



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Priscila dos Santos Bunn

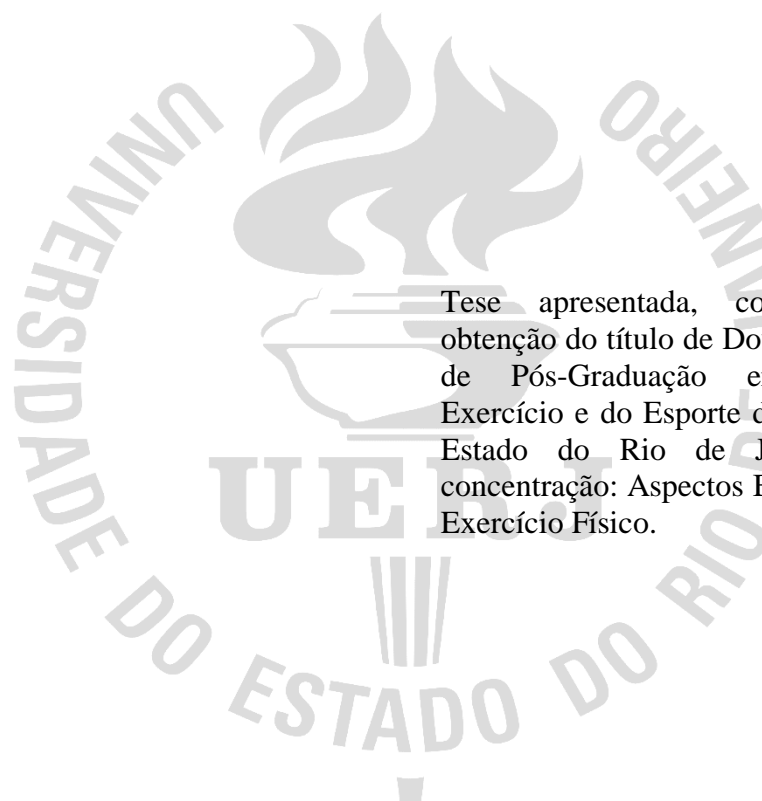
Padrão de movimento e o risco de lesões musculoesqueléticas

Rio de Janeiro

2020

Priscila dos Santos Bunn

Padrão de movimento e o risco de lesões musculoesqueléticas



Tese apresentada, como requisito à obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Orientador: Prof. Dr. Elírez Bezerra da Silva

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

B942 Bunn, Priscila dos Santos.
Padrão de movimento e o risco de lesões musculoesqueléticas /
Priscila dos Santos Bunn. – 2020.
254 f.: il.

Orientador: Elirez Bezerra da Silva.
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Sistema musculoesquelético - Ferimentos e lesões – Teses.
2. Exercícios físicos – Teses. 3. Militares - Aspectos de saúde –
Teses. 4. Movimento – Teses. I. Silva, Elirez Bezerra da. II.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação
Física e Desportos. III. Título.

CDU 796:616.74-008

Bibliotecária: Eliane de Almeida Prata. CRB7 4578/94

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
tese desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Priscila dos Santos Bunn

Padrão de movimento e o risco de lesões musculoesqueléticas

Tese apresentada, como requisito à obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Aprovada em 18 de fevereiro de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Elirez Bezerra da Silva (Orientador)
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Eduardo Borba Neves
Comissão de Desportos do Exército - Ministério da Defesa

Prof. Dr. Júlio Guilherme Silva
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Rodrigo Gomes de Souza Vale
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Rio de Janeiro

2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditam que a ciência pode transformar a
sociedade

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador, Prof. Dr. Elirez Bezerra da Silva, pela oportunidade de participar do GPCES e de desenvolver esta Tese, além dos inúmeros conhecimentos fornecidos.

Aos meus pais, por tudo e todo o apoio de sempre.

Ao meu querido Dalmo, por sempre me apoiar e ter paciência nos momentos de estudo.

Aos participantes dos meus estudos, pela disponibilidade e boa vontade em cooperar.

Aos Professores Dr. Eduardo Borba Neves, Júlio Guilherme Silva, Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes e Rodrigo Gomes de Souza Vale pelas sugestões aos meus estudos.

Ao Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes, pela indicação e apoio fornecido durante o Curso.

Por fim, aos colegas do grupo de pesquisa GPCES e LABOCE, pelo intercâmbio de conhecimento, cooperações nos estudos e amizade de sempre.

RESUMO

BUNN, Priscila dos Santos. *Padrão de movimento e o risco de lesões musculoesqueléticas*. 2020. 254 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

O objetivo desta Tese foi investigar a associação entre os padrões de movimentos e o risco de lesões musculoesqueléticas. As lesões musculoesqueléticas são bastante incidentes em vários tipos de exercícios físicos, podendo causar o afastamento temporário ou permanente das funções esportivas ou laborais. Programas de prevenção de lesões podem agir nos fatores de risco (FR) modificáveis, o que motivou a realização do primeiro estudo, uma revisão sistemática, que apontou diversos FR, porém idade, lesão prévia, índice de massa corporal e desempenho em testes de corrida foram os mais importantes. Entretanto, certos padrões de movimento foram apontados como potenciais FR, o que motivou a realização do segundo estudo, uma revisão sistemática que avaliou se os padrões de movimentos podem ser utilizados para a predição de lesões. Verificou-se a ausência de estudos com a Avaliação Dinâmica do Movimento (DMA) e que o *Functional Movement Screening* (FMS) parece ser um método preditor de lesões, porém não foi possível realizar um resultado quantitativo. Desta forma, foi realizado o terceiro estudo, que avaliou se o escore do FMS está associado a uma maior incidência de lesões. Indivíduos atletas ou militares com alto risco apresentaram um maior risco 51% maior de desenvolverem lesões. Entretanto, houve uma alta inconsistência entre os estudos, possivelmente proveniente das diferentes definições de lesões adotadas. Posteriormente, com o intuito de avaliar se um único teste funcional pode ser considerado um preditor de lesões, foram pesquisados estudos de coorte que investigaram a associação entre os testes individuais da DMA e do FMS com lesões, porém só foram encontrados estudos com o teste de agachamento profundo (TAP), o que deu origem ao quarto estudo, uma revisão sistemática que avaliou a associação entre o TAP e lesões musculoesqueléticas. O TAP parece ser associado com um maior risco de lesões, porém os estudos incluídos apresentaram diversas limitações metodológicas. Como os padrões de movimento que tem sido apontados como potenciais fatores de risco de lesões são detectados principalmente em testes com apoio unilateral (salto e agachamento), optou-se por avaliar a concordância e a associação entre a DMA e o risco de lesões, dando origem ao quinto e sexto estudo, respectivamente. Verificou-se que o escore em pontos da DMA possui uma boa confiabilidade intra e inter-avaliadores boa e excelente respectivamente, porém ao avaliar a classificação de risco (alto, moderado, médio ou mínimo), a concordância foi a moderada. No sexto estudo, um estudo de coorte prospectivo avaliou a associação entre diferentes FR e lesões musculoesqueléticas em militares na primeira semana da carreira militar. Uma análise de regressão logística verificou que a procedência (ensino médio civil ou militar) e o histórico de dor ou desconforto musculoesquelético aumentam a chance de lesões. Indivíduos com piores escores na avaliação dos padrões de movimento não apresentaram diferença na chance de lesões. Finalmente, considerando-se o impacto do condicionamento físico no risco de lesões, o sétimo e último estudo investigou os efeitos dos programas de prevenção no risco de lesões. Ao contrário de estudos prévios com atletas, uma metanálise de 14 estudos experimentais mostrou que os programas atualmente existentes não reduzem o risco de lesões em militares.

Palavras-chave: Movimento. Lesões atléticas. Fatores de risco. Triagem. Militares.

ABSTRACT

BUNN, Priscila dos Santos. *Movement patterns and the risk of musculoskeletal injuries*. 2020. 254 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

The purpose of this study was to evaluate the association between musculoskeletal injuries and movement patterns. Musculoskeletal injuries are common in several types of physical exercises and may cause temporary or permanent withdrawal from sports or work functions. Injury prevention programs can act against modifiable risk factors (RF), which motivated the first study, a systematic review, which pointed out several RF, but age, previous injury, body mass index and running test performance were the most important. However, certain movement patterns were identified as potential RF, which motivated the second study, a systematic review that assessed whether movement patterns can be used to predict injuries. There was an absence of studies with Dynamic Movement Assessment (DMA). On the other hand, Functional Movement Screening (FMS) seems to be a method for predicting injuries, but it was not possible to achieve a quantitative result. Thus, the third study was carried out, which assessed whether the FMS score is associated with a higher incidence of injuries. Athletes or military individuals at high risk had a 51% higher risk of developing injuries. However, there was a high inconsistency between the studies, possibly due to the different definitions of injuries adopted. Subsequently, to assess whether a single functional test can be considered a predictor of injuries, cohort studies were analyzed to investigate the association between the tests of DMA and FMS tests with injuries, but only studies with the deep squat (DS) were found, which gave rise to the fourth study, a systematic review that assessed the association between TAP and musculoskeletal injuries. TAP seems to be associated with a higher risk of injuries, but the studies included had several methodological limitations. As the movement patterns that have been identified as potential risk factors for injuries are detected mainly in tests with unilateral support (jumping and squatting), it was decided to evaluate the agreement and the association between DMA and the risk of injuries, giving the fifth and sixth study, respectively. It was found that the DMA score in points has a good intra and inter-rater reliability, good and excellent respectively, however when assessing the risk classification (high, moderate, medium or minimum), the agreement was moderate. In the sixth study, a prospective cohort study evaluated the association between different RF and musculoskeletal injuries in military personnel in the first week of the military career. A logistic regression analysis has found that high school origin (civil or military high school) and history of musculoskeletal pain or discomfort increase the chance of injury. Individuals with the worst scores in the evaluation of the movement pattern showed no difference in the chance of injuries. Finally, considering the impact of physical conditioning on injury risk, the seventh and final study investigated the effects of prevention programs on injury risk. Previous studies with athletes have shown that some prevention programs reduce the risk of injury to athletes. However, a meta-analysis of 14 experimental studies showed that prevention programs investigated do not reduce the risk of injury in military personnel.

Keywords: Movement. Athletic injuries. Risk factor. Screening. Military personnel.

LISTA DE ABREVIATURAS

FR	Fator de Risco
FMS	<i>Functional Movement Screening</i>
DMA	Avaliação Dinâmica do Movimento
TAP	Teste de Agachamento Profundo
RR	Risco Relativo
OR	Razão de Chance
NOS	Newcastle-Ottawa Scale
IMC	Índice de Massa Corporal
LO	Lesão por <i>Overuse</i>
LA	Lesão Aguda
VPP	Valor Preditivo Positivo
VPN	Valor Preditivo Negativo
RVP	Razão de Verossimilhança Positiva
RVN	Razão de Verossimilhança Negativa
AUC	Área sob a Curva <i>Receiver Operating Characteristic</i>
TE	Tamanho do Efeito
QNSO	Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares
CCI	Coefficiente de Correlação Intraclasse
ETM	Erro Típico da Medida
TNM	Treinamento Neuromuscular

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO DA TESE.....	9
1	ESTUDO 1 - FATORES DE RISCO PARA LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE.....	18
2	ESTUDO 2 - PADRÕES DE MOVIMENTOS E PREDIÇÃO DE LESÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	70
3	ESTUDO 3 – A ASSOCIAÇÃO DOS PADRÕES DE MOVIMENTOS AVALIADOS PELO FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING E A INCIDÊNCIA DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE.....	87
4	ESTUDO 4 - DESEMPENHO NO TESTE DE AGACHAMENTO PROFUNDO E O RISCO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	130
5	ESTUDO 5 - CONCORDÂNCIA INTRA E INTER-AVALIADORES DA AVALIAÇÃO DINÂMICA DO MOVIMENTO™ PARA AVALIAR OS PADRÕES DE MOVIMENTOS.....	144
6	ESTUDO 6 - ASSOCIAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE PADRÕES DE MOVIMENTOS E O RISCO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UM ESTUDO DE COORTE.....	180
7	ESTUDO 7 - PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE.....	211
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	252

APRESENTAÇÃO DA TESE

As lesões musculoesqueléticas estão entre as principais causas de incapacidade física e hospitalização em indivíduos que realizam atividades físicas, resultando em altos custos para o sistema de saúde, perdas de dias de trabalho ou treinamento desportivo e aposentadorias precoces [1–5]. São definidas como qualquer dano físico ao sistema musculoesquelético que tenha sido constatado por um médico, possua relação com o treinamento desportivo ou com a atividade operacional da população de interesse e que promova um afastamento ou adaptação das funções por, no mínimo, 24 horas [6].

O conhecimento dos principais fatores de risco de lesões musculoesqueléticas pode permitir a elaboração de estratégias de prevenção eficazes para a redução de sua incidência na população fisicamente ativa. Neste contexto, prevenção primária tem o potencial de promover benefícios a longo prazo [5].

Fatores como o sexo [7–10], lesão prévia [11–13], índice de massa corporal (IMC) [14], idade [11,15], raça [16,17], tabagismo [18], desempenho em testes de corrida [19,20] e outros fatores [19,21–24] têm sido associados com um maior risco de lesões. Entretanto, apesar da diversidade de fatores de risco apontados na literatura, eles são controversos. Ao mesmo tempo, revisões publicadas até o momento apresentaram um desenho narrativo [25,26]. Dada a falta de análise quantitativa de tais fatores de risco, desenvolveu-se o Estudo 1 “**Fatores de risco de lesões musculoesqueléticas: uma metanálise**” a fim de consolidar um grande número de estudos, dando resultados quantitativos sobre a associação de diferentes fatores e risco de lesão.

A presença de certos padrões de movimento tem sido associada a lesões nos membros inferiores e no tronco [13,27–30]. Esse risco parece aumentar em situações com sobrecarga de treinamento físico, havendo uma evidência moderada de que a carga de treinamento está associada a um maior risco de lesões [31]. Desta forma, testes que avaliam o controle do movimento e a presença de movimentos considerados “elos fracos” no sistema musculoesquelético têm sido desenvolvidos [13]. Alguns estudos sugerem que tais testes podem prever o risco de lesão no tronco e nos membros inferiores [32]. Entretanto, outros estudos apresentaram resultados controversos [13,24,29]. Para esclarecer tal contradição, foi realizado o Estudo 2 “**Padrões de movimentos e predição de lesões: revisão sistemática**” com o objetivo de avaliar a associação da avaliação dos padrões de movimento, avaliados pela

Avaliação Dinâmica do Movimento (DMA™) e pelo Functional Movement Screening (FMS™), com o risco de lesões musculoesqueléticas.

O desvio lateral de pelve excessivo no agachamento [33]; valgo dinâmico [34]; desequilíbrio entre os membros inferiores [35]; e outros são exemplos de padrões de movimento que têm sido associados com lesão. O padrão-ouro para a avaliação dos padrões de movimento é a avaliação em laboratórios de biomecânica com equipamentos de cinemetria e dinamometria isocinética [36]. Entretanto, o alto custo dos equipamentos inviabiliza esses testes na prática clínica da fisioterapia desportiva.

Com o intuito de estabelecer uma ferramenta de avaliação simples e de baixo custo dos padrões de movimento, Cook *et al* [37] desenvolveram o Functional Movement Screen™ (FMS™). Esse método classifica o risco de lesões a partir da presença de padrões anormais de movimento ao serem realizados sete testes/movimentos [37,38] e tem sido utilizado frequentemente em pré-temporadas esportivas ou no início de cursos militares com o intuito de detectar os padrões de movimento que podem ocasionar lesões [38–42]. Entretanto, apesar de possuir um baixo custo e apresentar uma boa concordância entre avaliadores experientes [43], o emprego desse método para classificar o risco de lesões musculoesqueléticas é controverso [39,44–51]. Revisões sistemáticas concluíram que o FMS™ possui uma pobre acurácia diagnóstica [46,52]. Contudo, nesses estudos, não foi realizada a análise baseada no risco relativo ou razão de chances, que são as medidas de efeito adequadas para estudos prospectivos de coorte [53,54]. Desta forma, foi realizado o Estudo 3 “**A associação dos padrões de movimentos avaliados pelo Functional Movement Screen e a incidência de lesões musculoesqueléticas: metanálise**” para avaliar, quantitativamente, a associação da classificação risco de lesão FMS™ com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas em praticantes de exercício físico.

Mais uma alternativa portátil e de baixo custo para avaliar os padrões de movimento é a análise bidimensional (2D) [55,56]. Após a filmagem do indivíduo realizando os testes funcionais, é realizada análise dos vídeos em softwares de análise biomecânica como o *Kinovea* e o *Dartfish* [55–57] no plano frontal, como o valgo dinâmico e a inclinação lateral do tronco [36,55,58–60].

Nesse contexto, Nessler & Haile desenvolveram a Avaliação Dinâmica do Movimento (DMA™). Nesse método, o participante realiza sete testes funcionais que permitem a observação de padrões de movimentos associados à ocorrência de lesões. Os desvios são detectados, quantificados e utilizados para a classificação de risco do paciente [27]. Essa

ferramenta é utilizada em conjunto com a filmagem dos movimentos e com a análise bidimensional do vídeo com softwares como *Dartfish* e *Kinovea* [27]. Suas principais diferenças e vantagem em relação ao FMS™ é a inclusão de testes que avaliam o movimento em situações com apoio unilateral e saltos, que são filmados e analisados de forma bidimensional. É um método de avaliação de baixo custo, pois a sua realização depende de uma câmera digital para a filmagem dos testes, e de um computador para a análise dos vídeos em *softwares* gratuitos [27].

A DMA™ e o FMS™ são compostos por sete testes. Com o intuito de otimizar o tempo de avaliação, uma estratégia pode ser a obtenção do conhecimento sobre qual desses testes é mais associado com o risco de lesão. Em uma busca na literatura, verificou-se que o único teste cujo potencial preditor foi avaliado em estudos de coorte foi o teste de agachamento profundo (TAP). Esse é o único teste comum ao FMS™ e ao DMA™ e é considerado o teste que prediz o escore do FMS™ para classificar o risco de lesões musculoesqueléticas [61]. Desta forma, em virtude da fácil exequibilidade e de um menor tempo de avaliação, investigar sua associação com o risco de lesões pode ser uma alternativa, especialmente em grandes grupos ou quando o tempo para a avaliação é reduzido, o que motivou a realização do Estudo 4 “**O desempenho no teste de agachamento profundo e o risco de lesões musculoesqueléticas: revisão sistemática**” a fim de avaliar se há associação do TAP com lesões musculoesqueléticas em indivíduos que praticam exercícios físicos.

Considerando-se o propósito da DMA™, que é avaliar o padrão de movimento e detectar potenciais desvios que possam aumentar o risco de lesões em indivíduos fisicamente ativos, é importante avaliar sua associação com o risco de lesões, o que justifica a realização de um estudo de coorte, comparando-se as incidências entre os escores de risco [53]. Por existir avaliações subjetivas na DMA, um estudo de confiabilidade permite avaliar a precisão intra e inter avaliadores [62], o que pode contribuir para uma maior validade interna da pesquisa. Apesar da DMA™ consistir em testes que avaliam padrões de movimento, a concordância inter e intra-avaliador é desconhecida. Com isso, foi realizado o ESTUDO 5 “**Confiabilidade da DMA para avaliar padrões de movimentos e classificar o risco de lesões**” com o objetivo de avaliar a concordância intra e inter-avaliadores da Avaliação Dinâmica do Movimento™ (DMA™) para medir os padrões de movimento e classificar o risco de lesões musculoesqueléticas.

O emprego de testes funcionais para avaliar os padrões de movimento é controverso [13,24,29]. Com relação à DMATM, nenhum estudo foi encontrado. A maioria dos estudos utilizou o FMSTTM, sendo o nível de sua recomendação como método de associação da classificação de risco com a lesão propriamente dita “muito baixa” [62]. Além da força de evidência mais baixa em estudos observacionais [63], a definição de lesões parece ser uma grande fonte de heterogeneidade entre os estudos [6,62]. Alguns estudos consideram quaisquer sintomas musculoesqueléticos como lesão [64], enquanto outros incluem nos grupos de lesionados aqueles com um período de afastamento superior a 24 horas [65]. Em um estudo de coorte, são analisadas as incidências de lesões entre diferentes grupos de risco, permitindo o cálculo do risco relativo ou da razão de chances [53]. Devido à etiologia multifatorial das lesões musculoesqueléticas, e com o intuito de serem controlados fatores de confundimento na seleção da amostra, por exemplo: idade, rotina, ambiente, nível de condicionamento etc. [66], foi realizado o Estudo 6 “**A associação entre o resultado no DMA e o risco de lesões musculoesqueléticas: estudo de coorte prospectivo**” para verificar a associação dos padrões de movimento com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas.

