed.). **Clinical Sports Medicine**. Edinburgh: W.B. Saunders, 2007. p. 3-6.

FUJIMOTO, M.; HAYAKAWA, L.; HIRANO, S.; WATANABE, I. Changes in gait stability induced by alteration of mandibular position. **Journal of medical and dental sciences**, 48, p. 131-136, 12/01 2001.

GANGLOFF, P.; LOUIS, J.-P.; PERRIN, P. P. Dental occlusion modifies gaze and posture stabilization in human subjects. **Neuroscience Letters**, 293, n. 3, p. 203-206, 2000/11/03/ 2000.

GOLEM, D. L.; DAVITT, P. M.; ARENT, S. M. The effects of over-the-counter jawrepositioning mouthguards on aerobic performance. **J Sports Med Phys Fitness**, 57, n. 6, p. 865-871, Jun 2017.

GONZÁLEZ, F. Sistema de classificação de esportes com base nos critérios: cooperação, interação com o adversário, ambiente, desempenho comparado e objetivos táticos da ação. **Lecturas: Educación física y deportes, ISSN 1514-3465, Nº. 71, 2004**, 01/01 2004.

ISSELÉE, H.; ASSCHERICKX, A.; MOT, B.; DANKAERTS, W. *et al.* The immediate effect of different mandibular positions on muscle force in the upper and lower limb: A pilot study in asymptomatic subjects. **Physical Medicine and Rehabilitation Research**, 1, p. 19-22, 06/13 2016.

JULIÀ-SÁNCHEZ, S.; ÁLVAREZ-HERMS, J.; CIRER-SASTRE, R.; CORBI, F. *et al.* The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. **Front Physiol**, 10, p. 1626, 2019.

JULIÀ-SÁNCHEZ, S.; ÁLVAREZ-HERMS, J.; CIRER-SASTRE, R.; CORBI, F. *et al.* The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. 10, n. 1626, 2020-January-31 2020. Original Research.

JULIÀ-SÁNCHEZ, S.; ÁLVAREZ-HERMS, J.; GATTERER, H.; BURTSCHER, M. *et al.* Dental Occlusion Influences the Standing Balance on an Unstable Platform. **Motor control**, 19, n. 4, p. 341-354, 2015/10// 2015.

JULIA, S.; JESÚS, A.-H.; GATTERER, H.; BURTSCHER, M. *et al.* Dental Occlusion Influences the Standing Balance on an Unstable Platform. **Motor Control**, 2015, 02/12 2015.

KATONA, T. R.; ECKERT, G. J. The mechanics of dental occlusion and disclusion. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, 50, p. 84-91, Dec 2017.

KELLMANN, M.; BERTOLLO, M.; BOSQUET, L.; BRINK, M. *et al.* Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. **Int J Sports Physiol Perform**, 13, n. 2, p. 240-245, Feb 1 2018.

LEJOYEUX, E. Lateral functional shift of the mandible and facial asymmetry. **Archives de pédiatrie : organe officiel de la Société française de pédiatrie**, 17, p. 985-986, 06/01 2010.

LEROUX, E.; LEROUX, S.; MATON, F.; RAVALEC, X. *et al.* Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study. **Clinics (Sao Paulo)**, 73, p. e453, Nov 29 2018.

MANFREDI, M.; LOMBARDO, L.; BRAGAZZI, R.; GRACCO, A. *et al.*, 2009, **Study about the explosive force variation using occlusal bites.**

MICHAEL, K.; MAURIZIO, B.; LAURENT, B.; MICHEL, B. *et al.* Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 13, n. 2, p. 240-245, 2020.

MILANI, R. S.; DE PERIÈRE, D. D.; LAPEYRE, L.; POURREYRON, L. Relationship between dental occlusion and posture. **Cranio**, 18, n. 2, p. 127-134, Apr 2000.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS Med**, 6, n. 7, p. e1000097, Jul 21 2009.