Por fim, alguns protocolos de exercícios físicos têm sido aplicados para prevenir lesões musculoesqueléticas, pois agem sobre fatores de risco modificáveis de lesões, tais como o nível de condicionamento aeróbico [67], flexibilidade, [68] resistência do CORE, [69] índice de massa corporal [64], controle neuromuscular [70] e outros. Como exemplos o treinamento neuromuscular, multi-intervenções, programas de aquecimento e treinamento de força [71] têm sido amplamente utilizados em esportes [2,72,73], com uma menor chance de lesões [71]. Contudo, essa metanálise de Leppänen *et al.* (2014) não incluiu os estudos nos quais os participantes eram militares. O treinamento e as atividades militares são semelhantes em esforço físico àquelas realizadas por atletas. Além do mais, estudos realizados com participantes militares podem possuir uma maior validade interna, porque é mais fácil controlar variáveis de confundimento devido a mesma rotina de trabalho, exercícios físicos, descanso e alimentação impostos aos participantes. A inclusão desses estudos, cujos os participantes foram militares, poderia alterar o verdadeiro resultado sobre a prática de exercícios físicos para a prevenção de lesões musculoesqueléticas? Para responder esta pergunta foi realizado o Estudo 7 “**Programas de prevenção de lesões musculoesqueléticas: uma metanálise**” a fim de avaliar os efeitos de diferentes protocolos de exercícios sobre a prevenção de lesões musculoesqueléticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CANCELLIERE, C. *et al.* Implementation interventions for musculoskeletal programs of care in the active military and barriers , facilitators , and outcomes of implementation : a scoping review. v. 1, 2019.
- [2] O'BRIEN, J.; FINCH, C. F. The Implementation of Musculoskeletal Injury-Prevention Exercise Programmes in Team Ball Sports: A Systematic Review Employing the RE-AIM Framework. *Sports Medicine*, n. October 2015, p. 1305–1318, 2014.
- [3] TAANILA, H. *et al.* Aetiology and risk factors of musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 11, p. 146, 2010.
- [4] PATERNO, M. V *et al.* Prevention of Overuse Sports Injuries in the Young Athlete. *Orthopaedic Clinics of North America*, v. 44, n. 4, p. 553–564, 2013.
- [5] CAMERON, K.; OWENS, B. *Musculoskeletal injuries in the military*. New York: Springer, 2016.
- [6] HÄGGLUND, M. *et al.* Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 340–6, 2005.
- [7] ARMSTRONG, D. W. *et al.* Stress fracture injury in young military men and women. *Bone*, v. 35, p. 806–816, 2004.
- [8] BEDNO, S. *et al.* Effects of personal and occupational stress on injuries in a young, physically active population: A survey of military personnel. *Military Medicine*, v. 179, n. 11, p. 1311–1318, 2014.
- [9] BLACKER, S. D.; WILKINSON, D. M.; RAYSON, M. P. Gender differences in the physical demands of British Army recruit training. *Military Medicine*, v. 174, n. 8, p. 811–816, 2009.
- [10] FINESTONE, A. *et al.* Overuse Injuries in Female Infantry Recruits during Low-Intensity Basic Training. *Medicine Science in Sport and Exercise*, p. 630–635, 2008.
- [11] HENDERSON, N. E. *et al.* Injuries and Injury Risk Factors among Men and Women in U . S . Army Combat Medic Advanced Individual Training. *Military medicine*, v. 9, n. November 1999, p. 647–652, 2000.
- [12] KNAPIK, J. J. *et al.* A prospective investigation of injury incidence and risk factors among army recruits in combat engineer training. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, v. 8, n. 1, p. 1, 2013.
- [13] MONNIER, A. *et al.* Risk factors for back pain in marines ; a prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 17, p. 1–12, 2016.

- [14] TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: A population-based cohort study *Epidemiology of musculoskeletal disorders. BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, 2015.
- [15] HEIR, T.; EIDE, G. Injury proneness in infantry conscripts undergoing a physical training programme: smokeless tobacco use, higher age, and low levels of physical fitness are risk factors. *Scand J Med Sci Sports*, v. 7, n. 1, p. 304–311, 1997.
- [16] REYNOLDS, K. L. *et al.* Injuries and Risk Factors in a 100-Mile (161-km) Infantry Road March. *Preventive Medicine*, v. 28, p. 167–173, 1999.
- [17] SHAFFER, R. A. *et al.* Predictors of Stress Fracture Susceptibility in Young Female Recruits. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 34, n. 1, p. 108–115, 2006.
- [18] PIHLAJAMÄKI, H. *et al.* Regular physical exercise before entering military service may protect young adult men from fatigue fractures. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 20, n. 1, 2019.
- [19] MALLOY, P. Hip External Rotator Strength is Associated With Better Dynamic Control of the Lower Extremity During Landing Tasks. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 1, 2016.
- [20] ROSENDAL, L. *et al.* Incidence of injury and physical performance adaptations during military training. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, v. 13, n. 3, p. 157–63, 2003.
- [21] BOOTH-KEWLEY, S.; LARSON, G. E.; HIGHFILL-MCROY, R. M. Psychosocial predictors of return to duty among marine recruits with musculoskeletal injuries. *Military medicine*, v. 174, n. 2, p. 139–152, fev. 2009.
- [22] KAZMAN, J. B. *et al.* Physical fitness and injury reporting among active duty and National Guard/Reserve women: associations with risk and lifestyle factors. *U.S. Army Medical Department journal*, p. 49–57, 2015.
- [23] SCHOENFELD, A. J. *et al.* in a High-Demand Population. v. 106, p. 1–8, 2014.
- [24] ROY, T. C. *et al.* Heavy loads and lifting are risk factors for musculoskeletal injuries in deployed female soldiers. *Military Medicine*, v. 181, n. 11, p. e1476–e1483, 2016.
- [25] ANDERSEN, K. A. *et al.* Musculoskeletal Lower Limb Injury Risk in Army Populations. *Sports Medicine - Open*, v. 2, n. 1, p. 22, 2016.
- [26] BADER, C. E. *et al.* Musculoskeletal Pain and Headache in the Active Duty Military Population: An Integrative Review. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, v. 15, n. 4, p. 264–271, ago. 2018.
- [27] NESSLER, T. D.; HAILE, E. *Dynamic Movement Assessment: Prevent Injury and Enhance Performance*. USA: Publiwise, 2014.
- [28] PARKKARI, J. *et al.* Neuromuscular training with injury prevention counselling to decrease the risk of acute musculoskeletal injury in young men during military service: a population-based, randomised study. *BMC Medicine*, v. 9, n. 1, p. 35, 2011.
- [29] KNAPIK, J. J. *et al.* Efficacy of Functional Movement Screening for predicting injuries

in Coast Guard Cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 5, p. 1157–1162, 2015.

[30] ROY, M. A. J. T. C. *et al.* Heavy Loads and Lifting Are Risk Factors for Musculoskeletal Injuries in Deployed Female Soldiers. *Military Medicine*, v. 181, n. December 2016, p. e1476-1483, 2016.

[31] DREW, M. K.; FINCH, C. F.; DREW, M. K. The Relationship Between Training Load and Injury, Illness and Soreness: A Systematic and Literature Review. *Sports Medicine*, v. 46, n. 6, p. 861–883, 2016.

[32] KIESEL, K. B.; BUTLER, R. J.; PLISKY, P. J. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *Journal of sport rehabilitation*, v. 23, n. 2, p. 88–94, 2014.

[33] GREGSON, W. *et al.* Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *The American journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 1316–1323, jun. 2011.

[34] UGALDE, V. *et al.* Single Leg Squat Test and Its Relationship to Dynamic Knee Valgus and Injury Risk Screening. *PM and R*, v. 7, n. 3, p. 229–235, 2015.

[35] EAGLE, S. R. *et al.* Bilateral strength asymmetries and unilateral strength imbalance: Predicting ankle injury when considered with higher body mass in US special forces. *Journal of Athletic Training*, v. 54, n. 5, p. 497–504, 2019.

[36] GWYNNE, C. R.; CURRAN, S. A. Quantifying frontal plane knee motion during single limb squats: reliability and validity of 2-dimensional measures. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 9, n. 7, p. 898–906, 2014.

[37] COOK, G.; BURTON, L.; HOOGENBOOM, B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, v. 1, n. 2, p. 62–72, 2006.

[38] SCHNEIDERS, A. G. *et al.* Functional movement screen normative values in a young, active population. *International journal of sports physical therapy*, v. 6, n. 2, p. 75–82, 2011.

[39] O'CONNOR, F. G. *et al.* Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 43, n. 12, p. 2224–2230, dez. 2011.

[40] LISMAN, P. *et al.* Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 45, n. 4, p. 636–643, 2013.

[41] TEE, J. C. *et al.* Preseason Functional Movement Screen component tests predict severe contact injuries in professional rugby union players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 2016.

[42] MCCALL, A. *et al.* Injury prevention strategies at the FIFA 2014 World Cup: perceptions and practices of the physicians from the 32 participating national teams. *British journal of sports medicine*, v. 49, n. 9, p. 603–8, 2015.

[43] TAANILA, H. *et al.* Musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a one-year follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 10, n. 1, p. 89, 2009.

- [44] BUSHMAN, T. *et al.* Pain on Functional Movement Screen Tests and Injury Risk. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 11, p. 65–70, 2015.
- [45] MOKHA, M.; SPRAGUE, P. A.; GATENS, D. R. Predicting Musculoskeletal Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes From Asymmetries and Individual-Test Versus Composite Functional Movement Screen Scores. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 2, p. Functional Movement Screening: Predicting Injuries, 2016.
- [46] DORREL, B. S. *et al.* Evaluation of the Functional Movement Screen as an Injury Prediction Tool Among Active Adult Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, v. 7, n. 6, p. 532–537, 2015.
- [47] BARDENETT, S. M. *et al.* Functional Movement Screen Normative Values and Validity in High School Athletes: Can the FmsTM Be Used As a Predictor of Injury? *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 3, p. 303–8, 2015.
- [48] CLAY, H.; MANSELL, J.; TIERNEY, R. Association between rowing injuries and the functional movement screen in female collegiate division I rowers. *International journal of sports physical therapy*, v. 11, n. 3, p. 345–349, 2016.
- [49] GRIBBLE, P. A. *et al.* Prediction of Lateral Ankle Sprains in Football Players Based on Clinical Tests and Body Mass Index. *The American journal of sports medicine*, p. 460–467, 2015.
- [50] DOSSA, K. *et al.* Can injury in major junior hockey players be predicted by a pre-season functional movement screen - a prospective cohort study. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, v. 58, n. 4, p. 421–427, dez. 2014.
- [51] FROST, D. *et al.* The relationship between general measures of fitness, passive range of motion and whole-body movement quality. *Ergonomics*, v. 0139, n. September 2015, p. 1–16, 2012.
- [52] MCCUNN, R. *et al.* Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports Medicine*, p. 1–19, 2015.
- [53] CHEN, H.; COHEN, P.; CHEN, S. How big is a big odds ratio? Interpreting the magnitudes of odds ratios in epidemiological studies. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, v. 39, n. 4, p. 860–864, 2010.
- [54] RUMEL, D. “Odds Ratio”: Algumas Considerações. *Rev Saúde Pública*, v. 20, n. 3, p. 253–258, 1986.
- [55] MUNRO, A.; HERRINGTON, L.; CAROLAN, M. Reliability of 2-Dimensional Video Assessment of Frontal-Plane Dynamic Knee Valgus During Common Athletic Screening Tasks. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 21, p. 7–11, 2012.
- [56] MCLEAN, S. G. *et al.* Evaluation of a two dimensional analysis method as a screening and evaluation tool for anterior cruciate ligament injury. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 355–362, 2005.
- [57] MAYKUT, J. N.; FORD, K. R. Concurrent validity and reliability. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 10, n. 2, p. 136–146, 2015.
- [58] PAZ, G. A. *et al.* Kinematic Analysis of Knee Valgus During Drop Vertical Jump and

Forward Step-Up in Young Basketball Players. *International journal of sports physical therapy*, v. 11, n. 2, p. 212–9, 2016.

[59] DINGENEN, B. *et al.* Physical Therapy in Sport The reliability and validity of the measurement of lateral trunk motion in two-dimensional video analysis during unipodal functional screening tests in elite female athletes. *Physical Therapy in Sport*, p. 1–7, 2013.

[60] DAMSTED, CAMMA; NIELSEN, RASMUS OESTERGAARD; LARSEN, L. H. Reliability of video-based quantification of the knee- and hip angle at foot strike during. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 10, n. April, p. 147–154, 2015.

[61] CLIFTON, D. R.; GROOMS, D. R.; ONATE, J. A. Overhead Deep Squat Performance Predicts Functional Movement Screen™ Score. *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 5, p. 622–7, 2015.

[62] MCCUNN, R. *et al.* Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, v. 46, n. 6, p. 763–781, jun. 2016.

[63] ZHANG, Y. *et al.* GRADE Guidelines: 20. Assessing the certainty of evidence in the importance of outcomes outcomes or values and preferences – Inconsistency, Imprecision, and other domains. *Journal of Clinical Epidemiology*, 2018.

[64] TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 104, 2015.

[65] EVERARD, A. E.; LYONS, M.; HARRISON, A. J. Examining the association of injury with the Functional Movement Screen and Landing Error Scoring System in military recruits undergoing 16 weeks of introductory fitness training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 21, n. 6, p. 569–573, 2018.

[66] WELLS, G. A. *et al.* *The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses.* Disponível em: <http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp>. Acesso em: 16 out. 2017.

[67] TAANILA, H. *et al.* Low physical fitness is a strong predictor of health problems among young men: a follow-up study of 1411 male conscripts. *BMC Public Health*, v. 11, n. 1, p. 590, 2011.

[68] COSIO-LIMA, L. *et al.* Associations Between Functional Movement Screening , the Y Balance Test , and Injuries in Coast Guard Training. *Military Medicine*, v. 181, n. July, p. 643–649, 2016.

[69] POWERS, C. M. The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 40, n. 2, p. 42–51, 2010.

[70] STEIB, S. *et al.* Dose-response relationship of Neuromuscular training for injury prevention in youth athletes: A meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, v. 8, n. NOV, 2017.

[71] LEPPÄNEN, M. *et al.* Interventions to prevent sports related injuries: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, v. 44, n. 4, p. 473–486, 2014.

[72] EMERY, C. A. *et al.* Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 13, p. 865–870, 2015.

[73] BISCOTTI, G. N. *et al.* ACL injury in football: A literature overview of the prevention programs. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, v. 6, n. 4, p. 473–479, 2016.

1 ESTUDO 1 - FATORES DE RISCO PARA LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE

RESUMO

Objetivo: Investigar os fatores de risco para lesões musculoesqueléticas. **Métodos:** A busca foi realizada em agosto 2019, sem filtros de idioma ou de tempo. Os critérios de inclusão foram estudos prospectivos que investigaram os fatores de risco de lesões em praticantes de treinamento físico. Apenas os fatores de risco que foram analisados por, pelo menos, dez estudos, foram selecionados para o metanálise. Para análise de dados, o programa RevMan5.3 foi utilizado para comparar o número de participantes com lesões entre grupos de alto ou de baixo risco. Foram selecionados os seguintes parâmetros para a análise: medição de variável dicotômica, método estatístico de Mantel-Haenszel, modelo de efeitos aleatórios e análise com risco relativo (RR) e intervalo de confiança de 95% para os estudos incluídos. **Resultados:** Um total de 2.308 estudos foi identificado por meio das bases de dados. Trinta e três estudos preencheram os critérios de inclusão. Os grupos considerados em risco foram os mais velhos (RR = 1,22; [IC95% 1,06-1,41]), com excesso de peso ou obesidade (RR = 1,27; [IC95% 1,08-1,48]), com lesões anteriores (RR = 1,15; [IC95% 1,01-1,30]), e com pior desempenho em de testes de corrida de 1.600-3.200m (RR = 1,87; [IC95% 1,28-2,71]). Os fatores sexo, etnia e tabagismo não foram associados com lesões. **Conclusão:** Idade, excesso de peso ou obesidade, lesões prévias e desempenho na corrida de 1.600-3.200m estão associados com um maior risco de lesões em praticantes de treinamento físico.

Palavras-chave: lesões atléticas; militar; exercícios, risco relativo.

INTRODUÇÃO

As lesões musculoesqueléticas são uma das principais causas de atendimento médico em praticantes de treinamento físico [1–3]. São três características que definem um sintoma musculoesquelético como lesão: ser um acometimento do sistema musculoesquelético que tenha necessitado de atenção médica; ter relação com prática de exercícios físicos ou operacionais; e prejudicar, afastar ou necessitar de adaptações para realizar as funções por mais de 24 horas [4].

Tomando-se como exemplo os militares, que desde o início da carreira realizam diversos tipos de exercícios físicos (marcha, treinamento físico diário frequentemente composto por corrida, exercícios militares e outros) [5,6], é elevada a incidência de lesões atléticas [7], também promovendo períodos de ausência e tratamento médico [8,9], e custos elevados para os governos, além de períodos de reabilitação e comprometimento na prontidão física e operacional [10,11]. Nos Estados Unidos, estima-se que mais de 43,7 milhões de dólares são gastos em lesões musculoesqueléticas em dois anos [12]. Quase 800.000 membros do serviço militar dos Estados Unidos sofrem alguma lesão dentro de um ano, sendo a maioria decorrente de problemas nos ligamentos e fraturas ósseas [13,14]. Além de 356.000 dias de trabalho perdidos, o Corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos tem um custo aproximado de US \$ 111 milhões por ano devido a lesões [15]. Ao analisar as regiões mais afetadas, existe uma predominância nos membros inferiores, seguindo-se os membros superiores e tronco [16–22].

A literatura aponta o sexo [5,23–25], lesão prévia [26–28], índice de massa corporal (IMC) [29,30], idade [31], etnia [32,33], tabagismo [34], desempenho em testes de corrida [35,36] e outros fatores de risco [35,37–40] como associados com um maior risco de lesões em praticantes de treinamento físico. Embora os estudos sejam numerosos, eles são contraditórios. Neste contexto, algumas revisões investigaram tais fatores de risco. Apesar de terem sido investigados os fatores para os militares em geral, o desenho foi narrativo [41,42]. Dada a falta de análise quantitativa de tais fatores, esta metanálise teve o objetivo de consolidar um grande número de estudos, dando resultados quantitativos sobre a associação de diferentes fatores e risco à ocorrência de lesões musculoesqueléticas.

MÉTODO

Esta metanálise foi redigida conforme as recomendações *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* [43].

Protocolo e Registro

Um protocolo de avaliação foi registrado no Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (CRD42019133269)

Critério de inclusão

Estudos prospectivos que associaram os fatores de risco à ocorrência de lesões musculoesqueléticas foram incluídos na presente metanálise. Os seguintes critérios foram considerados [44]:

População

O pessoal militar ativo dos Cursos das Forças Armadas, Forças Auxiliares ou de Formação de ambos os sexos e de qualquer idade.

Exposição de interesse (variável independente)

As variáveis independentes foram quaisquer fatores de risco para lesões musculoesqueléticas avaliadas pelos estudos: físicos, antropométricos, funcionais, psicológicos e outros.

Lesões musculoesqueléticas (Resultado ou variável dependente)

Foram incluídos estudos que atenderam pelo menos um dos seguintes critérios para a definição de lesão: I) houve uma necessidade de atenção médica; II) a lesão foi relacionada com a participação atlética ou operacional; ou III) houve prejuízo, afastamento ou necessidade de adaptações para realização das funções durante pelo menos 24 horas. Os estudos incluídos deviam atender pelo menos um destes critérios.

Estratégia de busca

Uma busca sistemática da literatura foi realizada em agosto 2019 na Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA (MEDLINE), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), Web of Science, Cochrane Central,

SCOPUS e SPORTDiscus. Os descritores foram obtidos a partir das consultas as bases Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH). Foram usados os seguintes descritores: “military personnel”, “wound and injury” e “risk factors”. A frase de busca foi obtida utilizando os operadores booleanos AND (entre os descritores) e OR (entre os sinônimos de descritores). Não houve nenhum filtro de idiomas ou limite de tempo para a busca. As frases de busca utilizadas nas bases de dados estão detalhadas no Apêndice A.

Seleção dos estudos

Dois avaliadores (PSB e FM) realizaram a seleção dos estudos contidos nos bancos de dados. Discordâncias foram sanadas por consenso. Todos os estudos prospectivos que avaliaram os fatores de risco de lesão em militares e apresentaram uma tabela 2x2, contendo o número de participantes com lesão nos grupos por fatores de risco ou que apresentaram a incidência de lesões. A fim de permitir a avaliação do risco de viés de publicação a partir dos resultados desta metanálise, apenas os fatores de risco que foram analisados por pelo menos 10 estudos foram selecionados, pois o poder dos testes de Egger e Begg em detectar o viés de publicação é baixo quando há menos de 10 estudos [45,46].

Processo de Coleta de Dados

Foram extraídos os seguintes dados dos estudos selecionados: características da amostra utilizada e o seu respectivo tamanho; os critérios atendidos pelos estudos sobre a definição de lesões propostas por Hagglund [4]: qualquer dano ao sistema musculoesquelético com 1) necessidade de atenção médica; 2) ter sido decorrente de treinamento ou competição; e/ou 3) afastamento das funções de pelo menos 24 horas; o fator de risco; os dados da tabela 2x2; e o tempo de seguimento.

Risco de viés

Devido ao desenho prospectivo dos estudos, o risco de viés foi analisado pela Escala de Newcastle-Ottawa (NOS) [47] para estudos de coorte. Dois avaliadores independentes avaliaram o risco de viés em cada um dos estudos e as discordâncias foram sanadas por consenso. Avaliaram-se os três domínios do NOS: (1) seleção (1,1) representatividade do grupo exposto, (1,2) seleção do grupo não exposto, (1,3) averiguação de exposição, (1,4)

demonstração de que resultado de interesse não estava presente no início do estudo); (2) a comparabilidade (2,1) os controles do estudo para o fator mais crítico, (2,2) os controles do estudo para qualquer fator adicional); (3) resultado (3.1) avaliação de resultados, (3,2), se o acompanhamento foi suficientemente longo para resultados que ocorram, (3,3) adequação de seguimento de cortes. Para cada item, nos domínios, uma estrela foi fornecida. Para um estudo ser classificado como “baixo risco”, ele deveria ter pelo menos cinco estrelas no total e pelo menos uma estrela no domínio "comparabilidade". Estudos com mais de cinco estrelas, mas que não tenham pontuado no domínio "comparabilidade" receberam um risco "incerto". Finalmente, os estudos com quatro estrelas ou menos foram considerados em risco “elevado” de viés. Discordâncias foram resolvidas por consenso.

Análise de dados

Para a análise dos dados, objetivo foi comparar a incidência das lesões entre grupos de alto e baixo risco. O programa RevMan5.3 foi usado para desenvolver os *Forest plots*. O RevMan5.3 está disponível gratuitamente no endereço <http://community.cochrane.org/tools/review-production-tools/revman-5>. Foram desenvolvidos *forest plots* para cada fator de risco. Os fatores de risco poderiam ser definidos como variáveis categóricas ou contínuas. Neste caso, para os estudos com diferentes pontos de corte (idade, IMC, desempenho de corrida), o pior quartil ou tercil de cada estudo foi utilizado como um grupo de risco. Foram selecionados os seguintes parâmetros para a análise: variável dicotômica, método estatístico de Mantel-Haenszel, modelo de análise de efeitos aleatórios (para heterogeneidade significativa) e modelo de análise de efeito fixo (para heterogeneidade por acaso)[44]. Foi calculada como medida de efeito o risco relativo (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% para estudos e meta-análises. Análises de subgrupo foram realizadas com o intuito de investigar o impacto das definições de lesões e períodos de seguimento adotados pelos estudos. O software StatsDirect (versão 3) foi usado para desenvolver os *funnel Plots* e análise quantitativa de viés de publicação pelo Teste Begg e Correlação de Mazumbar [46] e estatística de Kendall com correção de continuidade Tau. O nível de significância adotado foi $P \leq 0,05$.