PAE, A.; YOO, R. K.; NOH, K.; PAEK, J. *et al.* The effects of mouthguards on the athletic ability of professional golfers. **Dent Traumatol**, 29, n. 1, p. 47-51, Feb 2013.

PASTORE, G. U.; MOREIRA, M.; BASTOS, R.; GALOTTI, M. *et al.* SPORTS DENTISTRY-AN INNOVATIVE PROPOSAL. 23, n. 2, p. 147-151, 2017.

RAYSMITH, B. P.; JACOBSSON, J.; DREW, M. K.; TIMPKA, T. What Is Performance? A Scoping Review of Performance Outcomes as Study Endpoints in Athletics. **Sports (Basel)**, 7, n. 3, Mar 16 2019.

RICKETTS, R. M. Occlusion--the medium of dentistry. **J Prosthet Dent**, 21, n. 1, p. 39-60, Jan 1969.

ROETTGER, M. Performance enhancement and oral appliances. **Compend Contin Educ Dent**, 30 Spec No 2, p. 4-8, Jul-Aug 2009.

STERNE, J. A.; HERNÁN, M. A.; REEVES, B. C.; SAVOVIĆ, J. *et al.* ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. **Bmj**, 355, p. i4919, Oct 12 2016.

STERNE, J. A. C.; SAVOVIĆ, J.; PAGE, M. J.; ELBERS, R. G. *et al.* RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. **Bmj**, 366, p. l4898, Aug 28 2019.

SUTTON, J.; AUSTIN, Z. Qualitative Research: Data Collection, Analysis, and Management. **The Canadian journal of hospital pharmacy**, 68, n. 3, p. 226-231, May-Jun 2015.

TARDIEU, C.; DUMITRESCU, M.; GIRAUDEAU, A.; BLANC, J. L. *et al.* Dental occlusion and postural control in adults. **Neurosci Lett**, 450, n. 2, p. 221-224, Jan 30 2009.

THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. **Med Sci Sports Exerc**, 48, n. 3, p. 543-568, Mar 2016.

WAGSTAFF, C. R.; GILMORE, S.; THELWELL, R. C. Sport medicine and sport science practitioners' experiences of organizational change. **Scand J Med Sci Sports**, 25, n. 5, p. 685-698, Oct 2015.

WILLIAMS, M. O.; CHACONAS, S. J.; BADER, P. The effect of mandibular position on appendage muscle strength. **J Prosthet Dent**, 49, n. 4, p. 560-567, Apr 1983.

Manuscript Formatting Guidelines

1. General standards

1.1. Article Type

Frontiers requires authors to carefully select the appropriate article type for their manuscript and to comply with the article type descriptions defined in the journal's "Article Types" page, which can be seen from the "For Authors" menu on any Frontiers journal page. Please pay close attention to the word count limits.

1.2. Templates

If working with Word please use our [Frontiers Word templates](#). If you wish to submit your article as LaTeX, we recommend our [Frontiers LaTeX templates](#).

For LaTeX files, please ensure all relevant manuscript files are uploaded: .tex file, PDF, and .bib file (if the bibliography is not already included in the .tex file).

During the [Interactive Review](#), authors are encouraged to upload versions using "Track Changes." Editors and reviewers can only download the PDF file of the submitted manuscript.

1.3. Manuscript Length

Frontiers encourages the authors to closely follow the article word count lengths given in the "Article Types" page of the journals. The manuscript length includes only the main body of the text, footnotes, and all citations within it, and excludes the abstract, section titles, figure and table captions, funding statement, acknowledgments, and references in the bibliography. Please indicate the number of words and the number of figures and tables included in your manuscript on the first page.

1.4. Language Editing

Frontiers requires manuscripts submitted to meet international English language standards to be considered for publication.