Nível de evidência

Dois avaliadores independentes (FM e PB) avaliaram o nível de evidência da metanálise para cada um dos fatores de risco, utilizando Grading of Recommendations

Assessment, Development and Evaluation approach (GRADE) [48–52], que poderia ser classificada em evidência alta, moderada, baixa e muito baixa. Os estudos observacionais incluídos na presente revisão começaram com baixa qualidade de evidência. Entretanto, cinco aspectos poderiam diminuir a qualidade da evidência (limitações metodológicas, inconsistência, evidência indireta, imprecisão e viés de publicação); e três aspectos poderiam aumentar a qualidade da evidência (tamanho do efeito, gradiente de resposta à dose e fator de confusão). Discordâncias foram resolvidas por consenso.

RESULTADOS

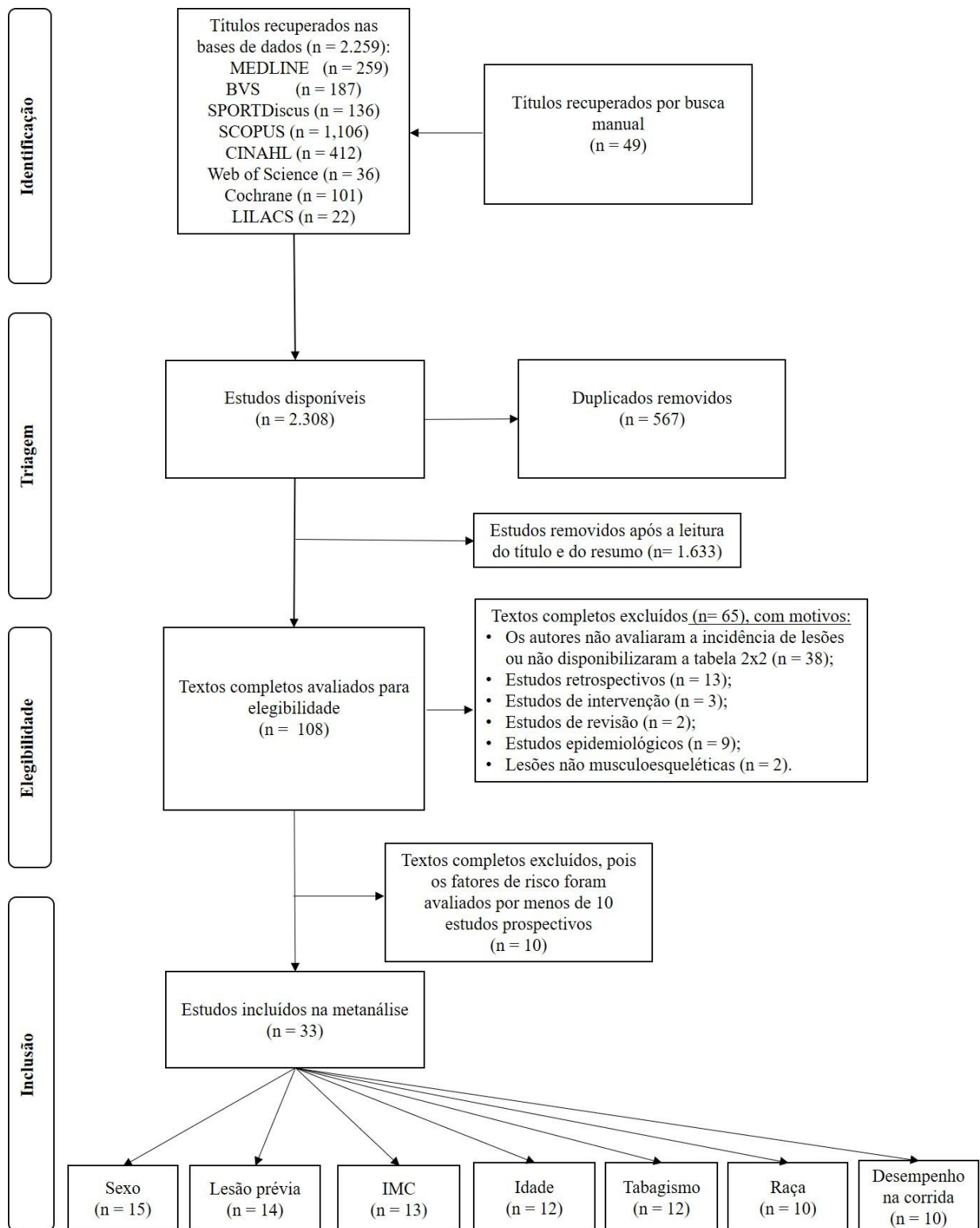


Figura 1: Diagrama de fluxo dos estudos incluídos. Dos 33 estudos incluídos na metanálise, alguns investigaram mais de um fator de risco; IMC = índice de massa corporal.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 1. Características dos estudos incluídos

Autor	Amostra	Fator de risco	Definição lesão	Tempo de seguimento
Armstrong <i>et al.</i> (2004)[5]	n = 1.224 militares da academia naval dos EUA	Sexo	Militares que procuram atendimento médico para dor musculoesquelética relacionada com a atividade. Exames complementares foram utilizados em casos de suspeita de fratura por estresse.	NR
Bedno <i>et al.</i> (2014)[25]	n = 10.692 membros serviço ativo (Força Aérea)	Sexo, etnia, idade	Foram investigadas duas categorias: (1) qualquer lesão; e (2) lesão relacionada com o exercício.	12 meses
Bell <i>et al.</i> (200)[53]	n = 861 trainees do Exército	Sexo, etnia	Qualquer condição que tenha promovido a procura por cuidados médicos.	2 meses
Blacker <i>et al.</i> (2009)[23]	N = 13.417 recrutas do Exército	Idade, sexo, IMC, desempenho em teste de corrida, sexo, etnia.	Lesões relacionadas ao treinamento e que foram diagnosticadas por pessoal médico treinado. Incluiu lesões agudas ou por excesso de uso.	3 meses
Cosio-Lima <i>et al.</i> (2013)[54]	n = 1.064 cadetes submetidos à formação básica (Guarda Costeira dos EUA)	Sexo	Um fisioterapeuta que fazia parte da equipe registrou as lesões relacionadas com o treinamento.	2 meses
Cowan <i>et al.</i> (2011)[55]	n = 7.323 membros ativos do Exército	IMC	Lesões por excesso de uso foram definidas como “sobrecarga de energia de longo prazo, resultando em microtraumas cumulativos”. Dois autores independentemente revisaram os diagnósticos. As diferenças foram resolvidas através de consenso. Utilizou-se o primeiro encontro médico ambulatorial (um indivíduo foi contado apenas uma vez, independentemente do número de lesões).	3 meses
Finestone <i>et al.</i> (2008)[24]	n = 135 recrutas durante a formação inicial	Sexo	Todos os recrutas foram examinados no campo por uma equipe de cirurgiões ortopédicos cada 2 a 3 semanas durante as semanas de treinamento básico. Foram registradas as lesões por excesso de uso.	4 meses
George <i>et al.</i> (2012)[56]	n = 1.230 Exército dos EUA	Sexo, tabagismo, etnia	Foram registrados os sintomas de LBP, que foram fornecidos pelos soldados por e-mail, e essa informação foi utilizada para determinar o episódio inicial da LBP depois	24 meses

Heir et al. (1996)[30]	n = 912 recrutas	Idade, IMC, desempenho em testes de corrida	de completar o treinamento. Lesão foi definida como uma dor, inflamação ou perturbação funcional que: (a) envolveu o sistema musculoesquelético ou tecidos moles; (B) foi suficientemente grave para o recruta para procurar e obter uma consulta médica; e (c) pode ter ocorrido completamente ou em parte, como uma tendo uma relação com o período de formação de base.	2 meses
Heir et al. (1997)[31]	n = 480 recrutas em treinamento no Exército	Idade, IMC, o desempenho na corrida, tabagismo	Lesão foi definida como uma dor, inflamação ou perturbação funcional que: (a) envolveu o sistema musculoesquelético ou tecidos moles; (B) foi suficientemente grave para o recruta para procurar e obter uma consulta médica; e (c) pode ter ocorrido completamente ou em parte, como uma tendo uma relação com o período de formação de base.	2,5 meses
Henderson et al. (2000)[26]	n = 726 soldados de combate médico avançado do Exército	Idade, IMC, lesão prévia, tabagismo, sexo, etnia	Para os fins deste estudo, considerou-se lesões agudas ou por excesso de uso que causaram uma visita a um prestador de cuidados médicos.	2,5 meses
Hurby et al. (2015)[57]	n = 736.608 soldados que entram no Exército dos EUA entre 2001 e 2011	IMC	Foram registrados os códigos CID-9 relacionados à inflamação e dor.	NR
Jones et al. (1993)[58]	n = 391 militares durante a formação básica do Exército	IMC, desempenho em testes de corrida	Foram incluídas três definições: a primeira categoria simplesmente incluiu quaisquer indivíduos que receberam um diagnóstico de uma lesão musculoesquelética; a segunda categoria incluiu apenas aqueles com lesões de membros inferiores; a terceira categoria incluiu apenas aqueles que tiveram uma lesão diagnosticada e foram afastados do serviço por 1 ou mais dias por um médico ou assistente do médico; a quarta categoria incluiu militares que sofreram fratura por estresse.	2 meses
Jones et al. (1993)b[59]	n = 303 militares do	Idade, etnia, tabagismo,	Lesões musculoesqueléticas de membros	3 meses

	curso de infantaria do exército	desempenho em testes de corrida	inferiores.	
Knapik et al. (2007)[60]	n = 561 mecânicos do Exército	Sexo	Danos físicos ao corpo que gerou a procura por atendimento médico uma ou mais vezes. Usando o diagnóstico obtido dos prontuários, lesões por esforço de uso foram registradas.	3 meses
Knapik et al. (2011)[61]	n = 2.072 Exército treinamento básico de combate	Sexo	Danos físicos ao corpo presumivelmente devido a microtraumas repetitivos foram considerados como lesão.	2,3 meses
Knapik et al. (2013)[28]	n = 1.633 estagiários engenheiro de combate	Idade, IMC, tabagismo, lesão prévia, etnia	As lesões dos recrutas foram obtidas do Centro de Vigilância Sanitária Forças Armadas (AFHSC).	3,5 meses
Lappe et al. (2001)[62]	n = 3.758 recrutas do Exército	Idade, etnia, tabagismo	Fraturas por estresse foram diagnosticadas segundo critérios clínicos/radiográficos uniformemente aplicados.	2 meses
Matilla et al. (2007)[63]	n = 152.095 recrutas (início da vida militar)	Sexo, idade, desempenho em testes de corrida, IMC	Lesões por esforço repetitivo com fratura do osso da pélvis, quadril, coxa ou joelho.	~ 2 meses
Monnier et al. (2016)[27]	n = 137 fuzileiros navais	Lesão prévia	A presença de qualquer dor torácica ou lombar, que tenham limitado a capacidade de trabalho.	12 meses
Pihlajamaki et al (2019)[64]	n = 4.029 recrutas macho do finlandês	Tabagismo, lesão prévia	Fraturas por estresse diagnosticadas em visitas ao centro médico.	2 meses
Rauh et al. (2006)[33]	n = 824 recrutas femininas do corpo de fuzileiros navais	Idade, etnia, IMC, lesão prévia, o desempenho em testes de corrida	As lesões foram categorizadas como fraturas por estresse de membros inferiores ou em outro tipo de lesão por overuse. Critérios para definição de fraturas: 1) apresentação clínica da dor localizada de início insidioso, sem trauma agudo antes, agravadas pelas atividades de suporte de peso repetitivas, e aliviada com o repouso; e 2) uma radiografia de confirmação e/ou cintilografia óssea em um local consistente com a apresentação clínica. Outras lesões por overuse: diagnosticadas por um médico do esporte e registradas no prontuário do recruta.	NR
Reynolds et al. (1999)[65]	n = 218 soldados de infantaria	Idade, tabagismo, etnia	Para este estudo, uma lesão foi definida como qualquer lesão por excesso de uso ou traumáticas relacionadas com a marcha.	5 dias (total de 161 km de cross-country marcha ao longo de 5 dias com uma massa de

Roy et al. (2013)[66]	n = 805 soldados brigada do Exército dos EUA no Afeganistão	Sexo, tabagismo, lesão prévia, idade	Soldados foram consultados se eles experimentaram LBP durante tarefas ocupacionais para o período de seguimento.	carga de 47 ± 5 kg 12 meses
Schoenfeld et al. (2014)[40]	n = 4.087 soldados do exército enviados para o Iraque	Sexo, idade	Lesões foram definidas em de combate ou não-combate. Soldados que completaram o seguimento sem sofrer lesões foram considerados o grupo controle.	15 meses
Shaffer et al. (2006)[67]	n = 152 US recrutas do corpo de fuzileiros navais	Etnia, IMC, lesão anterior	Todos os voluntários foram observados durante todo o treinamento básico para a ocorrência lesões da extremidade inferior, com atenção específica para fraturas por estresse.	3,1 meses
Sharma et al. (2019)[68]	n = 562 recrutas de infantaria	Tabagismo, desempenho em testes de corrida	Dor, inflamação ou perturbação funcional que envolveu os ossos, articulações, músculos, tendões, ligamentos e tecido conjuntivo associado, mas não incluiu bolhas ou celulite. Apenas lesões relacionadas ao treinamento e que necessitaram de atendimento de saúde foram incluídas.	6,5 meses
Sharma et al. (2011)[69]	n = 468 recrutas de infantaria	Tabagismo	Dor ao longo da região posterior-medial da tíbia, que tenha ocorrido durante o exercício que não fosse causada por problemas isquêmicos ou fraturas por estresse.	6,5 meses
Taanila et al. (2015)[21]	n = 1.411 recrutas	Idade, IMC, tabagismo, lesão prévia	Lesão foi definida como um evento que resultou em danos físicos ou dor para a qual o recruta procurou atendimento médico da clínica da guarnição. Lesões que ocorreram durante o tempo de lazer do recruta ou nas férias ou de volta à guarnição também foram incluídas nas análises	6 meses
Trone et al. (2014)[70]	n = 980 recrutas do Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA	Idade, IMC, o desempenho em testes de corrida	Lesões musculoesqueléticas, que incluiu aquelas registradas na Classificação Internacional de Doenças, relacionadas com lesões presumivelmente resultantes de uso excessivo.	3 meses
Uhorchak et al. (2003)[71]	n = 1.198 cadetes militares dos EUA	Sexo	Lesões de LCA baseadas exame físico ortopédico (incluindo imagens) e que foram confirmados por exame artroscópico. A determinação de se o mecanismo de lesão foi	48 meses

			com ou sem contato, foi com base no prontuário de cada participante, e no testemunho de médicos, preparadores físicos ou terapeutas físicos presentes no momento da lesão.	
Waterman <i>et al.</i> (2010)[72]	n = 1.439 cadetes	Sexo	Todas as lesões resultantes em afastamento do esporte ou atividade e que necessitaram de atendimento clínico foram documentados. Entorses de tornozelo lateral foram diagnosticadas com base na história de uma lesão no tornozelo pelo mecanismo de inversão ou flexão plantar, sensibilidade na distribuição do anterior do ligamento talofibular ou no ligamento calcaneofibular, e dor nos movimentos de inversão passiva ou translação anterior. Entorses de tornozelo mediais foram diagnosticadas por um mecanismo de eversão ou dorsiflexão de tornozelo, dor na distribuição ligamento deltóide, e/ou dor com rotação externa passiva. Entorse do tornozelo sindesmótica foi diagnosticada com base na história da rotação externa ou lesão dorsiflexão, sensibilidade tibiofibular e dor durante o teste de esforço de rotação externa, aperto teste.	24 meses
Yates <i>et al.</i> (2004)[73]	n = 124 recrutas fuzileiros navais	Sex, lesão prévia	MTSS foi definida como “dor ao longo da face posteromedial da tibia que ocorreu devido ao exercício, excluindo a dor de origem isquêmica ou sinais de fratura por estresse.	2,5 meses

Legenda: IMC = índice de massa corporal; LCA = ligamento cruzado anterior; MTSS = síndrome do estresse tibial medial; NR = não relatado.

Fonte: O autor, 2020.

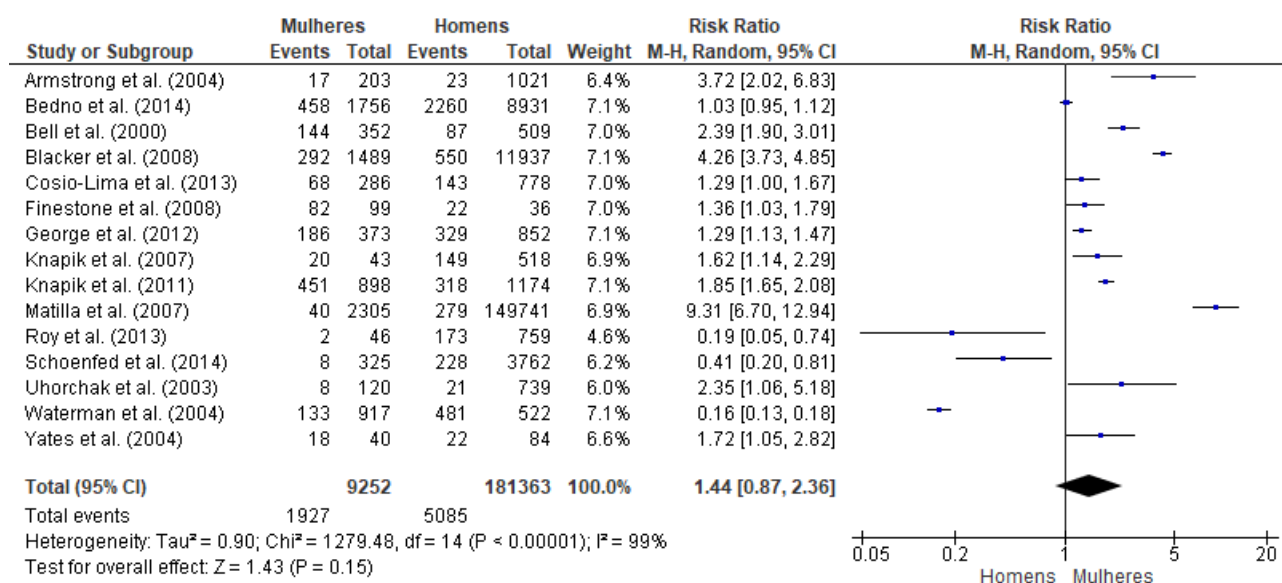


Figura 2. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o sexo para a predição de lesão. Os participantes foram classificados em dois grupos: mulheres (n = 9.252) e homens (n = 181.363). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

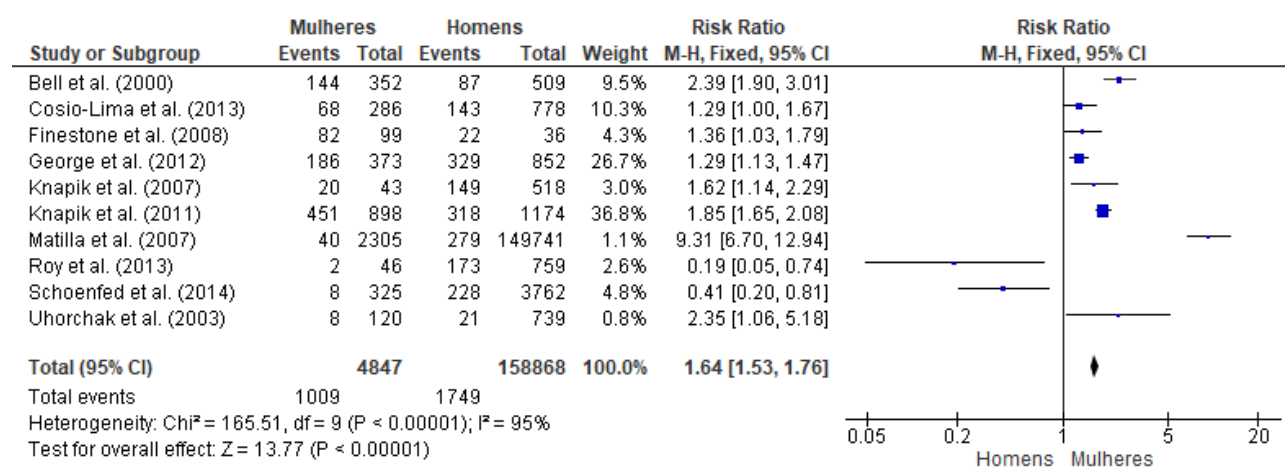


Figura 2.1: Análise de subgrupo dos *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o sexo para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram apenas o primeiro critério de definição de lesões “necessidade de atenção médica”. Os participantes foram classificados em dois grupos: mulheres (n = 4.847) e homens (n = 158.868). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

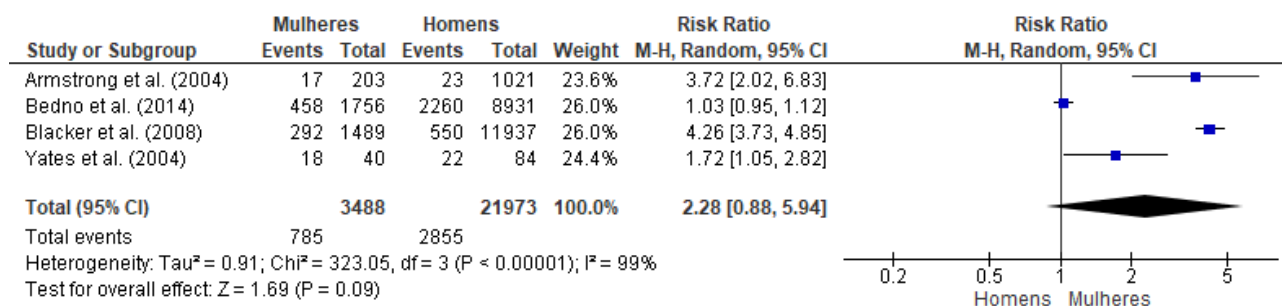


Figura 2.2. Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o sexo para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram os critérios 1 e 2 de definição de lesões “necessidade de atenção médica” e “ter sido decorrente de treinamento ou competição”. Os participantes foram classificados em dois grupos: mulheres (n = 4.847) e homens (n = 158.868). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

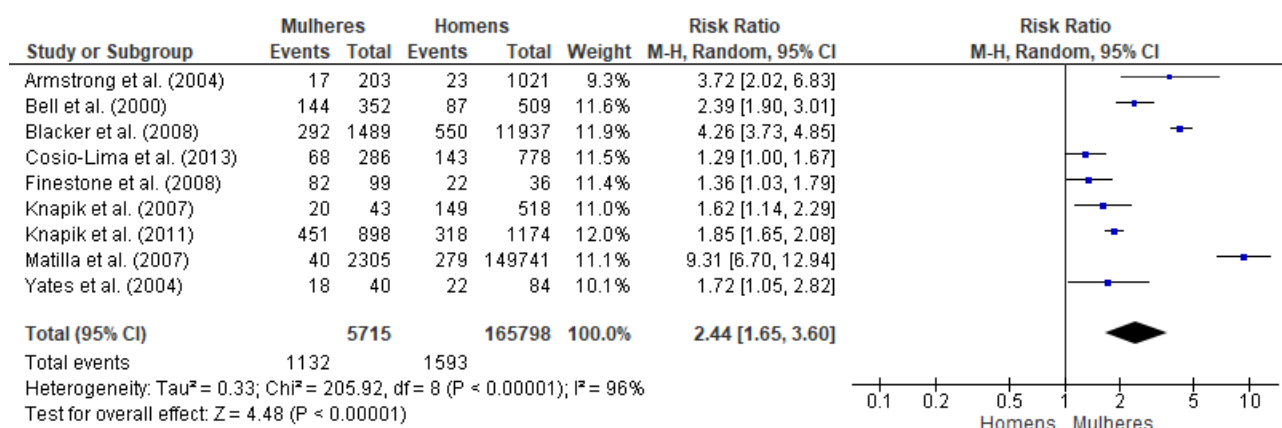


Figura 2.3 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o sexo para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento inferior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: mulheres (n = 5.715) e homens (n = 165.798). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

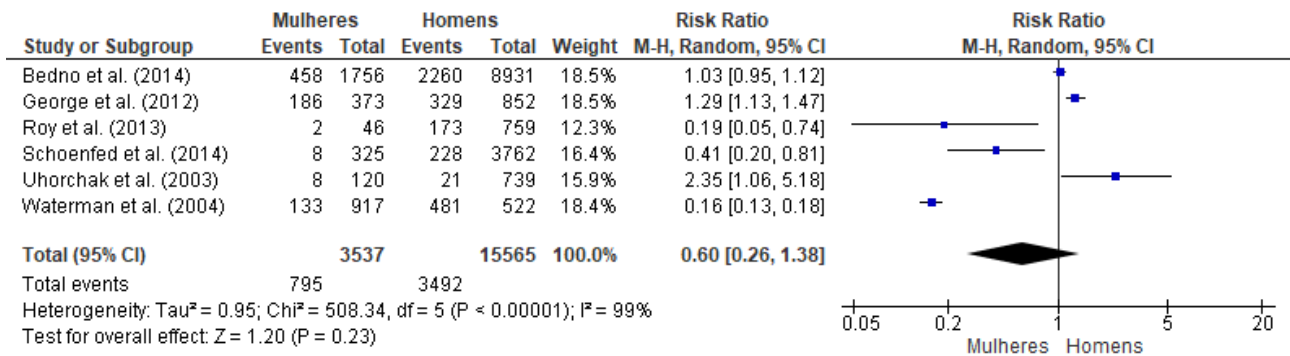


Figura 2.4 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o sexo para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento igual ou superior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: mulheres (n = 3.537) e homens (n = 15.565). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

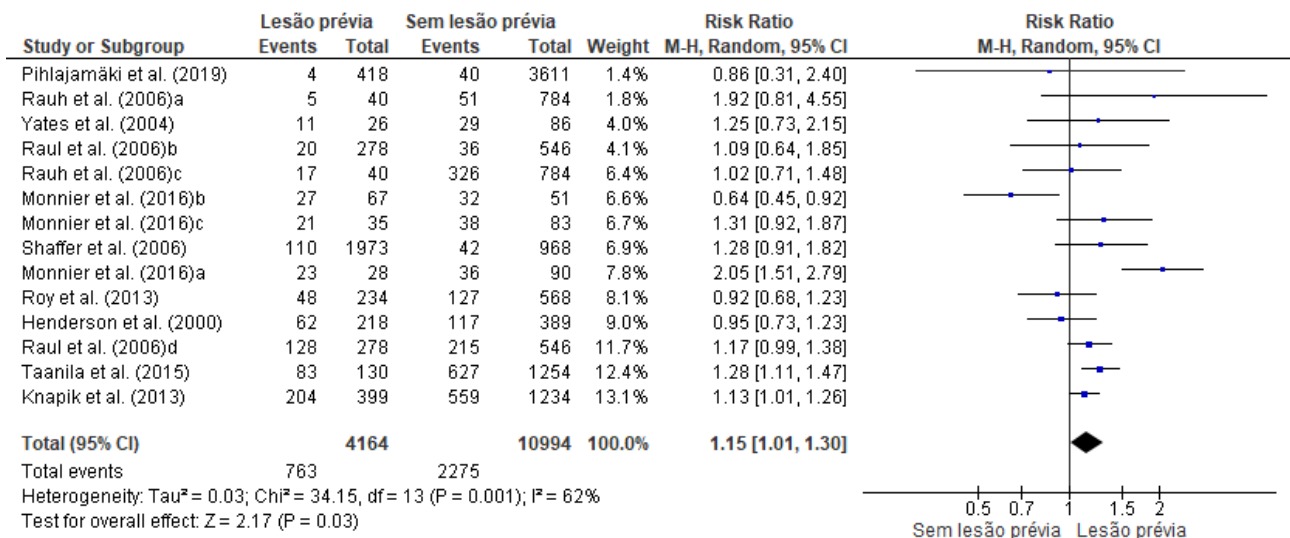


Figura 3. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram lesão prévia para a predição de lesão. Os participantes foram classificados em dois grupos: com lesão prévia (n = 4.164) e sem lesão prévia (n = 10.994). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

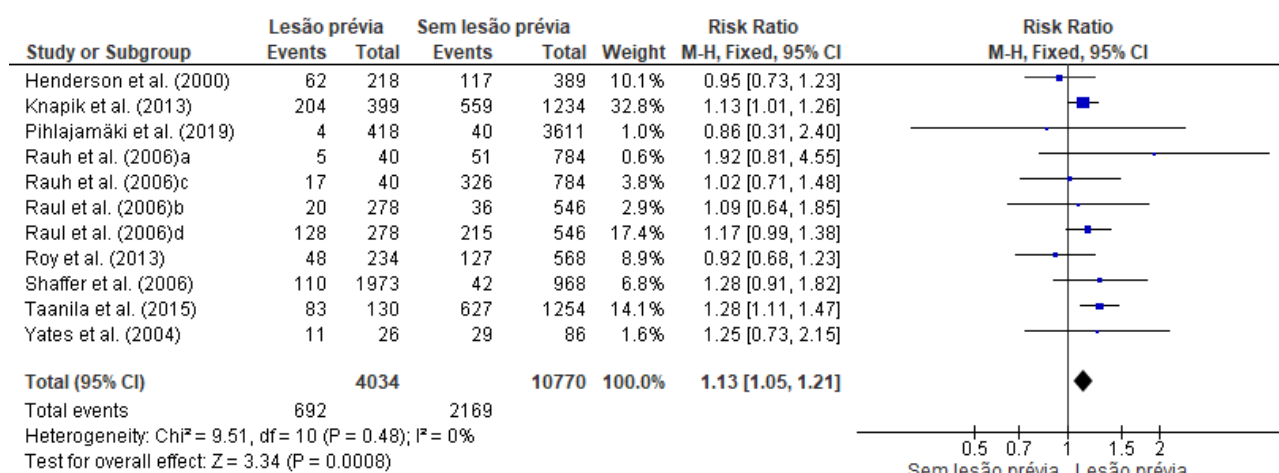


Figura 3.1- Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o histórico de lesões prévias ao período de seguimento para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram o critério 1 de definição de lesões “necessidade de atenção médica”. Os participantes foram classificados em dois grupos: lesão prévia (n = 4.034) e sem lesão prévia (n = 10.770). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

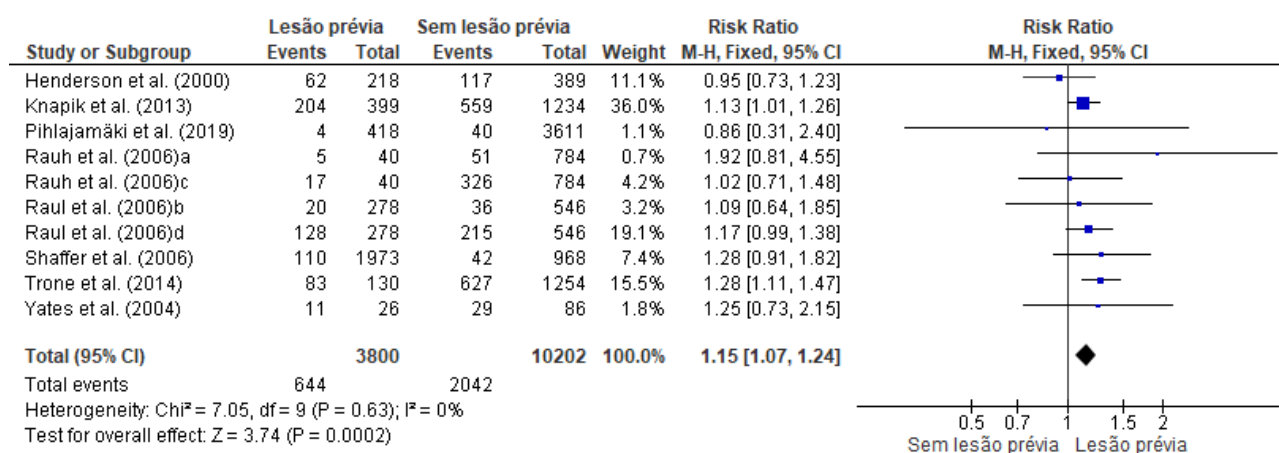


Figura 3.2 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o histórico de lesões prévias ao seguimento para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento inferior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: lesão prévia (n = 3.800) e sem lesão prévia (n = 10.202). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

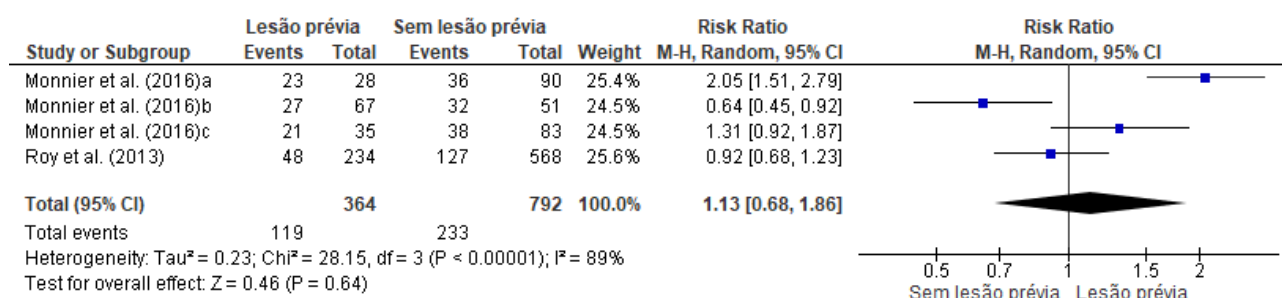


Figura 3.3 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o histórico de lesões prévias ao seguimento para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento igual ou superior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: lesão prévia (n = 364) e sem lesão prévia (n = 792). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

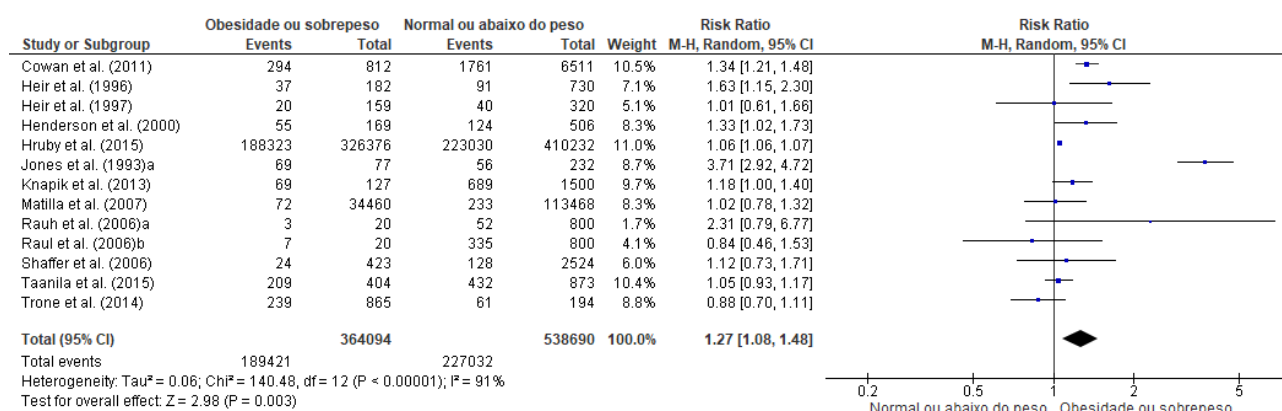


Figura 4. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o índice de massa corporal (IMC) para a predição de lesão. Os participantes foram classificados em dois grupos: com obesidade ou sobrepeso (n = 364.094) e normal ou abaixo do peso (n = 538.690). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

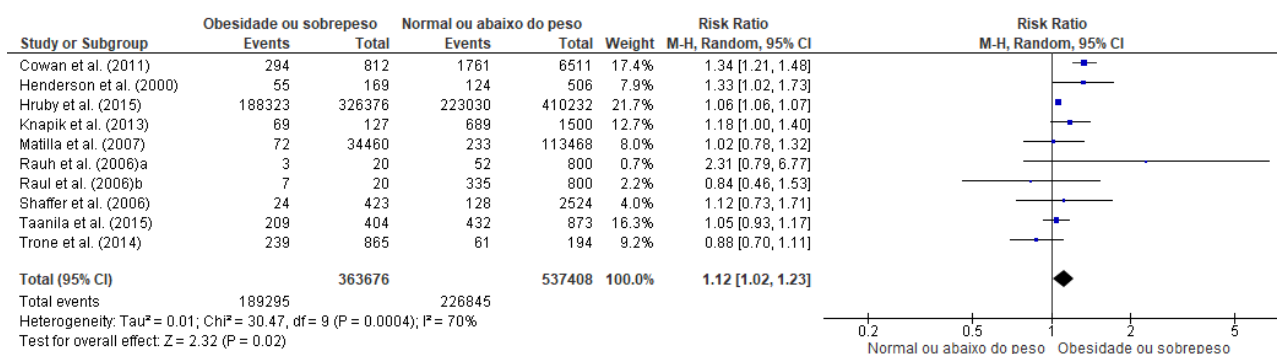


Figura 4.1 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o índice de massa corporal para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram o critério 1 de definição de lesões “necessidade de atenção médica”. Os participantes foram classificados em dois grupos: obesos ou com sobrepeso (n = 363.676) e normais ou abaixo do peso (n = 537.408). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

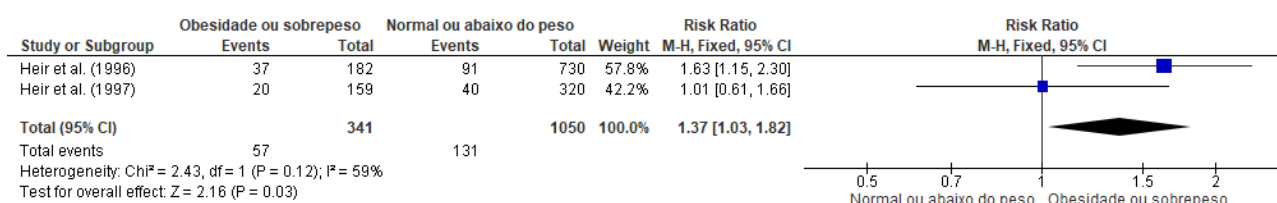


Figura 4.2 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o índice de massa corporal para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram os critérios 1 e 2 de definição de lesões “necessidade de atenção médica” e “ter sido decorrente de treinamento ou competição”. Os participantes foram classificados em dois grupos obesos ou com sobrepeso (n = 341) e normais ou abaixo do peso (n = 1.050). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

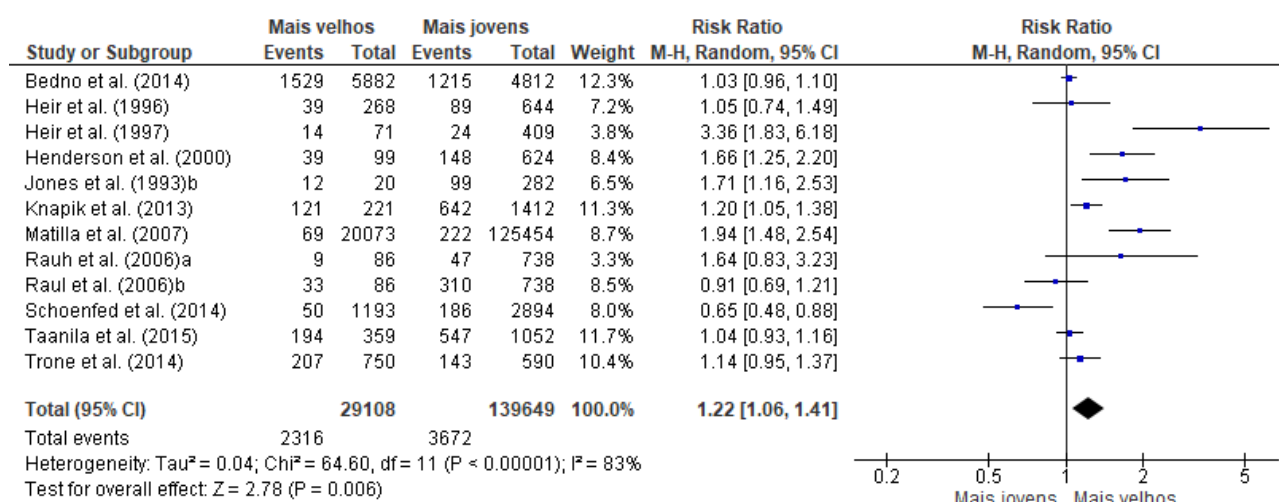


Figura 5. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a idade para a predição de lesão. Os participantes foram classificados em dois grupos: mais velhos ou quartil mais idoso (n = 29.108) e quartis mais jovens (n = 139.649). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

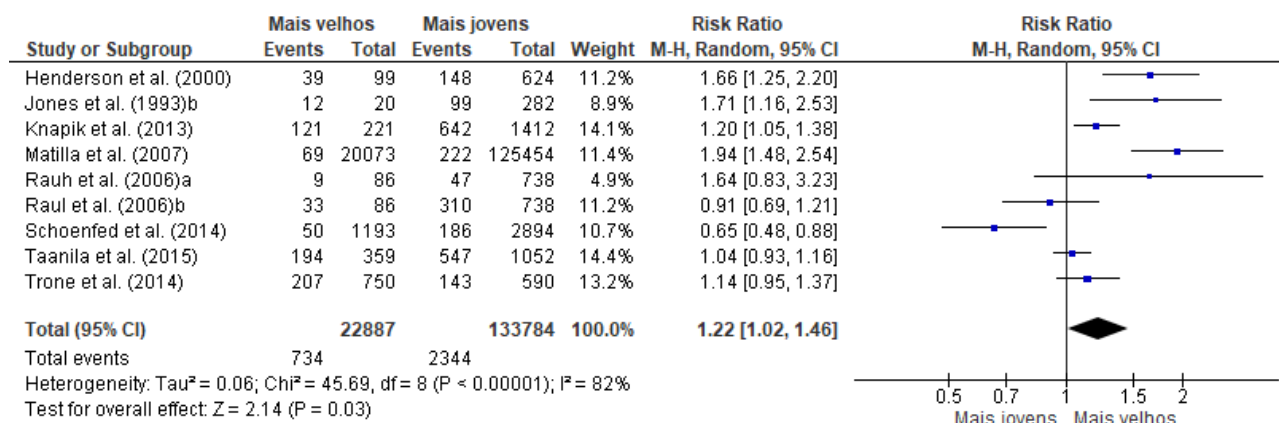


Figura 5.1 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a idade para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram o critério 1 de definição de lesões “necessidade de atenção médica”. Os participantes foram classificados em dois grupos: mais velhos (n = 22.887) e mais jovens (n = 133.784). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

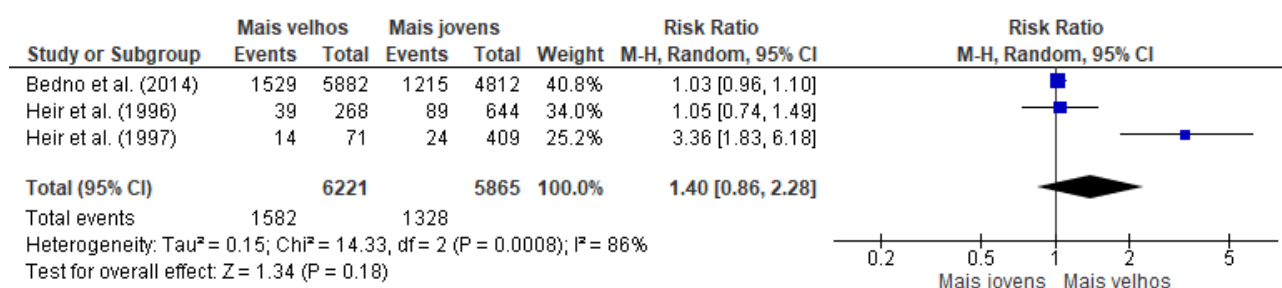


Figura 5.2 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a idade para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram os critérios 1 e 2 de definição de lesões “necessidade de atenção médica” e “ter sido decorrente de treinamento ou competição”. Os participantes foram classificados em dois grupos: mais velhos (n = 6.221) e mais rápidos (n = 5.865). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

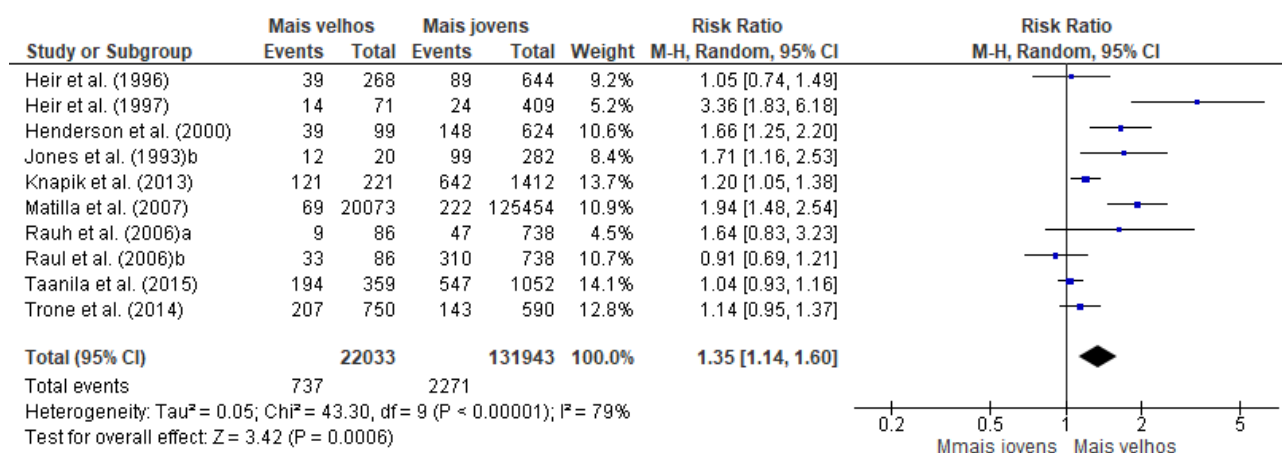


Figura 5.3 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a idade para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento inferior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: mais velhos (n = 22.033) e mais jovens (n = 131.943). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.