For authors who would like their manuscript to receive language editing or proofreading to improve the clarity of the manuscript and help highlight their research, Frontiers recommends the language-editing services provided by the following external partners:

Editage

Frontiers is pleased to recommend the language-editing service provided by our external partner Editage to authors who believe their manuscripts would benefit from professional editing. These services may be particularly useful for researchers for whom English is not the primary language. They can help to improve the grammar, syntax, and flow of your manuscript prior to submission. Frontiers authors will receive a 10% discount by visiting the following link: <https://editage.com/frontiers/>.

The Charlesworth Group

Frontiers recommends the Charlesworth Group's author services, who has a longstanding track record in language editing and proofreading. This is a third-party service for which Frontiers authors will receive a 10% discount by visiting the following link: <https://www.cwauthors.com/frontiers/>.

Frontiers 推荐您使用在英语语言编辑和校对领域具有悠久历史和良好口碑的查尔斯沃思作者服务。此项服务由第三方为您提供，Frontiers 中国作者通过此链接提交稿件时可获得 10%的特别优惠: www.cwauthors.com.cn/frontiers/.

Note that sending your manuscript for language editing does not imply or guarantee that it will be accepted for publication by a Frontiers journal. Editorial decisions on the scientific content of a manuscript are independent of whether it has received language editing or proofreading by the partner services, or other services.

1.5. Language Style

The default language style at Frontiers is American English. If you prefer your article to be formatted in British English, please specify this on the first page of your manuscript. For any questions regarding style, Frontiers recommends authors to consult the Chicago Manual of Style.

1.6. Search Engine Optimization (SEO)

There are a few simple ways to maximize your article's discoverability. Follow the steps below to improve search results of your article:

include a few of your article's keywords in the title of the article; do

not use long article titles;

pick 5 to 8 keywords using a mix of generic and more specific terms on the article subject(s); use the maximum amount of keywords in the first 2 sentences of the abstract; use some of the keywords in level 1 headings.

1.7. CrossMark Policy

[CrossMark](#) is a multi-publisher initiative to provide a standard way for readers to locate the current version of a piece of content. By applying the CrossMark logo Frontiers is committed to maintaining the content it publishes and to alerting readers to changes if and when they occur. Clicking on the CrossMark logo will tell you the current status of a document and may also give you additional publication record information about the document.

1.8. Title

The title should be concise, omitting terms that are implicit and, where possible, be a statement of the main result or conclusion presented in the manuscript. Abbreviations should be avoided within the title.

Witty or creative titles are welcome, but only if relevant and within measure. Consider if a title meant to be thought-provoking might be misinterpreted as offensive or alarming. In extreme cases, the editorial office may veto a title and propose an alternative.

Authors should try to avoid, if possible: titles that are a

mere question without giving the answer;

unambitious titles, for example starting with "Towards," "A description of," "A characterization of," "Preliminary study on;"

vague titles, for example starting with "Role of...," "Link between...," "Effect of..." that do not specify the role, link, or effect;

include terms that are out of place, for example the taxonomic affiliation apart from species name.

For Corrigenda, Book Reviews, General Commentaries, and Editorials, the title of your manuscript should have the following format:

"Corrigendum: Title of Original Article"

"Book Review: Title of Book"

General Commentaries

"Commentary: Title of Original Article"

"Response: Commentary: Title of Original Article"

"Editorial: Title of Research Topic"

The running title should be a maximum of 5 words in length.

1.9. Authors and Affiliations

All names are listed together and separated by commas. Provide exact and correct author names as these will be indexed in official archives. Affiliations should be keyed to the author's name with superscript numbers and be listed as follows: Laboratory, Institute, Department, Organization, City, State abbreviation (only for United States, Canada, and Australia), and Country (without detailed address information such as city zip codes or street names).

Example: Max Maximus ¹

¹ Department of Excellence, International University of Science, New York, NY, United States.

The Corresponding Author(s) should be marked with an asterisk in the author list. Provide the exact contact email address of the corresponding author(s) in a separate section.

Correspondence: Max

Maximus

maximus@iuscience.edu

If any authors wish to include a change of address, list the present address(es) below the correspondence details using a unique superscript symbol keyed to the author(s) in the author list.