Figura 5.4 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a idade para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento igual ou superior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: mais velhos (n = 7.075) e mais jovens (n = 7.706). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

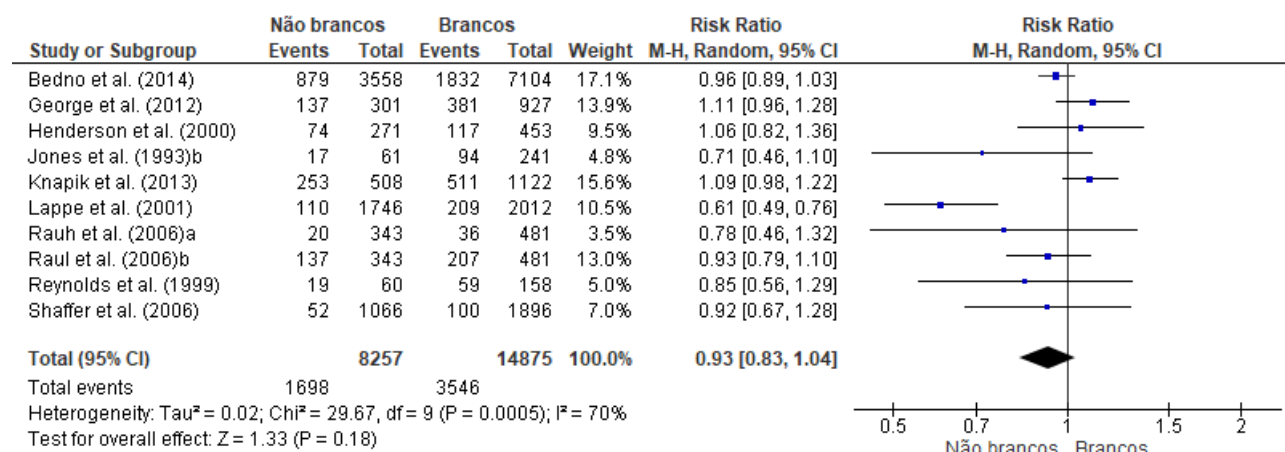


Figura 6. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a etnia para a predição de lesão. Os participantes foram classificados em dois grupos: não brancos (n = 8.257) e brancos (n = 14.875). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

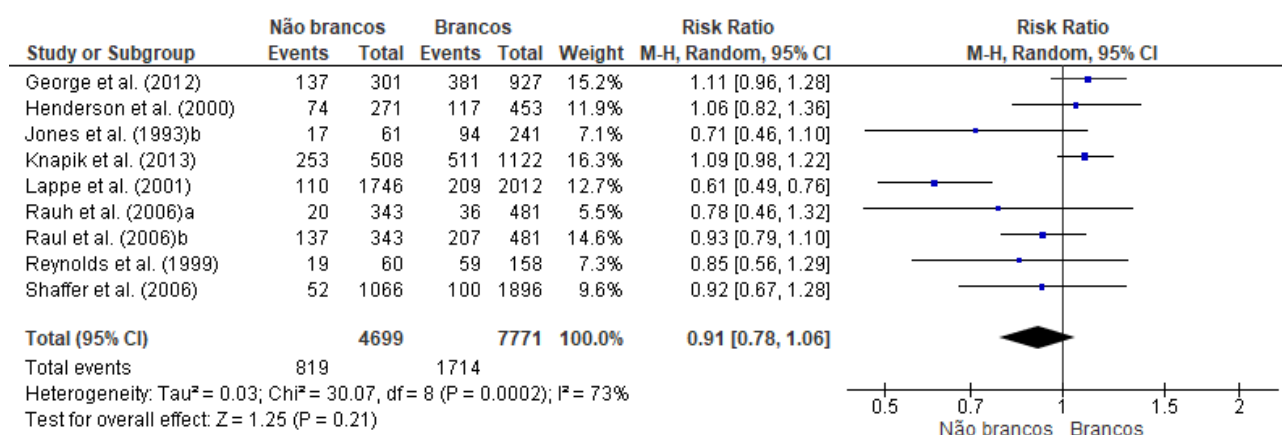


Figura 6.1 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a etnia para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram o critério 1 de definição de lesões “necessidade de atenção médica”. Os participantes foram classificados em dois grupos: não brancos (n = 4.699) e brancos (n = 7.771). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

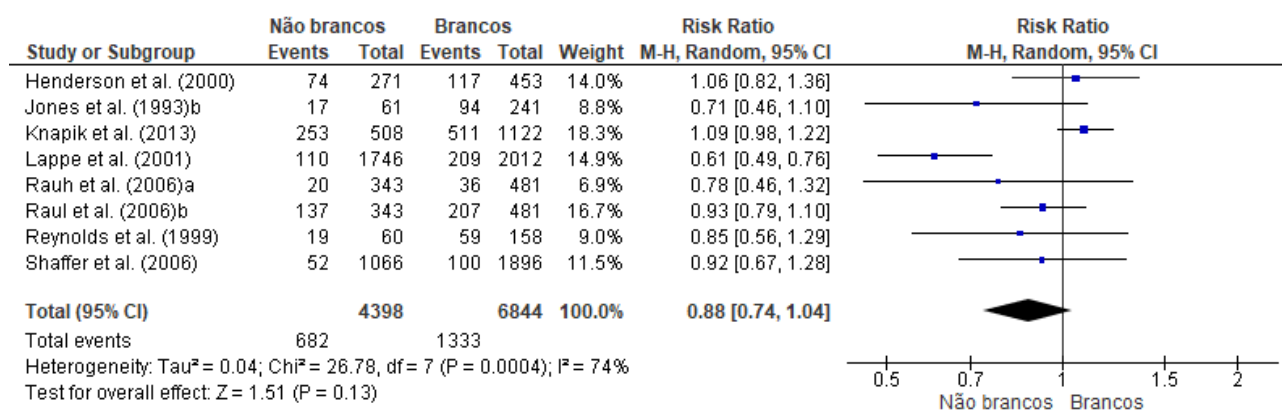


Figura 6.2 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a etnia para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento inferior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: não brancos (n = 4.398) e brancos (n = 6.844). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

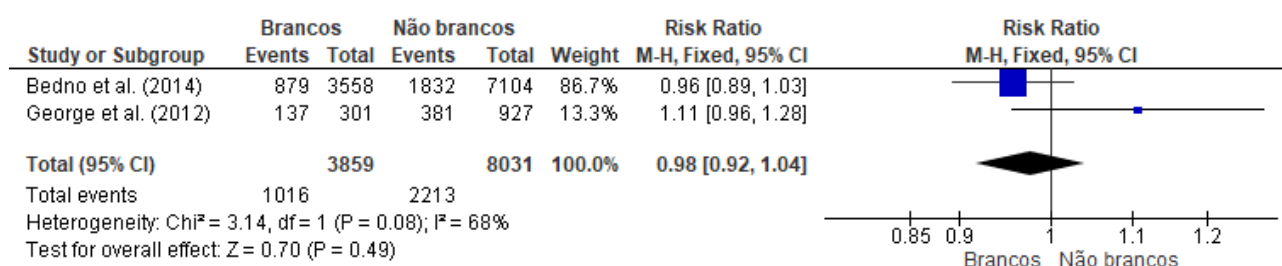


Figura 6.3 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram a etnia para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento igual ou superior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: não brancos (n = 3.859) e brancos (n = 8.031). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

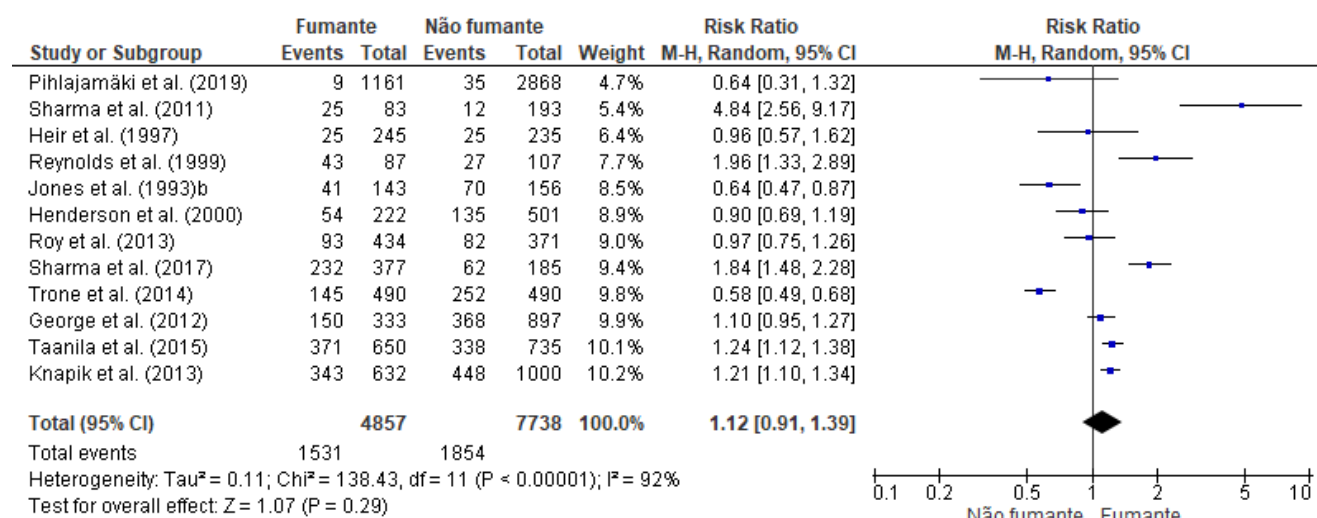


Figura 7. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o hábito de fumar para a predição de lesão. Os participantes foram classificados em dois grupos: fumantes (n = 4.857) e não fumantes (n = 7.738). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

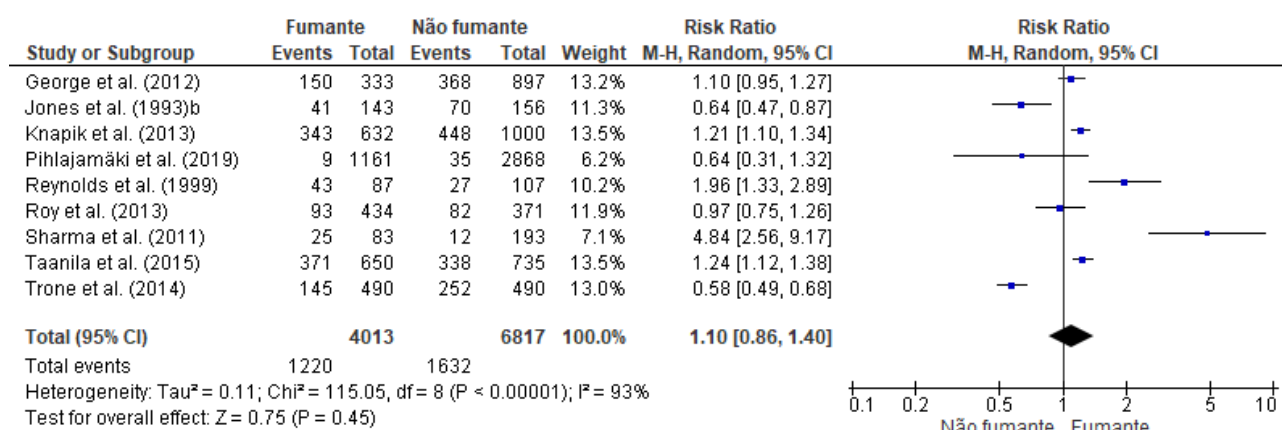


Figura 7.1 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o hábito de fumar para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram o critério 1 de definição de lesões “necessidade de atenção médica”. Os participantes foram classificados em dois grupos: fumantes (n = 4.013) e não fumantes (n = 6.817). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

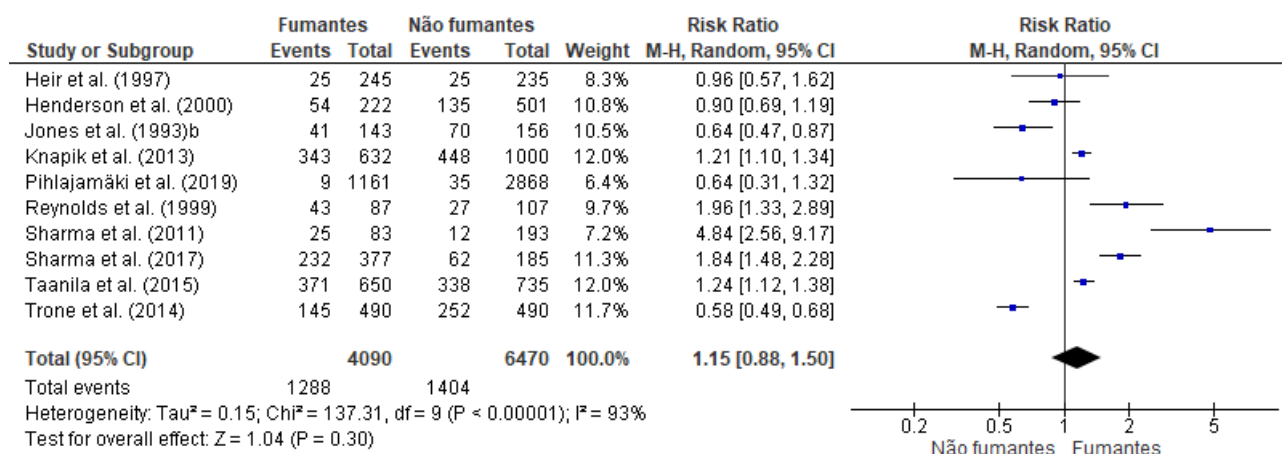


Figura 7.2 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o hábito de fumar para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento inferior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: fumantes (n = 4.090) e não fumantes (n = 6.470). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

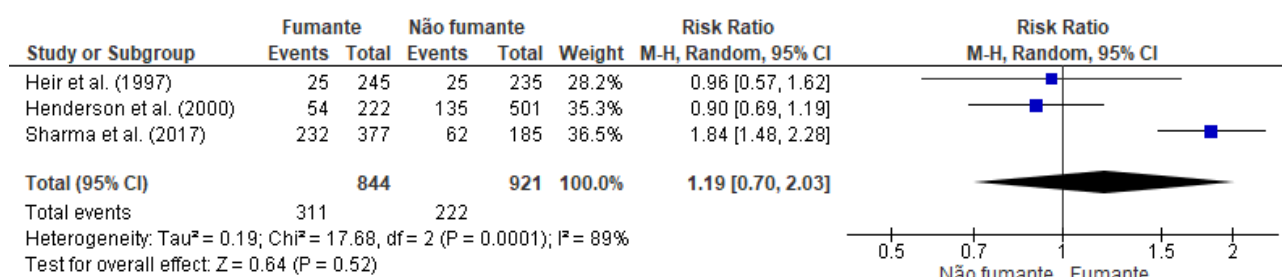


Figura 7.3 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o hábito de fumar para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram os critérios 1 e 2 de definição de lesões “necessidade de atenção médica” e “ter sido decorrente de treinamento ou competição”. Os participantes foram classificados em dois grupos: fumantes (n = 844) e não fumantes (n = 921). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

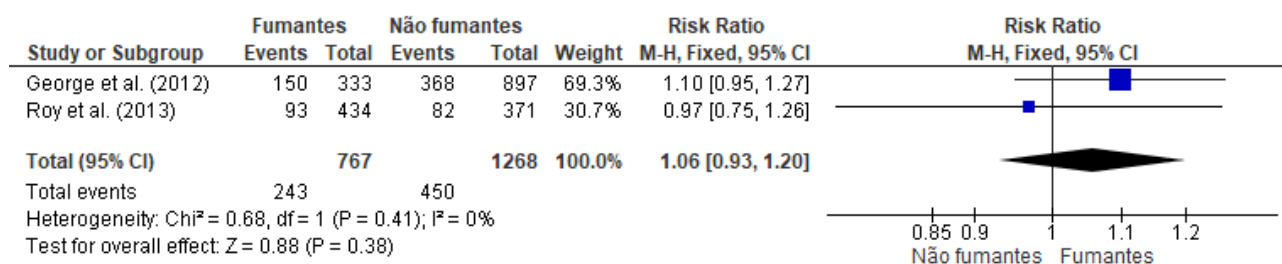


Figura 7.4 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o hábito de fumar para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que realizaram um período de seguimento igual ou superior a 12 meses. Os participantes foram classificados em dois grupos: fumantes (n = 767) e não fumantes (n = 1.268). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

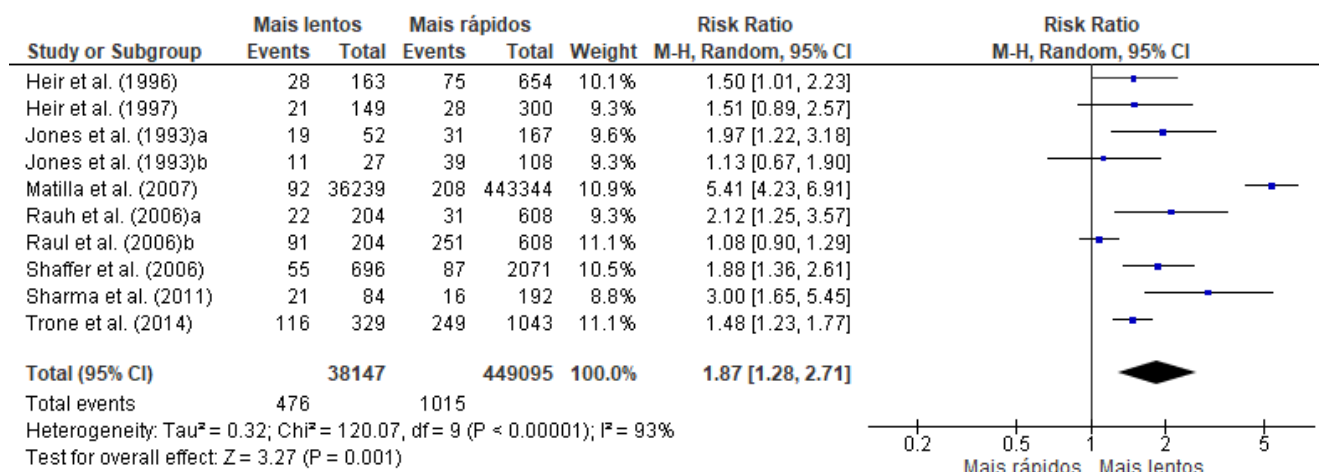


Figura 8. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200m para a predição de lesão. Os participantes foram classificados em dois grupos: quartil ou tercil mais lento (n = 38.147) e quartis ou tercis mais lentos (n = 449.095). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

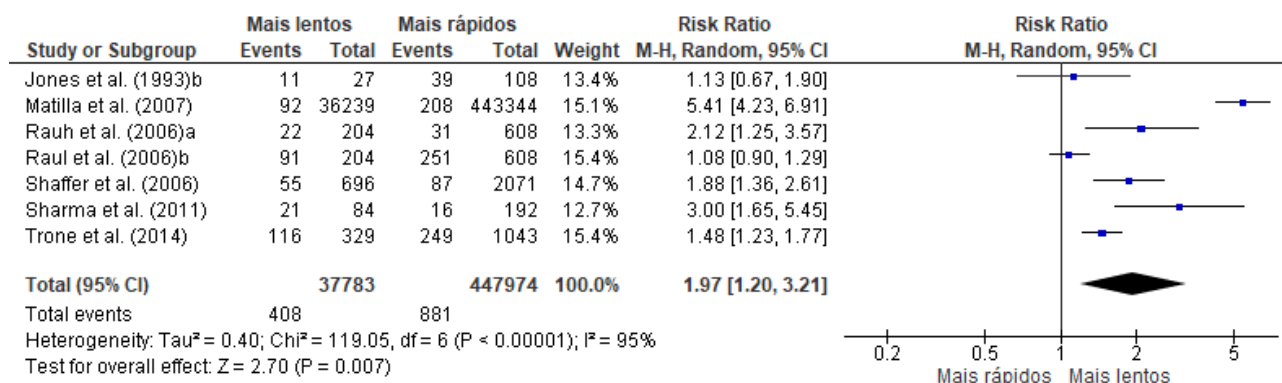


Figura 8.1 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200metros para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram o critério 1 de definição de lesões “necessidade de atenção médica”. Os participantes foram classificados em dois grupos: mais lentos (n = 37.783) e mais rápidos (n = 447.974). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