1.10. Consortium/Group and Collaborative Authors

Consortium/group authorship should be listed in the manuscript with the other author(s).

In cases where authorship is retained by the consortium/group, the consortium/group should be listed as an author separated by “,” or “and,”. The consortium/group name will appear in the author list, in the citation, and in the copyright. If provided, the consortium/group members will be listed in a separate section at the end of the article.

For the collaborators of the consortium/group to be indexed in PubMed, they do not have to be inserted in the Frontiers submission system individually. However, in the manuscript itself, provide a section with the name of the consortium/group as the heading followed by the list of collaborators, so they can be tagged accordingly and indexed properly.

Example: John Smith, Barbara Smith and The Collaborative Working Group.

In cases where work is presented by the author(s) on behalf of a consortium/group, it should be included in the author list separated with the wording “for” or “on behalf of.” The consortium/group will not retain authorship and will only appear in the author list.

Example: John Smith and Barbara Smith on behalf of The Collaborative Working Group.

1.11. Abstract

As a primary goal, the abstract should render the general significance and conceptual advance of the work clearly accessible to a broad readership. In the abstract, minimize the use of abbreviations and do not cite references, figures or tables.

For Clinical Trial articles, please include the Unique Identifier and the URL of the publicly accessible website on which the trial is registered.

1.12. Keywords

All article types require a minimum of 5 and a maximum of 8 keywords.

1.13. Text

The entire document should be single-spaced and must contain page and line numbers in order to facilitate the review process. The manuscript should be written using either Word or LaTeX. For templates, see [1.2. Templates](#).

1.14. Nomenclature

The use of abbreviations should be kept to a minimum. Non-standard abbreviations should be avoided unless they appear at least four times, and defined upon first use in the main text. Consider also giving a list of non-standard abbreviations at the end, immediately before the Acknowledgments.

Equations should be inserted in editable format from the equation editor.

Italicize gene symbols and use the approved gene nomenclature where it is available. For human genes, please refer to the HUGO Gene Nomenclature Committee ([HGNC](#)). New gene symbols should be submitted [here](#). Common alternative gene aliases may also be reported, but should not be used alone in place of the HGNC symbol. Nomenclature committees for other species are listed [here](#). Protein products are not italicized.

We encourage the use of Standard International Units in all manuscripts.

Chemical compounds and biomolecules should be referred to using systematic nomenclature, preferably using the recommendations by IUPAC.

Astronomical objects should be referred to using the nomenclature given by the International Astronomical Union provided [here](#).

Life Science Identifiers (LSIDs) for ZOOBANK registered names or nomenclatural acts should be listed in the manuscript before the keywords. An LSID is represented

as a uniform resource name (URN) with the following format:
urn:lsid:<Authority>:<Namespace>:<ObjectID>[:<Version>]

For more information on LSIDs please see the [Code](#) section.

1.15. Sections

The manuscript is organized by headings and subheadings. The section headings should be those appropriate for your field and the research itself. You may insert up to 5 heading levels into your manuscript (i.e.,: 3.2.2.1.2 Heading Title).

For Original Research articles, it is recommended to organize your manuscript in the following sections or their equivalents for your field:

INTRODUCTION

Succinct, with no subheadings.

MATERIALS AND METHODS

This section may be divided by subheadings and should contain sufficient detail so that when read in conjunction with cited references, all procedures can be repeated. For experiments reporting results on animal or human subject research, an ethics approval statement should be included in this section (for further information, see the [Bioethics](#) section.)

RESULTS

This section may be divided by subheadings. Footnotes should not be used and must be transferred to the main text.

DISCUSSION

This section may be divided by subheadings. Discussions should cover the key findings of the study: discuss any prior research related to the subject to place the novelty of the discovery in the appropriate context, discuss the potential shortcomings and limitations on their interpretations, discuss their integration into the current understanding of the problem and how this advances the current views, speculate on the future direction of the research, and freely postulate theories that could be tested in the future.

For further information, please check the descriptions defined in the journal's "Article Types" page, which can be seen from the "For Authors" menu on any Frontiers journal page.

1.16. Acknowledgments

This is a short text to acknowledge the contributions of specific colleagues, institutions, or agencies that aided the efforts of the authors. Should the content of

the manuscript have previously appeared online, such as in a thesis or preprint, this should be mentioned here, in addition to listing the source within the reference list.

1.17. Contribution to the Field Statement

When you submit your manuscript, you will be required to briefly summarize in 200 words your manuscript's contribution to, and position in, the existing literature in your field. This should be written avoiding any technical language or non-standard acronyms. The aim should be to convey the meaning and importance of this research to a non-expert. While Frontiers evaluates articles using objective criteria, rather than impact or novelty, your statement should frame the question(s) you have addressed in your work in the context of the current body of knowledge, providing evidence that the findings—whether positive or negative—contribute to progress in your research discipline. This will assist the Chief Editors to determine whether your manuscript fits within the scope of a specialty as defined in its mission statement; a detailed statement will also facilitate the identification of the editors and reviewers most appropriate to evaluate your work, ultimately expediting your manuscript's initial consideration.

Example Statement on: Markram K and Markram H (2010) The Intense World Theory – a unifying theory of the neurobiology of autism. *Front. Hum. Neurosci.* 4:224. doi: 10.3389/fnhum.2010.00224

Autism spectrum disorders are a group of neurodevelopmental disorders that affect up to 1 in 100 individuals. People with autism display an array of symptoms encompassing emotional processing, sociability, perception and memory, and present as uniquely as the individual. No theory has suggested a single underlying neuropathology to account for these diverse symptoms. The Intense World Theory, proposed here, describes a unifying pathology producing the wide spectrum of manifestations observed in autists. This theory focuses on the neocortex, fundamental for higher cognitive functions, and the limbic system, key for processing emotions and social signals. Drawing on discoveries in animal models and neuroimaging studies in individuals with autism, we propose how a combination of genetics, toxin exposure and/or environmental stress could produce hyper-reactivity and hyper-plasticity in the microcircuits involved with perception, attention, memory and emotionality. These hyper-functioning circuits will eventually come to dominate their neighbors, leading to hyper-sensitivity to incoming stimuli, over-specialization in tasks and a hyper-preference syndrome. We make the case that this theory of enhanced brain function in autism explains many of the varied past results and resolves conflicting findings and views and makes some testable experimental predictions.

2. Figure and Table Guidelines

2.1. CC-BY Licence

All figures, tables, and images will be published under a [Creative Commons CC-BY licence](#), and permission must be obtained for use of copyrighted material from other sources (including re-published/adapted/modified/partial figures and images from the internet). It is the responsibility of the authors to acquire the licenses, follow any citation instructions requested by third-party rights holders, and cover any supplementary charges.

For additional information, please see the [Image Manipulation](#) section.

2.2. Figure Requirements and Style Guidelines

Frontiers requires figures to be submitted individually, in the same order as they are referred to in the manuscript; the figures will then be automatically embedded at the end of the submitted manuscript. Kindly ensure that each figure is mentioned in the text and in numerical order.

For figures with more than one panel, panels should be clearly indicated using labels (A), (B), (C), (D), etc. However, do not embed the part labels over any part of the image, these labels will be replaced during typesetting according to Frontiers' journal style. For graphs, there must be a self-explanatory label (including units) along each axis.

For LaTeX files, figures should be included in the provided PDF. In case of acceptance, our Production Office might require high-resolution files of the figures included in the manuscript in EPS, JPEG or TIF/TIFF format.

In order to be able to upload more than one figure at a time, save the figures (labeled in order of appearance in the manuscript) in a zip file and upload them as 'Supplementary Material Presentation.'

Please note that figures not in accordance with the guidelines will cause substantial delay during the production process.

2.2.1. Captions

Captions should be preceded by the appropriate label, for example "Figure 1." Figure captions should be placed at the end of the manuscript. Figure panels are referred to by bold capital letters in brackets: (A), (B), (C), (D), etc.