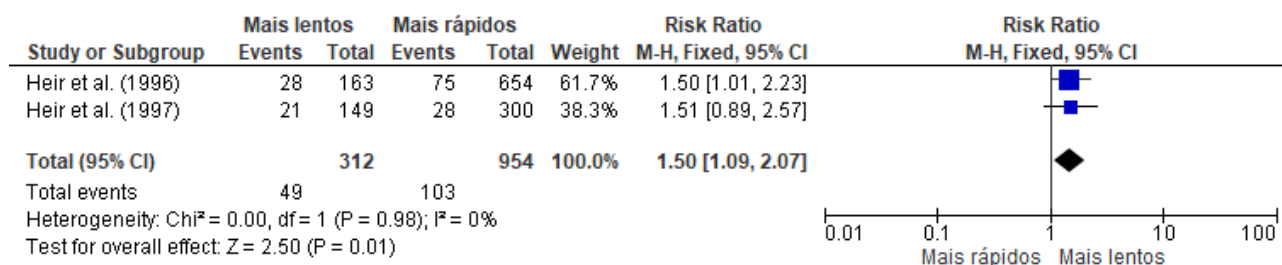


Figura 8.2 – Análise de subgrupo - *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os estudos que consideraram o desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200 metros para a predição de lesão. A análise de subgrupo incluiu estudos que consideraram os critérios 1 e 2 de definição de lesões “necessidade de atenção médica” e “ter sido decorrente de treinamento ou competição”. Os participantes foram classificados em dois grupos: mais lentos (n = 312) e mais rápidos (n = 954). Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 2 - Síntese da metanálise geral e por subgrupos de critérios de classificação de lesão e tempo de seguimento”

		Geral	C 1	C 1 + 2	< 12 meses	≥ 12 meses
Sexo	RR (P)	1,44 (0,15)	1,64 (0,00)	2,28 (0,09)	2,44 (0,00)	0,60 (0,23)
	I ² (P)	99% (0,00)	95% (0,00)	99% (0,00)	96% (0,00)	99% (0,00)
Lesão prévia	RR (P)	1,15 (0,03)	1,13 (0,0008)	NR	1,15 (0,0002)	1,13 (0,64)
	I ² (P)	62% (0,001)	0% (0,48)	NR	0% (0,63)	89% (0,00001)
IMC	RR (P)	1,27 (0,003)	1,12 (0,02)	1,37 (0,03)	NR	NR
	I ² (P)	91% (0,000001)	70% (0,0004)	59% (0,12)		
Idade	RR (P)	1,22 (0,006)	1,22 (0,03)	1,40 (0,86)	1,35 (0,0006)	0,84 (0,44)
	I ² (P)	83% (0,00001)	82% (0,0001)	86% (0,0008)	79% (0,00001)	88% (0,004)
Etnia	RR (P)	0,94 (0,33)	0,91 (0,21)	NR	0,88 (0,13)	0,93 (0,18)
	I ² (P)	73% (0,0001)	73% (0,0002)	NR	74% (0,0004)	68% (0,08)
Fumo	RR (P)	1,12 (0,29)	1,10 (0,45)	1,19 (0,52)	1,15 (0,30)	1,06 (0,38)
	I ² (P)	92% (0,00001)	93% (0,00001)	89% (0,0001)	93% (0,00001)	0% (0,41)
Corrida	RR (P)	1,87 (0,001)	1,97 (0,007)	1,50 (0,01)	NR	NR
	I ² (P)	93% (0,00001)	95% (0,00001)	0% (0,98)		

Legenda: RR = risco relativo; (P) = P-valor; I^2 = inconsistência; C1 = Estudos que adotaram apenas o primeiro critério de definição de lesões (“necessidade de atenção médica”); C 1 + 2 = estudos que adotaram os critérios 1 e 2 de definição de lesões (“necessidade de atenção médica” e “ter sido decorrente de treinamento ou competição”); < 12 meses = estudos com menos de 12 meses de seguimento; ≥ 12 meses = estudos com período de seguimento de 12 meses ou superior; NR = menos de dois estudos atenderam o critério.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 3 - Risco de Viés a partir da Escala Newcastle-Ottawa para estudos de coorte.

Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ponto	Risco
Jones <i>et al.</i> (1993)		*	*		*			*		4	Alto
Yates <i>et al.</i> (2004)		*	*	*	*		*	*	*	7	Baixo
Armstrong <i>et al.</i> (2004)		*	*		*	*		*		5	Baixo
Bedno <i>et al.</i> (2014)	*	*			*	*		*		5	Baixo
Bell <i>et al.</i> (2000)	*	*	*		*	*	*	*		7	Baixo
Cosio-Lima <i>et al.</i> (2013)	*	*	*		*	*		*		6	Baixo
Cowan <i>et al.</i>, 2011	*		*		*	*	*	*		6	Baixo
Finestone <i>et al.</i> (2008)		*	*		*	*		*		5	Baixo
George <i>et al.</i> (2012)	*	*	*	*	*	*		*		7	Baixo
Heir <i>et al.</i> (1996)	*	*	*		*	*		*		6	Baixo
Heir <i>et al.</i> (1997)	*	*	*		*	*		*	*	7	Baixo
Henderson <i>et al.</i> (2000)	*	*	*		*	*	*	*		7	Baixo
Hruby <i>et al.</i> (2015)	*	*	*		*	*	*		*	5	Baixo
Jones <i>et al.</i> (1993) b		*	*		*	*	*	*	*	7	Baixo
Knapik <i>et al.</i> (2007)	*	*	*		*	*	*	*	*	8	Baixo
Knapik <i>et al.</i> (2011)	*	*	*		*		*	*		6	Baixo
Knapik <i>et al.</i> (2013)	*	*	*		*	*	*	*		6	Baixo

Lappe et al. (2001)	*	*	*		*	*	*		6	Baixo
Mattila et al., (2007)	*	*	*		*	*	*		7	Baixo
Monnier et al., (2016)		*	*	*	*	*	*	*	6	Baixo
Rauh el al. (2006)	*	*	*		*	*	*	*	7	Baixo
Reynolds et al. (1999)		*	*		*	*	*		6	Baixo
Pihlajamäki et al. (2019)	*	*	*	*	*	*	*	*	7	Baixo
Roy et al. (2013)	*	*	*	*	*	*	*		7	Baixo
Schoenfeld et al. (2014)	*	*	*		*	*	*	*	6	Baixo
Shaffer et al. (2006)	*	*	*		*	*	*	*	7	Baixo
Sharma et al. (2018)		*	*	*	*		*		6	Baixo
Sharma et al. (2011)		*	*	*	*	*	*	*	7	Baixo
Taanila et al. (2015)	*	*	*	*	*	*	*	*	8	Baixo
Trone et al. (2014)	*	*	*		*		*	*	6	Baixo
Uhorchak et al. (2014)	*	*	*	*	*	*	*	*	9	Baixo
Waterman et al. (2010)	*	*	*	*	*		*	*	7	Baixo

Domínios da Escala de Newcastle-Ottawa (NOS): Seleção de (1 - representatividade da coorte exposta; 2- selecção da coorte não-exposta; 3 - averiguação de exposição; 4 - demonstração de que o resultado de interesse não estava presente na iniciar de estudo); Comparabilidade (5- principal factor e 6- qualquer factor adicional); e Resultado (7 - avaliação de resultados; 8 - se o follow-up foi o tempo suficiente para resultados que ocorram; e 9-adequação das coortes de acompanhamento).

Fonte: O autor, 2020.

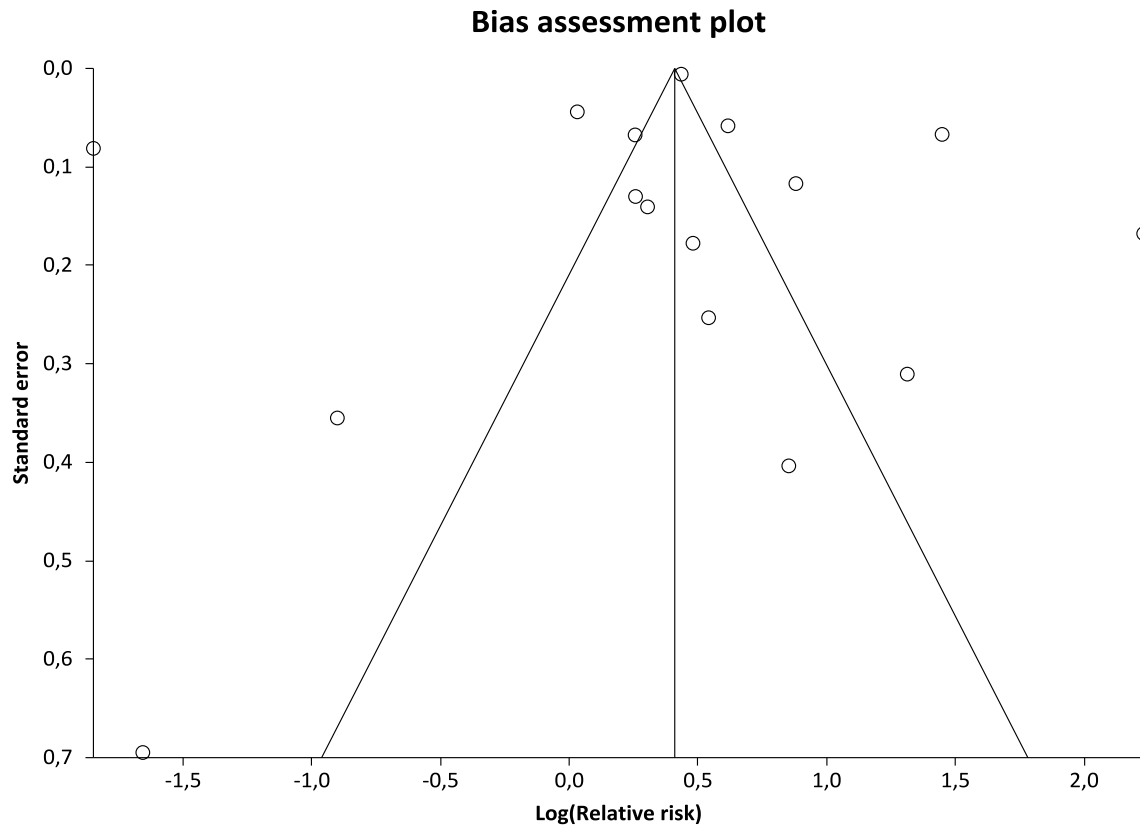


Figura 9. Gráfico de funil dos 15 estudos incluídos na metanálise para analisar a associação do sexo ao risco de lesão, com o Teste de Begg e Correlação de Mazumbar. A estatística de Kendall foi realizada, com Tau = -0,08; e Valor de P (2-tailed) = 0,62.

Fonte: O autor, 2020.

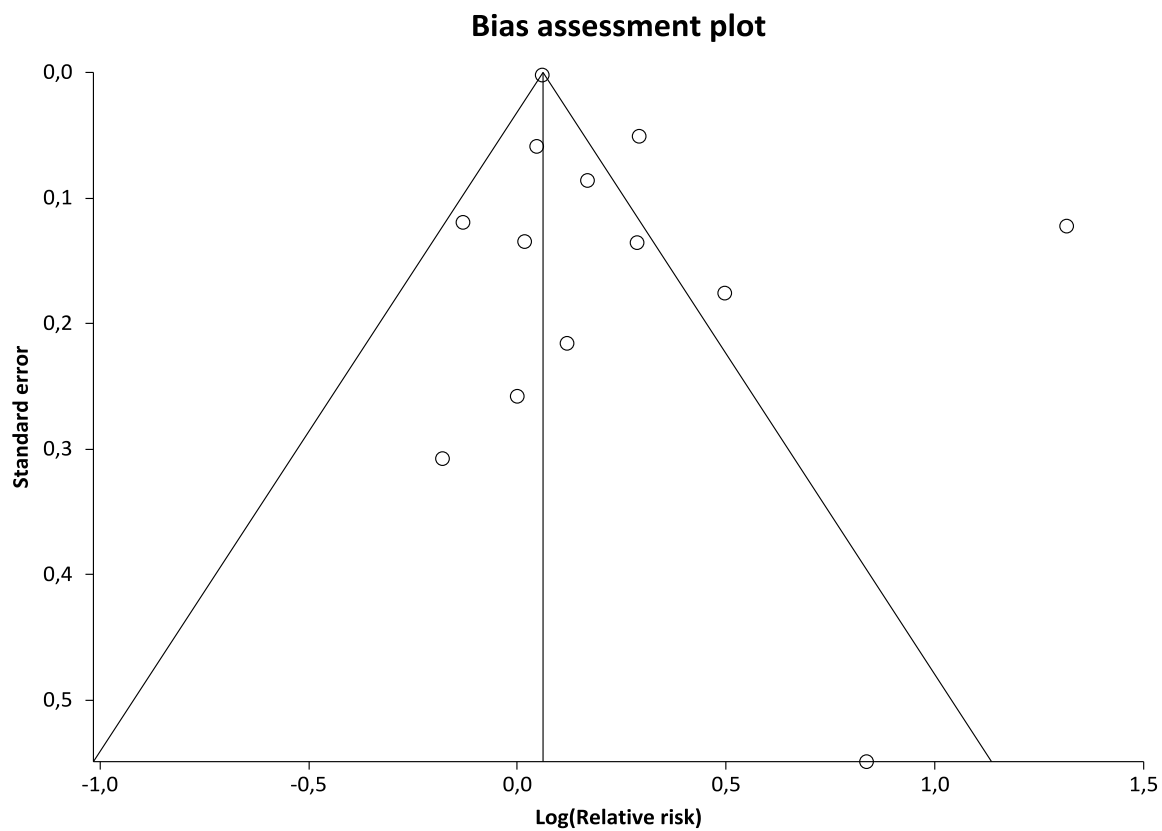


Figura 10. Gráfico de funil dos 13 estudos incluídos na metanálise para analisar a associação do índice de massa corporal (obesidade ou excesso de peso) ao risco de lesão, com o Teste de Begg e Correlação de Mazumbar. A estatística de Kendall foi realizada, com Tau = 0,03; e Valor de P (2-tailed) = 0,91.

Fonte: O autor, 2020.

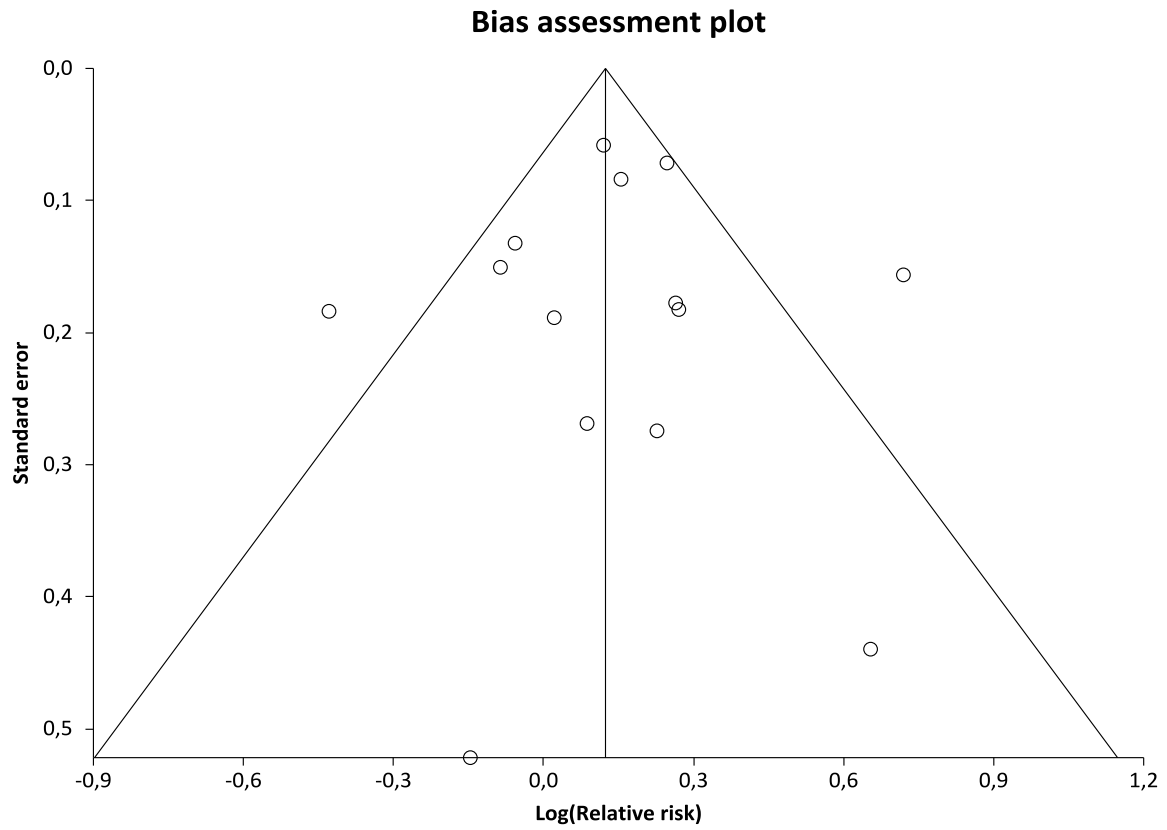


Figura 11. Gráfico de funil dos 14 estudos incluídos na metanálise para analisar a associação de lesões prévias ao risco de lesão, com o Teste de Begg e Correlação de Mazumbar. A estatística de Kendall foi realizada, com Tau = 0,03; e Valor de P (2-tailed) = 0,91.

Fonte: O autor, 2020.

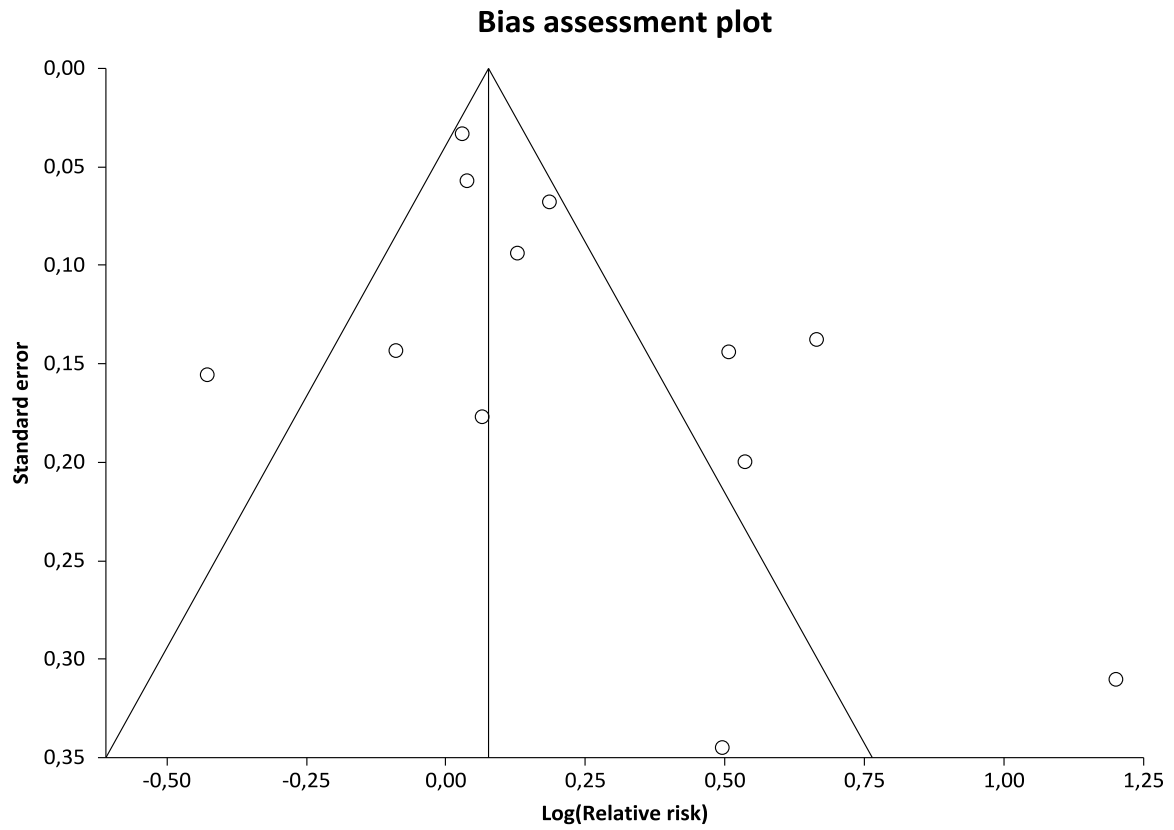


Figura 12. Gráfico de funil dos 12 estudos incluídos na metanálise para analisar a associação da idade ao risco de lesão, com o Teste de Begg e Correlação de Mazumbar. A estatística de Kendall com correção de continuidade, com Tau = 0,24; e Valor de P (2-tailed) = 0,31.

Fonte: O autor, 2020.