2.2.2. Image Size and Resolution Requirements

Figures should be prepared with the PDF layout in mind. Individual figures should not be longer than one page and with a width that corresponds to 1 column (85 mm) or 2 columns (180 mm).

All images must have a resolution of 300 dpi at final size. Check the resolution of your figure by enlarging it to 150%. If the image appears blurry, jagged or has a stairstepped effect, the resolution is too low.

The text should be legible and of high quality. The smallest visible text should be no less than 8 points in height when viewed at actual size.

Solid lines should not be broken up. Any lines in the graphic should be no smaller than 2 points wide.

Please note that saving a figure directly as an image file (JPEG, TIF) can greatly affect the resolution of your image. To avoid this, one option is to export the file as PDF, then convert into TIFF or EPS using a graphics software.

2.2.3. Format and Color Image Mode

The following formats are accepted: TIF/TIFF (.tif/.tiff), JPEG (.jpg), and EPS (.eps) (upon acceptance).

Images must be submitted in the color mode RGB.

2.2.4. Chemical Structures

Chemical structures should be prepared using ChemDraw or a similar program. If working with ChemDraw please use our [Frontiers ChemDraw template](#). If working with another program please follow the guidelines given below:

Drawing settings: chain angle, 120° bond spacing, 18% width; fixed length, 14.4 pt; bold width, 2.0 pt; line width, 0.6 pt; margin width, 1.6 pt; hash spacing, 2.5 pt. Scale 100% Atom Label settings: font, Arial; size, 8 pt.

Assign all chemical compounds a bold, Arabic numeral in the order in which the compounds are presented in the manuscript text.

2.3. Table Requirements and Style Guidelines

Tables should be inserted at the end of the manuscript in an editable format. If you use a word processor, build your table in Word. If you use a LaTeX processor, build your table in LaTeX. An empty line should be left before and after the table.

Table captions must be placed immediately before the table. Captions should be preceded by the appropriate label, for example "Table 1." Please use only a single paragraph for the caption.

Kindly ensure that each table is mentioned in the text and in numerical order.

Please note that large tables covering several pages cannot be included in the final PDF for formatting reasons. These tables will be published as supplementary material.

Please note that tables which are not according to the guidelines will cause substantial delay during the production process.

2.4. Accessibility

Frontiers encourages authors to make the figures and visual elements of their articles accessible for the visually impaired. An effective use of color can help people with low visual acuity, or color blindness, understand all the content of an article.

These guidelines are easy to implement and are in accordance with the [W3C Web Content Accessibility Guidelines \(WCAG 2.1\)](#), the standard for web accessibility best practices.

A. Ensure sufficient contrast between text and its background

People who have low visual acuity or color blindness could find it difficult to read text with low contrast background color. Try using colors that provide maximum contrast.

WC3 recommends the following contrast ratio levels:

Level AA, contrast ratio of at least 4.5:1

Level AAA, contrast ratio of at least 7:1

Level AA

Contrast ratio 4.6:1

You can verify the contrast ratio of your palette with these online ratio checkers:

[WebAIM](#)

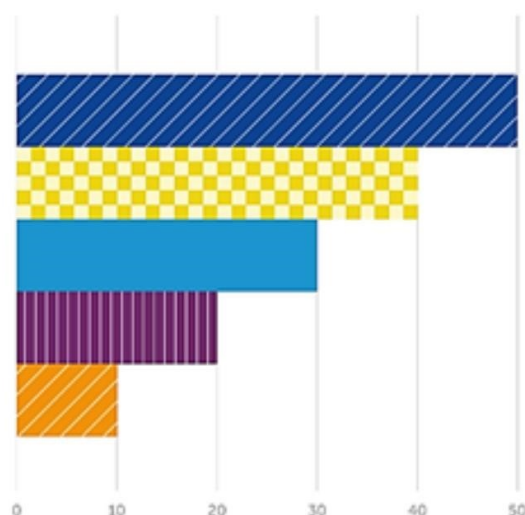
[Color Safe](#)

B. Avoid using red or green indicators

More than 99% of color-blind people have a red-green color vision deficiency.

C. Avoid using only color to communicate information

Elements with complex information like charts and graphs can be hard to read when only color is used to distinguish the data. Try to use other visual aspects to communicate information, such as shape, labels, and size. Incorporating patterns into the shape fills also make differences clearer; for an example please see below:



3. Supplementary Material

Data that are not of primary importance to the text, or which cannot be included in the article because they are too large or the current format does not permit it (such as videos, raw data traces, powerpoint presentations, etc.), can be uploaded as Supplementary Material during the submission procedure and will be displayed along with the published article. All supplementary files are deposited to Figshare for permanent storage and receive a DOI.

Supplementary Material is not typeset, so please ensure that all information is clearly presented without tracked changes/highlighted text/line numbers, and the appropriate caption is included in the file. To avoid discrepancies between the published article and the supplementary material, please do not add the title, author list, affiliations or correspondence in the supplementary files.

The Supplementary Material can be uploaded as Data Sheet (Word, Excel, CSV, CDX, FASTA, PDF or Zip files), Presentation (PowerPoint, PDF or Zip files), Image (CDX, EPS, JPEG, PDF, PNG or TIF/TIFF), Table (Word, Excel, CSV or PDF), Audio (MP3, WAV or WMA) or Video (AVI, DIVX, FLV, MOV, MP4, MPEG, MPG or WMV).

For Supplementary Material templates (LaTeX and Word), see our [Supplementary Material templates](#).

4. References

All citations in the text, figures or tables must be in the reference list and vice-versa.

The names of the first six authors followed by et al. and the DOI (when available) should be provided.

The reference list should only include articles that are published or accepted.

Unpublished data, submitted manuscripts or personal communications should be cited within the text only, for the article types that allow such inclusions.

For accepted but unpublished works use "in press" instead of page numbers.

Data sets that have been deposited to an online repository should be included in the reference list. Include the version and unique identifier when available.

Personal communications should be documented by a letter of permission.

Website URLs should be included as footnotes.

Any inclusion of verbatim text must be contained in quotation marks and clearly reference the original source.

Preprints can be cited as long as a DOI or archive URL is available, and the citation clearly mentions that the contribution is a preprint. If a peer-reviewed journal publication for the same preprint exists, the official journal publication is the preferred source. See the [Preprints](#) section for more information.

4.1. Science, Engineering and Humanities Journals

4.1.1. In-text Citations

For works by a single author, include the surname, followed by the year.

For works by two authors, include both surnames, followed by the year.

For works by more than two authors, include only the surname of the first author followed by et al., followed by the year.

For Humanities and Social Sciences articles, include the page numbers.

4.1.2. Reference List

ARTICLE IN A PRINT JOURNAL

Sondheimer, N., and Lindquist, S. (2000). Rnq1: an epigenetic modifier of protein function in yeast. *Mol. Cell.* 5, 163-172.

ARTICLE IN AN ONLINE JOURNAL

Tahimic, C.G.T., Wang, Y., Bikle, D.D. (2013). Anabolic effects of IGF-1 signaling on the skeleton. *Front. Endocrinol.* 4:6. doi: 10.3389/fendo.2013.00006

ARTICLE OR CHAPTER IN A BOOK

Sorenson, P. W., and Caprio, J. C. (1998). "Chemoreception," in *The Physiology of Fishes*, ed. D. H. Evans (Boca Raton, FL: CRC Press), 375-405.

BOOK

Cowan, W. M., Jessell, T. M., and Zipursky, S. L. (1997). *Molecular and Cellular Approaches to Neural Development*. New York: Oxford University Press.