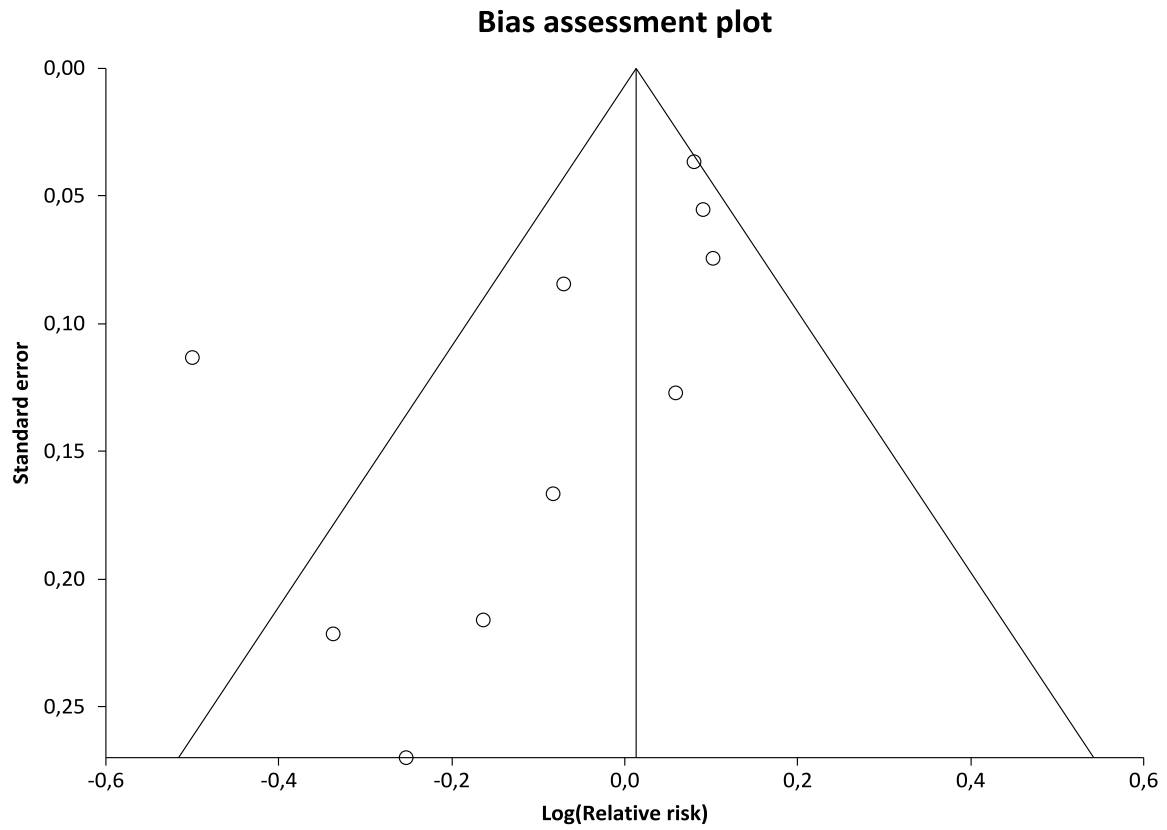


Figura 13. Gráfico de funil dos 12 estudos incluídos na meta-análise para analisar a associação da etnia ao risco de lesão, com o Teste de Begg e Correlação de Mazumbar. A estatística de Kendall com correção de continuidade foi realizada, com Tau = -0.55; e Valor de P (2-tailed) = 0,02 (low power).

Fonte: O autor, 2020.

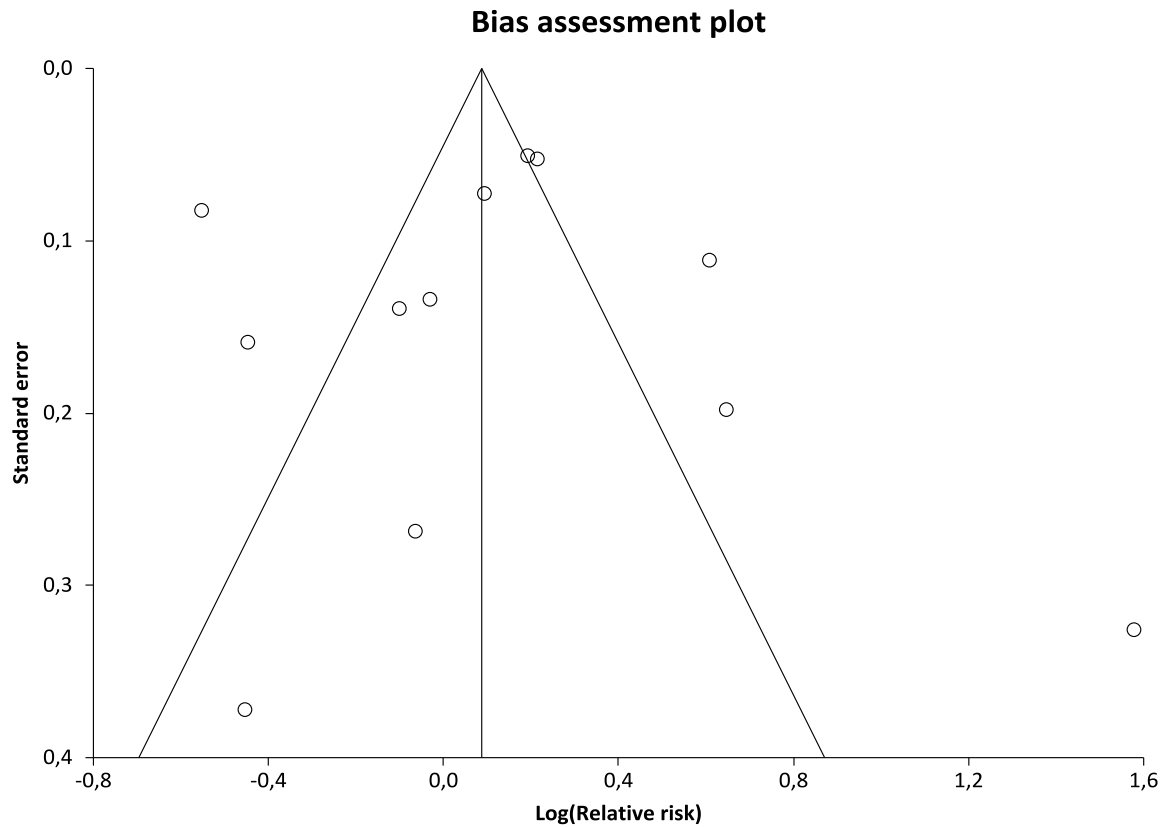


Figura 14. Gráfico de funil dos 12 estudos incluídos na metanálise para analisar a associação do hábito de fumar ao risco de lesões, com o Teste de Begg e Correlação de Mazumbar. A estatística de Kendall com correção de continuidade tau foi realizada, com Tau = -0.09; e Valor de P (2-tailed) = 0,63.

Fonte: O autor, 2020.

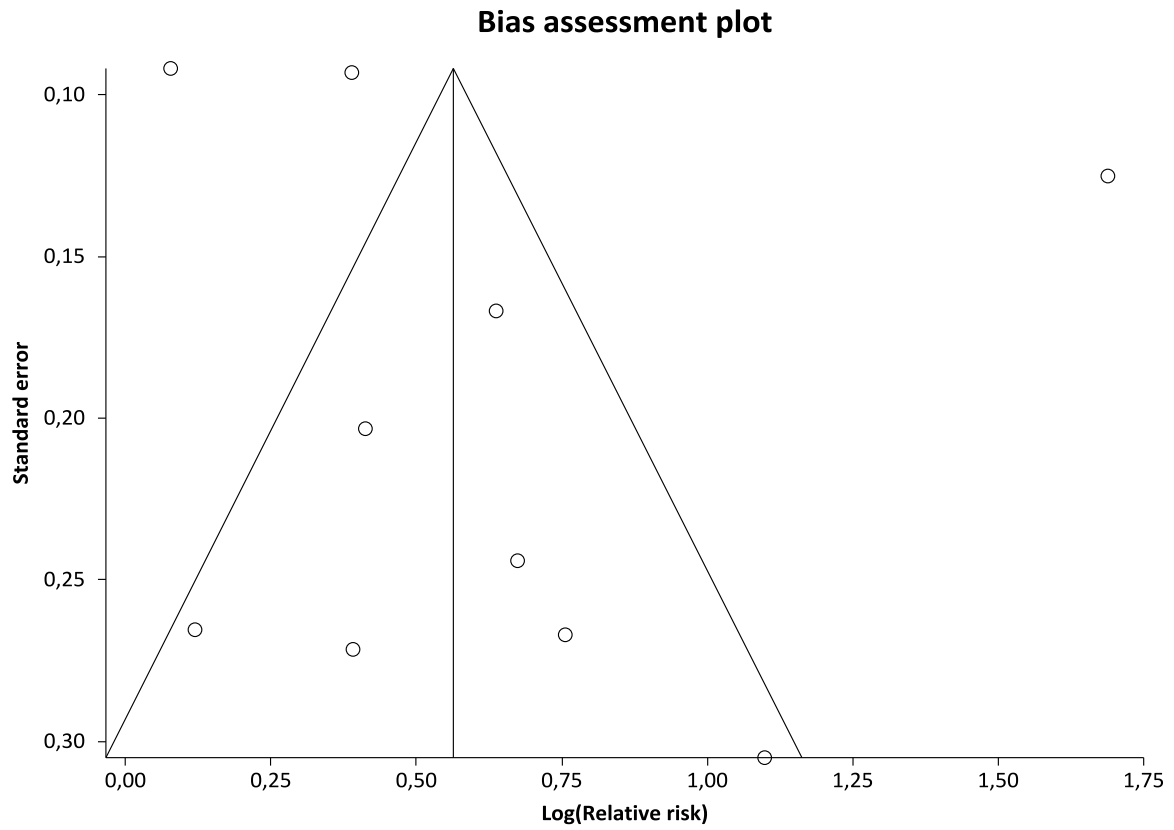


Figura 15. Gráfico de funil dos 10 estudos incluídos na metanálise para analisar a associação do desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200 metros ao risco de lesão, com o Teste de Begg e Correlação de Mazumbar. A estatística de Kendall com correção de continuidade foi realizada, com $\tau = 0,33$; e Valor de P (2-tailed) = 0,21.

Fonte: O autor, 2020.

Quadro 1. Nível de evidência da metanálise com o *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation of the Meta-analysis (GRADE)*

Avaliação da Certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº de estudos	Desenho de estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	Alto Risco	Baixo Risco	Relativa (IC 95%)	Absoluto (95% CI)		
Sexo												
15	Estudos observacionais	não é sério	muito sério ^a	não é sério	não é sério	Controle de fatores de confundimento Viés de publicação: não é suspeito ^b	1927/9252 (20.8%)	5085/181363 (2.8%)	RR 1.44 (0.87 to 2.36)	12 more per 1.000 (from 4 fewer to 38 more)	⊕○○○ MUITO BAIXO	IMPORTANTE
Lesões prévias												
14	Estudos observacionais	não é sério	muito sério ^a	não é sério	não é sério	Controle de fatores de confundimento Viés de publicação: não é suspeito ^b	763/4164 (18.3%)	2275/10994 (20.7%)	RR 1.150 (1.031 to 1.300)	31 more per 1.000 (from 6 more to 62 more)	⊕⊕○○ BAIXO	IMPORTANTE
Índice de massa corporal												
13	Estudos observacionais	não é sério	muito sério ^a	não é sério	não é sério	Controle de fatores de confundimento Viés de publicação: não é suspeito ^b	189421/364094 (52.0%)	227032/538690 (42.1%)	RR 1.27 (1.08 to 1.48)	114 more per 1.000 (from 34 more to 202 more)	⊕⊕○○ BAIXO	IMPORTANTE

Avaliação da Certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº de estudos	Desenho de estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	Alto Risco	Baixo Risco	Relativa (IC 95%)	Absoluto (95% CI)		
Idade												
12	Estudos observacionais	não é sério	muito sério ^a	não é sério	não é sério	Controle de fatores de confundimento Viés de publicação: não é suspeito ^b	2316/29108 (8.0%)	3672/139649 (2.6%)	RR 1.22 (1.06 to 1.41)	6 more per 1.000 (from 2 more to 11 more)	⊕○○○ MUITO BAIXO	IMPORTANTE
Etnia												
10	Estudos observacionais	não é sério	muito sério ^a	não é sério	não é sério	Controle de fatores de confundimento Viés de publicação: fortemente suspeito ^b	1698/8257 (20.6%)	3334/14875 (22.4%)	RR 0.94 (0.84 to 1.06)	13 fewer per 1.000 (from 36 fewer to 13 more)	⊕○○○ MUITO BAIXO	IMPORTANTE
Tabagismo												
12	Estudos observacionais	não é sério	muito sério ^a	não é sério	não é sério	Controle de fatores de confundimento Viés de publicação: não é suspeito ^b	1531/4857 (31.5%)	1854/7838 (23.7%)	RR 1.12 (0.91 to 1.39)	28 more per 1.000 (from 21 fewer to 92 more)	⊕○○○ MUITO BAIXO	IMPORTANTE

Avaliação da Certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº de estudos	Desenho de estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	Alto Risco	Baixo Risco	Relativa (IC 95%)	Absoluto (95% CI)		
Desempenho em testes de corrida (1600 - 3200m)												
10	Estudos observacionais	não é sério	muito sério um ^a	não é sério	não é sério	Controle de fatores de confundimento Viés de publicação: não é suspeito ^b	476/38147 (1.2%)	1015/449095 (0.2%)	RR 1.87 (1.28 to 2.71)	2 more per 1.000 (from 1 more to 4 more)	⊕○○○ MUITO BAIXO	IMPORTANTE

^a I² > 50% = alto nível de inconsistência; ^b Resultados do Teste de Begg.

Fonte: O autor, 2020.

DISCUSSÃO

A metanálise dos 33 estudos de coorte incluídos mostrou que lesão prévia, obesidade ou sobrepeso, idade e desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200 metros estão significativamente associados ao aumento do risco de lesões musculoesqueléticas em praticantes de treinamento físico (Figura 2-5; 8). Por outro lado, os fatores sexo, etnia e hábito de fumar não estavam associados com um maior risco de lesão (Figuras 6 e 7).

De 4.164 militares com história de lesão musculoesquelética prévia, 763 sofreram lesões, enquanto dos 10.994 militares sem lesão musculoesquelética anterior, 2.275 apresentaram uma nova lesão durante o seguimento dos estudos (RR = 1,15; IC95% = 1,01-1,30). O histórico de lesões prévias aumentou o risco de uma nova lesão em 15% (Figura 3). Uma possível explicação pode ser a recuperação incompleta de uma lesão anterior ou a existência de alterações mecânicas ou neurais residuais, como redução de força muscular [74,75] e redução no condicionamento físico e na propriocepção [76], podendo aumentar o risco de lesões agudas [29,77] e por *overuse* [27].

Analisando-se apenas os estudos com períodos de seguimento inferiores a 12 meses, observa-se que o histórico de lesões prévias aumenta o risco de lesão até 12 meses de seguimento (RR=1,15 e IC95%=1,07-1-24). Após 12 meses, possivelmente os alunos aumentam o condicionamento físico e o controle neuromuscular com as atividades físicas e desportivas [78] do curso, não havendo diferença de risco entre participantes com ou sem histórico de lesão. Assim, uma estratégia a ser adotada é a realização de uma triagem para detectar indivíduos com lesões anteriores, especialmente dentro de 12 meses antes do início dos períodos de treinamento. Conseqüentemente, os instrutores terão uma estimativa de quais indivíduos estão em maior risco de lesões, e elaborar programas de exercícios físicos para a prevenção de lesões, especialmente com o objetivo de atuar nas variáveis relacionadas ao controle neuromuscular [79].

Dos 364.094 indivíduos com obesidade ou sobrepeso, um total de 189.421 sofreram lesões. Por outro lado, no grupo de 538.690 com IMC normal ou baixo, 227.032 foram lesionados durante o período de seguimento (RR = 1,27; IC de 95% = 1,08-1,48). O excesso de peso ou obesidade aumenta 16% o risco de lesões em relação àqueles normais ou com baixo peso (Figura 4). Considerando-se que a população jovem tem apresentado valores de IMC maiores, frequentemente associados a um menor desempenho aeróbio [80–82], aumenta-se a importância deste parâmetro de seleção no momento do recrutamento militar deve continuar sendo enfatizada [57], em especial pela simplicidade para a aquisição das medidas.

No presente estudo, o risco é maior em seguimentos inferiores a 12 meses (RR=1,35; P=0,0006), deixando de ser significativo após o primeiro ano. Uma possível explicação é o aumento do condicionamento físico e da composição corporal em decorrência do treinamento militar [83].

Dos 29.108 indivíduos classificados no quartil ou tercil mais velho dos estudos, 2.316 sofreram lesões, enquanto entre os 139.649 mais jovens, este número aumentou para 3.672 (RR = 1.22; IC 95% = 1,06-1,41). Indivíduos mais velhos possuem, portanto, 22% mais risco de lesão do que os jovens (Figura 5). Nas Forças Armadas, os militares mais velhos, especialmente aqueles com 11 a 15 anos de serviço e entre 30 e 34 anos de idades costumam apresentar um maior percentual de gordura corporal e menor capacidade aeróbia [84]. Portanto, as estratégias de prevenção devem focar na manutenção da massa corporal e ganho de capacidade aeróbia para compensar a perda de desempenho que pode ocorrer em idades superiores a 30 anos [84].

O fator mais associado com a ocorrência de lesões foi o desempenho no teste corrida de 1.600 a 3.200 metros (RR = 1,87, IC 95% = 1,28-2,71). Entre os 38.147 militares com pior desempenho em testes iniciais, 476 sofreram lesões, enquanto 449.095 indivíduos com melhor desempenho nos testes de 1.600 a 3.200m, 1.015 sofreram lesões. O tipo de teste usado não alterou o efeito preditivo (Figura 8). Como resultado, os indivíduos com o pior tempo nos testes são 87% mais propensos a serem lesionados durante a sua carreira militar. Há uma correlação negativa entre o condicionamento aeróbio e as concentrações de transaminase glutâmico pirúvica e creatina quinase, indicando que militares mais condicionados possuem menos lesões musculares durante o treinamento físico militar intenso [85]. A elevada associação possivelmente decorre da grande quantidade de exercícios de corrida que são realizadas por militares, muitas vezes com grande volume e intensidade, colocando os indivíduos menos condicionados com maior risco de fadiga, e consequente alteração do controle motor, com o surgimento de padrões de movimento assimétricos [86] e aumento do risco de lesões. Estes resultados reforçam a realização de testes de corrida no início dos cursos, mostrando para os treinadores e instrutores quais militares apresentam maior risco. Uma forma de minimizar este fator de risco é estratificar militares por faixas de desempenho em testes de corrida. Este dado é reforçado por uma revisão sistemática sem metanálise, que mostrou que há uma forte evidência de que um pobre desempenho em testes de corrida por tempo aumenta o risco de lesões tanto em homens quanto em mulheres [87].

Os 33 estudos incluídos nesta metanálise utilizaram diferentes critérios para a classificação da lesão musculoesquelética (1-necessidade de atenção médica; 2- ter sido decorrente de treinamento ou competição; e 3- afastamento das funções de pelo menos 24 horas): 23 estudos utilizaram somente o critério 1; sete estudos utilizaram os critérios 1 e 2; três estudos utilizaram os critérios 1, 2 e 3 (Tabela 1). Para identificar se esta variação de critérios poderia ter sido uma das causas da grande I^2 , optou-se por fazer uma análise considerando um subgrupo apenas com os estudos que utilizaram o critério 1, e outro subgrupo os estudos que utilizaram os critérios 1 e 2 para a classificação de lesão. A análise de subgrupo com os estudos que utilizaram os critérios 1, 2 e 3 não foi realizada, porque somente três estudos que investigaram diferentes fatores de risco adotaram estes três critérios conjuntamente. Ao analisar estudos que consideraram apenas o critério 1, a heterogeneidade caiu para 0% ($P = 0,48$) no fator “lesão prévia”. Ao considerar o subgrupo com estudos que incluíram os critérios 1 e 2, houve uma redução de I^2 nos fatores IMC para 59% ($P = 0,12$) e desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200 metros para 0% ($P = 0,98$) (Tabela 2). Portanto, os diferentes critérios de classificação de lesão podem ter sido uma das causas de grande I^2 .

Como o tempo de seguimento variou de 2 a 24 meses (Tabela 1), outra análise de subgrupos considerou o tempo de seguimento acima de 12 meses, e mostrou que o I^2 diminuiu substancialmente nos fatores tabagismo (para 0%; $P = 0,41$) e etnia (para 68%; $P = 0,08$) (Tabela 2). Apesar destes resultados não replicarem nos outros desfechos, já são suficientes para mostrar que a variabilidade do tempo de seguimento adotado pelos estudos pode ter sido a outra causa da grande I^2 .

Dois resultados surpreendentes surgiram nestes subgrupos com o tempo de seguimento abaixo e acima de 12 meses: o sexo, que não era um fator de risco significativo ($RR = 1,44$ e $IC_{95\%} = 0,87-2,36$), tornou-se um fator de risco significativo para seguimentos inferiores a 12 meses ($RR = 2,44$ e $IC_{95\%} = 1,65-3,60$) e deixa de ser um fator de risco nos 12 meses seguintes (Figuras 2, 2.3 e 2.4). Logo, mulheres tem 2,44 vezes mais risco de lesão do que os homens no primeiro ano de seguimento. Supõe-se que o treinamento físico adquirido nos primeiros 12 meses torne-se fator protetor de lesão nos 12 meses seguinte [88]; lesão prévia, que era um fator de risco ($RR = 1,15$ e $IC_{95\%} = 1,01-1,30$), continua sendo um fator de risco nos primeiros 12 meses ($RR = 1,15$ e $IC_{95\%} = 1,07-1,24$), mas deixa de ser um fator de risco a partir de 12 meses ($RR = 1,13$ e $IC = 0,68-1,86$) (Figuras 3, 3.2 e 3.3). Possivelmente, lesões ocorridas dentro de 12 meses de seguimento podem ter se tornado crônicas ou podem não ter

sido totalmente recuperadas [28]. A idade, que era um fator de risco (RR = 1,22 e IC95% = 1,06-1,41), continua sendo um fator de risco nos primeiros 12 meses (RR = 1,35 e IC95% = 1,14-1,60), mas deixa de ser um fator de risco nos 12 meses seguintes (RR = 0,84 e IC95% = 0,54-1,31) (Figuras 5, 5.3 e 5.4). Da mesma forma que ocorreu com o fator de risco “sexo”, supõe-se que o condicionamento físico adquirido nos primeiros 12 meses tenha sido um fator protetor de lesão nos 12 meses seguintes.

Pontos fortes e limitações

Os pontos fortes desta metanálise foram a pesquisa exaustiva nas diversas bases de dados (Figura 1), a precisão dos resultados obtidos devido ao grande tamanho amostral dos estudos incluídos (Figuras 2 – 8), o baixo risco de viés de publicação (Figuras 9-15) e do baixo risco de viés em 94% dos estudos incluídos (Tabela 2). Dos 33 estudos, 32 tinham baixo risco, e um tinha um elevado risco de viés (Tabela 2). Soma-se a isto, o fato de que a realização de uma revisão sistemática que tenha incluído estudos prospectivos com participantes militares podem permitir maior controle de diferentes tipos de variáveis de confundimento, especialmente relacionados ao cronograma de atividades físicas [47], porque todos os participantes tiveram as mesmas atividades, exercícios físicos, alimentação e tempo de descanso.