ABSTRACT

Hendricks, J., Applebaum, R., and Kunkel, S. (2010). A world apart? Bridging the gap between theory and applied social gerontology. *Gerontologist* 50, 284-293. Abstract retrieved from Abstracts in Social Gerontology database. (Accession No. 50360869)

WEBSITE

World Health Organization. (2018). E. coli. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/e-coli> [Accessed March 15, 2018].

PATENT

Marshall, S. P. (2000). Method and apparatus for eye tracking and monitoring pupil dilation to evaluate cognitive activity. U.S. Patent No 6,090,051. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

DATA

Perdiguerro P, Venturas M, Cervera MT, Gil L, Collada C. Data from: Massive sequencing of Ulms minor's transcriptome provides new molecular tools for a genus under the constant threat of Dutch elm disease. Dryad Digital Repository. (2015) <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.ps837>

THESES AND DISSERTATIONS

Smith, J. (2008) Post-structuralist discourse relative to phenomenological pursuits in the deconstructivist arena. [dissertation/master's thesis]. [Chicago (IL)]: University of Chicago

PREPRINT

Smith, J. (2008). Title of the document. Preprint repository name [Preprint]. Available at: <https://persistent-url> (Accessed March 15, 2018).

4.1.3. Resources

[Chicago Manual of Style](#)

[Frontiers Science Endnote Style](#)

[Frontiers Science, Engineering and Humanities Bibstyle](#)

4.2. Health, Physics, and Mathematics Journals

4.2.1. In-text Citations

Please apply the Vancouver system for in-text citations.

In-text citations should be numbered consecutively in order of appearance in the text—identified by Arabic numerals in the parenthesis for Health articles and in square brackets for Physics and Mathematics articles.

4.2.2. Reference List

ARTICLE IN A PRINT JOURNAL

Sondheimer N, Lindquist S. Rnq1: an epigenetic modifier of protein function in yeast. *Mol Cell* (2000) 5:163-72.

ARTICLE IN AN ONLINE JOURNAL

Tahimic CGT, Wang Y, Bikle DD. Anabolic effects of IGF-1 signaling on the skeleton. *Front Endocrinol* (2013) 4:6. doi: 10.3389/fendo.2013.00006

ARTICLE OR CHAPTER IN A BOOK

Sorenson PW, Caprio JC. "Chemoreception,". In: Evans DH, editor. *The Physiology of Fishes*. Boca Raton, FL: CRC Press (1998). p. 375-405.

BOOK

Cowan WM, Jessell TM, Zipursky SL. *Molecular and Cellular Approaches to Neural Development*. New York: Oxford University Press (1997). 345 p.

ABSTRACT

Christensen S, Oppacher F. An analysis of Koza's computational effort statistic for genetic programming. In: Foster JA, editor. *Genetic Programming. EuroGP 2002: Proceedings of the 5th European Conference on Genetic Programming; 2002 Apr 3–5; Kinsdale, Ireland*. Berlin: Springer (2002). p. 182–91.

WEBSITE

World Health Organization. E. coli (2018). <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/e-coli> [Accessed March 15, 2018].

PATENT

Pagedas AC, inventor; Ancel Surgical R&D Inc., assignee. Flexible Endoscopic Grasping and Cutting Device and Positioning Tool Assembly. United States patent US 20020103498 (2002).

DATA

Perdiguero P, Venturas M, Cervera MT, Gil L, Collada C. Data from: Massive sequencing of Ulms minor's transcriptome provides new molecular tools for a genus under the constant threat of Dutch elm disease. Dryad Digital Repository. (2015) <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.ps837>

THESES AND DISSERTATIONS

Smith, J. (2008) Post-structuralist discourse relative to phenomenological pursuits in the deconstructivist arena. [dissertation/master's thesis]. [Chicago (IL)]: University of Chicago

PREPRINT

Smith, J. Title of the document. Preprint repository name [Preprint] (2008). Available at: <https://persistent-url> (Accessed March 15, 2018).

4.2.3. Resources

[Citing Medicine](#)

[Frontiers Health Endnote Style](#)

[Frontiers Health and Physics Bibstyle](#)