Como limitações, uma alta inconsistência [48] para todos os fatores de risco, com valores de I^2 entre 66 e 100%. No entanto, uma análise de efeitos aleatórios foi usada para ajustar parte desta heterogeneidade. Possivelmente, tais valores de I^2 podem ser devido à inclusão de estudos com diferentes características da amostra, bem como as diferentes definições de lesões adotadas pelos estudos, e diferentes tempos de seguimento (Tabela 1). Assim, o tipo de estudo observacional de coorte, a grande inconsistência e o pequeno tamanho do efeito (RR < 2,0)[89] contribuíram para um nível “muito baixo” ou “baixo” de evidência da metanálise para todos os sete fatores de risco (Quadro 1).

CONCLUSÕES

Conclui-se, na presente metanálise, que idade, lesão prévia, sobrepeso ou obesidade e desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200 metros são fatores de risco de lesões musculoesqueléticas em militares. Além disso, mulheres apresentam 2,44 vezes mais probabilidades de sofrerem lesões em relação aos homens em até 12 meses. A partir de um

ano, os riscos de lesões são equivalentes entre homens e mulheres. Portanto, estes resultados podem nortear a categorização de grupos de risco e a realização de programas de exercícios físicos para a prevenção de lesões.

REFERÊNCIAS

- [1] SMITH, G. S.; DANNENBERG, A. L.; AMOROSO, P. J. Hospitalization due to injuries in the military - Evaluation of current data and recommendations on their use for injury prevention. *American journal of preventive medicine*, v. 18, n. 3, S, p. 41–53, 2000.
- [2] MATTILA, V. M.; KURONEN, P.; PIHLAJAMA, H. Nature and risk factors of injury hospitalization in young adults : A follow-up of 135 , 987 military conscripts. *Scandinavian Journal of Public Health*, v. 35, p. 418–423, 2007.
- [3] SHARMA, J. *et al.* Musculoskeletal injuries in British Army recruits: A prospective study of diagnosis-specific incidence and rehabilitation times Epidemiology of musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 1–7, 2015.
- [4] HÄGGLUND, M. *et al.* Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 340–6, 2005.
- [5] ARMSTRONG, D. W. *et al.* Stress fracture injury in young military men and women. *Bone*, v. 35, p. 806–816, 2004.
- [6] POPOVICH, R. M. *et al.* Effect of rest from running on overuse injuries in Army basic training. *American journal of preventive medicine*, v. 18, n. 3 SUPPL. CC-Bone, Joint and Muscle Trauma CC-Work, p. 147- 155, abr. 2000.
- [7] CAROW, S. D. *et al.* Risk of Lower Extremity Injury in a Military Cadet Population After a Supervised Injury-Prevention Program. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 11, p. 905–918, nov. 2016.
- [8] ANDERSON, M. K. *et al.* Occupation and other risk factors for injury among enlisted U . S . Army Soldiers. *Public Health*, v. 129, n. 5, p. 531–538, 2015.
- [9] HOLSTEEN, K. K. *et al.* Gender differences in limited duty time for lower limb injury. *Occupational Medicine*, n. January, p. 1–8, 2017.
- [10] BERGERON, M.; NINDL, B.; O’CONNOR, F. Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine Consensus Paper on Extreme Conditioning Programs in Military Personnel. *Current Sports Medicine Reports*, v. 10, n. 6, p. 383–389, 2011.

- [11] TEYHEN, D. *et al.* Consortium for health and military performance and American College of Sports Medicine Summit: utility of functional movement assessment in identifying musculoskeletal injury risk. *Current sports medicine reports*, v. 13, n. 1, p. 52–63, 2014.
- [12] NYE, N. S. *et al.* Description and Rate of Musculoskeletal Injuries in Air Force Basic Military Trainees, 2012 À 2014. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 11, p. 858–865, 2016.
- [13] JONES, B. H.; CANHAM-CHERVAK, M.; SLEET, D. A. An Evidence-Based Public Health Approach to Injury Priorities and Prevention Recommendations for the US Military. *American journal of preventive medicine*, v. 38, n. 1, 1, p. S1–S10, jan. 2010.
- [14] HAUSCHILD, V. D. *et al.* Journal of Science and Medicine in Sport Using causal energy categories to report the distribution of injuries in an active population : An approach used by the U . S . Army. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 22, n. 9, p. 997–1003, 2019.
- [15] JENSEN, A. E. *et al.* Prevalence of Musculoskeletal Injuries Sustained During Marine Corps Recruit Training. *Military Medicine*, v. 184, n. 2, p. 511–520, 2019.
- [16] AMAKO, M. *et al.* Epidemiological patterns of traumatic musculoskeletal injuries and non-traumatic disorders in Japan Self-Defense Forces. *Injury Epidemiology*, v. 5, n. 1, 2018.
- [17] GEARY, K. G.; CROFT, A. M. Acute knee injuries in military personnel: A case-control study of the effectiveness of direct-access magnetic resonance imaging in a primary care setting. *Military Medicine*, v. 172, n. 4, p. 436–439, 2007.
- [18] LOVALEKAR, M. *et al.* Epidemiology of musculoskeletal injuries among US Air Force Special Tactics Operators: an economic cost perspective. *BMJ open sport & exercise medicine*, v. 4, n. 1, p. e000471, 2018.
- [19] ROY, T. C.; RITLAND, B. M.; SHARP, M. A. A Description of Injuries in Men and Women While Serving in Afghanistan. *Military Medicine*, v. 180, p. 126–131, 2017.
- [20] TAANILA, H. *et al.* Aetiology and risk factors of musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 11, p. 146, 2010.
- [21] TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: A population-based cohort study Epidemiology of musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, 2015.
- [22] TEYHEN, D. S. *et al.* What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal Injury in US Army Rangers ? A Prospective Prognostic Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, v. 473, n. 9, p. 2948–2958, 2015.

- [23] BLACKER, S. D.; WILKINSON, D. M.; RAYSON, M. P. Gender differences in the physical demands of British Army recruit training. *Military Medicine*, v. 174, n. 8, p. 811–816, 2009.
- [24] FINESTONE, A. *et al.* Overuse Injuries in Female Infantry Recruits during Low-Intensity Basic Training. *Medicine Science in Sport and Exercise*, p. 630–635, 2008.
- [25] BEDNO, S. *et al.* Effects of personal and occupational stress on injuries in a young, physically active population: A survey of military personnel. *Military Medicine*, v. 179, n. 11, p. 1311–1318, 2014.
- [26] HENDERSON, N. E. *et al.* Injuries and Injury Risk Factors among Men and Women in U . S . Army Combat Medic Advanced Individual Training. *Military medicine*, v. 9, n. November 1999, p. 647–652, 2000.
- [27] MONNIER, A. *et al.* Risk factors for back pain in marines ; a prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 17, p. 1–12, 2016.
- [28] KNAPIK, J. J. *et al.* A prospective investigation of injury incidence and risk factors among army recruits in combat engineer training. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, v. 8, n. 1, p. 1, 2013.
- [29] TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 104, 2015.
- [30] HEIR, T.; EIDE, G. Age, body composition, aerobic fitness and health condition as risk factors for musculoskeletal injuries in conscripts. *Scand J Med Sci Sports*, v. 6, n. 7, p. 222–227, 1996.
- [31] HEIR, T.; EIDE, G. Injury proneness in infantry conscripts undergoing a physical training programme: smokeless tobacco use , higher age , and low levels of physical fitness are risk factors. *Scand J Med Sci Sports*, v. 7, n. 1 1, p. 304–311, 1997.
- [32] REYNOLDS, K. L. *et al.* Injuries and risk factors in a 100-mile (161-km) infantry road march. *Preventive Medicine*, v. 28, n. 2, p. 167–173, 1999.
- [33] RAUH, M. *et al.* Epidemiology of Stress Fracture and Lower-Extremity Overuse Injury in Female Recruits. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, n. 05, 2006.
- [34] PIHLAJAMÄKI, H. *et al.* Regular physical exercise before entering military service may protect young adult men from fatigue fractures. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 20, n. 1, 2019.

- [35] MALLOY, P. Hip External Rotator Strength is Associated With Better Dynamic Control of the Lower Extremity During Landing Tasks. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 1, 2016.
- [36] ROSENDAL, L. *et al.* Incidence of injury and physical performance adaptations during military training. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, v. 13, n. 3, p. 157–63, 2003.
- [37] BOOTH-KEWLEY, S.; LARSON, G. E.; HIGHFILL-MCROY, R. M. Psychosocial predictors of return to duty among marine recruits with musculoskeletal injuries. *Military medicine*, v. 174, n. 2, p. 139–152, fev. 2009.
- [38] KAZMAN, J. B. *et al.* Physical fitness and injury reporting among active duty and National Guard/Reserve women: associations with risk and lifestyle factors. *U.S. Army Medical Department journal*, p. 49–57, 2015.
- [39] ROY, T. C. *et al.* Heavy loads and lifting are risk factors for musculoskeletal injuries in deployed female soldiers. *Military Medicine*, v. 181, n. 11, p. e1476–e1483, 2016.
- [40] SCHOENFELD, A. J. *et al.* The Influence of Musculoskeletal Conditions, Behavioral Health Diagnoses, and Demographic Factors on Injury-Related Outcome in a High-Demand Population. *J Bone Joint Surg Am*, v. 106, p. 1–8, 2014.
- [41] ANDERSEN, K. A. *et al.* Musculoskeletal Lower Limb Injury Risk in Army Populations. *Sports Medicine - Open*, v. 2, n. 1, 2016.
- [42] BADER, C. E. *et al.* Musculoskeletal Pain and Headache in the Active Duty Military Population: An Integrative Review. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, v. 15, n. 4, p. 264–271, ago. 2018.
- [43] MOHER, D. *et al.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Physical Therapy*, v. 89, n. 9, p. 873–880, 2009.
- [44] MOOLA, S. *et al.* Conducting systematic reviews of association (etiology): The Joanna Briggs Institute’s approach. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, v. 13, p. 163–169, 2015.
- [45] HIGGINS, J.; GREEN, S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of*. [s.l: s.n.].
- [46] PAGE, M. J.; HIGGINS, J. P. T.; STERNE, J. A. C. Chapter 13: Assessing risk of bias due to missing results in a synthesis. *The Cochrane Collaboration*, n. January, 2019.
- [47] WELLS, G. A. *et al.* *The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses*. Disponível em: <http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp>. Acesso em: 16 out. 2017.

- [48] ZHANG, Y. *et al.* GRADE Guidelines: 20. Assessing the certainty of evidence in the importance of outcomes outcomes or values and preferences – Inconsistency, Imprecision, and other domains. *Journal of Clinical Epidemiology*, 2018.
- [49] GUYATT, G. H. *et al.* GRADE guidelines: 8. Rating the quality of evidence - Indirectness. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1303–1310, 2011.
- [50] GUYATT, G. H. *et al.* GRADE guidelines: 5. Rating the quality of evidence - Publication bias. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1277–1282, 2011. [51] GUYATT, G. H. *et al.* GRADE guidelines: 7. Rating the quality of evidence - Inconsistency. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1294–1302, 2011.
- [52] GUYATT, G. H. *et al.* GRADE guidelines 6. Rating the quality of evidence - Imprecision. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1283–1293, 2011.
- [53] BELL, N. S. *et al.* High Injury Rates Among Female Army Trainees A Function of Gender ? *American Journal of Preventive Medicine*, v. 18, n. 99, p. 141–146, 2000.
- [54] COSIO-LIMA, L. M. *et al.* U . S . Coast Guard Academy Injury and Risk Factor Study. *British Journal of Medicine & Medical Research*, v. 3, n. 4, p. 914–927, 2013.
- [55] COWAN, D. N. *et al.* Musculoskeletal injuries among overweight army trainees : incidence and health care utilization. *Occupational Medicine*, v. 61, n. April, p. 247–252, 2011.
- [56] GEORGE, S. Z. *et al.* Predictors of Occurrence and Severity of First Time Low Back Pain Episodes : Findings from a Military Inception Cohort. *PLoS One*, v. 7, n. 2, p. e30597, 2012.
- [57] HRUBY, A. *et al.* BMI and Lower Extremity Injury in U.S. Army Soldiers, 2001–2011. *American Journal of Preventive Medicine*, p. 1–9, 2015.
- [58] JONES, B. H. *et al.* Intrinsic risk factors for exercise-related injuries among male and female army trainees. *The American journal of sports medicine*, v. 21, n. 5, p. 705–710, 1993.
- [59] JONES, B. *et al.* Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, p. 197–203, 1993.
- [60] KNAPIK, J. J. *et al.* Injury Rates and Injury Risk Factors among U.S. Army Wheel Vehicle Mechanics. *Military medicine*, v. 172, n. May 2007, p. 988–996, 2007.
- [61] KNAPIK, J. J. *et al.* Association Between Ambulatory Physical Activity and Injuries During United States Army Basic Combat Training. *Journal of Physical Activity and Health*, v. 8, p. 496–502, 2011.

- [62] LAPPE, J. M.; STEGMAN, M. R.; RECKER, R. R. International Original Article The Impact of Lifestyle Factors on Stress Fractures in Female Army Recruits. *Osteoporos Int*, v. 12, p. 35–42, 2001.
- [63] MATTILA, V. M. *et al.* Risk factors for bone stress injuries: A follow-up study of 102,515 person-years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 39, n. 7, p. 1061–1066, 2007.
- [64] PIHLAJAMAKI, H. *et al.* Regular physical exercise before entering military service may protect young adult men from fatigue fractures. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 20, n. 1, p. 126, mar. 2019.
- [65] REYNOLDS, K. L. *et al.* Injuries and Risk Factors in a 100-Mile (161-km) Infantry Road March. *Preventive Medicine*, v. 28, p. 167–173, 1999.
- [66] ROY, T. C.; LOPEZ, H. P.; PIVA, S. R. Loads worn by soldiers predict episodes of low back pain during deployment to afghanistan. *Spine*, v. 38, n. 15, p. 1310–1317, 2013.
- [67] SHAFFER, R. A. *et al.* Predictors of Stress Fracture Susceptibility in Young Female Recruits. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 34, n. 1, p. 108–115, 2006.
- [68] SHARMA, J. *et al.* Risk factors associated with musculoskeletal injury: A prospective study of British infantry recruits. *Current Rheumatology Reviews*, v. 15, n. 1, p. 50–58, 2019.
- [69] SHARMA, J. *et al.* Biomechanical and lifestyle risk factors for medial tibia stress syndrome in army recruits : A prospective study. *Gait & Posture*, v. 33, n. 3, p. 361–365, 2011.
- [70] TRONE, D. W. *et al.* Self-Reported Smoking and Musculoskeletal Overuse Injury. *Military medicine*, v. 179, n. March, p. 735–743, 2014.
- [71] UHORCHAK, J. M. *et al.* Risk Factors Associated with Noncontact Injury of the Anterior Cruciate Ligament - A Prospective Four-Year Evaluation of 859 West Point Cadets. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 31, n. 6, p. 831–842, 2003.
- [72] WATERMAN, B. R. *et al.* Epidemiology of Ankle Sprain at the United States Military Academy. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 38, n. 4, p. 797–803, 2010.
- [73] YATES, B.; FCPOD, S.; WHITE, S. The Incidence and Risk Factors in the Development of Medial Tibial Stress Syndrome Among Naval Recruits. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 32, n. 3, p. 772–780, 2004.
- [74] OPAR, D. A.; WILLIAMS, M. D.; SHIELD, A. J. Hamstring Strain Injuries Factors that Lead to Injury and Re-Injury. *Sports Medicine*, v. 42, n. 3, p. 209–226, 2012.

- [75] OPAR, D. A.; SERPELL, B. G. Is There a Potential Relationship Between Prior Hamstring Strain Injury and Increased Risk for Future Anterior Cruciate Ligament Injury? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 95, n. 2, p. 401–405, 2014.
- [76] HÄGGLUND, M.; WALDÉN, M.; EKSTRAND, J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: A prospective study over two consecutive seasons. *British Journal of Sports Medicine*, v. 40, n. 9, p. 767–772, 2006.
- [77] BLIEKENDAAL, S.; GOOSSENS, L.; STUBBE, J. H. Incidence and risk factors of injuries and their impact on academic success: A prospective study in PETE students. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 27, n. 12, p. 1978–1985, 2017.
- [78] HERMAN, D. C. *et al.* Previous High School Participation in Varsity Sport and Jump-Landing Biomechanics in Adult Recreational Athletes. *Journal of athletic training*, v. 54, n. 10, p. 1089–1094, 2019.
- [79] LEPPÄNEN, M. *et al.* Interventions to prevent sports related injuries: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, v. 44, n. 4, p. 473–486, 2014.
- [80] SANTTILA, M. *et al.* Physical fitness profiles in young Finnish men during the years 1975-2004. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 38, n. 11, p. 1990–1994, 2006.
- [81] SANTTILA, M. *et al.* Physical Fitness and Body Anthropometrics Profiles of the Female Recruits Entering to Voluntary Military Service. *Military Medicine*, v. 184, n. 1–2, p. E200–E205, 2019.
- [82] VAARA, J. P. *et al.* Cardiorespiratory and muscular fitness in young adult Finnish men between 2003 and 2015. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, p. 0–2, 2019.
- [83] GLAVAČ, B. *et al.* Changing body structure components and motor skills in Military High School students within one year. *Vojnosanitetski Pregled*, v. 72, n. 8, p. 677–682, 2015.
- [84] ABT, J. P. *et al.* Effects of age and military service on strength and physiological characteristics of U.S. Army Soldiers. *Military Medicine*, v. 181, n. 2, p. 173–179, 2016.
- [85] KOURY, J. C. *et al.* AEROBIC CONDITIONING MIGHT PROTECT AGAINST LIVER AND MUSCLE INJURY CAUSED BY SHORT-TERM MILITARY TRAINING. *JOURNAL OF STRENGTH AND CONDITIONING RESEARCH*, v. 30, n. 2, p. 454–460, fev. 2016.
- [86] RADZAK, K. N. *et al.* Asymmetry between lower limbs during rested and fatigued state running gait in healthy individuals. *Gait & Posture*, v. 51, p. 268–274, jan. 2017.

- [87] LISMAN, P. J. *et al.* A systematic review of the association between physical fitness and musculoskeletal injury risk: Part 1-cardiorespiratory endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 31, n. 6, p. 1744–1757, 2017.
- [88] KELLY, K. R.; JAMESON, J. T. Preparing for combat readiness for the fight: Physical performance profile of female US Marines. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 3, p. 595–604, 2016.
- [89] FERGUSON, C. J. An Effect Size Primer: A Guide for Clinicians and Researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, v. 40, n. 5, p. 532–538, 2009.
- [90] BLACKER, S. D. *et al.* Risk Factors for Training Injuries among British Army Recruits. *Military medicine*, v. 173, n. March 2008, p. 278–286, 2018.

APÊNDICE A

Estratégia de busca utilizada nas bases de dados

Base	Frase de busca
MEDLINE	((((((((((((((((((Personnel, Military[Title/abstract]) OR Military[Title/abstract]) OR Armed Forces Personnel[Title/abstract]) OR Personnel, Armed Forces[Title/abstract]) OR Army Personnel[Title/abstract]) OR Personnel, Army[Title/abstract]) OR Coast Guard[Title/abstract]) OR Submariner[Title/abstract]) OR Submariners[Title/abstract]) OR Navy Personnel[Title/abstract]) OR Personnel, Navy[Title/abstract]) OR Sailors[Title/abstract]) OR Sailor[Title/abstract]) OR Soldiers[Title/abstract]) OR Soldier[Title/abstract]) OR Air Force Personnel[Title/abstract]) OR Force Personnel, Air[Title/abstract]) OR Marines[Title/abstract])) AND (((((((((((((((((Injuries and Wounds[Title/abstract]) OR Wounds and Injury[Title/abstract]) OR Injury and Wounds[Title/abstract]) OR Wounds, Injury[Title/abstract]) OR Trauma[Title/abstract]) OR Traumas[Title/abstract]) OR Injuries, Wounds[Title/abstract]) OR Wounds[Title/abstract]) OR Wound[Title/abstract]) OR Research-Related Injuries[Title/abstract]) OR Injuries, Research-Related[Title/abstract]) OR Injury, Research-Related[Title/abstract]) OR Research Related Injuries[Title/abstract]) OR Research-Related Injury[Title/abstract]) OR Injuries[Wounds and Injury Title/abstract]) OR Injury[Title/abstract]) AND (((((((((Factor, Risk[Title/abstract]) OR Factors, Risk[Title/abstract]) OR Risk Factor[Title/abstract]) OR Population at Risk[Title/abstract]) OR Risk, Population at[Title/abstract]) OR Populations at Risk[Title/abstract]) OR Risk, Populations at[Title/abstract]))
CINAHL	(Personnel, Military OR Military OR Armed Forces Personnel OR Personnel, Armed Forces OR Army Personnel OR Personnel, Army OR Coast Guard OR Submariners OR Submariner OR Navy Personnel OR Personnel, Navy OR Sailors OR Sailor OR Soldiers OR Soldier OR Air Force Personnel OR Force Personnel, Air OR Personnel, Air Force OR Marines) AND (Injuries and Wounds OR Wounds and Injury OR Injury and Wounds OR Wounds, Injury OR Trauma OR Traumas OR Injuries, wounds OR Wounds OR Wound OR Research-Related Injuries OR Injuries, Research-Related OR Injury, Research-Related OR Research Related Injuries OR Research-Related Injury OR Injuries OR Injury) AND (Factor, Risk OR Factors, Risk OR Risk Factor OR Population at Risk OR Risk, Population at OR Populations at Risk OR Risk, Populations at)
LILACS	(Personnel, Military OR Military OR Armed Forces Personnel OR Personnel, Armed Forces OR Army Personnel OR Personnel, Army OR Coast Guard OR Submariners OR Submariner OR Navy Personnel OR Personnel, Navy OR Sailors OR Sailor OR Soldiers OR Soldier OR Air Force Personnel OR Force Personnel, Air OR Personnel, Air Force OR Marines) [Palavras do título] and (Injuries and Wounds OR Wounds and Injury OR Injury and Wounds OR Wounds, Injury OR Trauma OR Traumas OR Injuries, wounds OR Wounds OR Wound OR Research-Related Injuries OR Injuries, Research-Related OR Injury, Research-Related OR Research Related Injuries OR Research-Related Injury OR Injuries OR Injury) [Palavras do título]

SPORTDiscus	(Personnel, Military OR Military OR Armed Forces Personnel OR Personnel, Armed Forces OR Army Personnel OR Personnel, Army OR Coast Guard OR Submariners OR Submariner OR Navy Personnel OR Personnel, Navy OR Sailors OR Sailor OR Soldiers OR Soldier OR Air Force Personnel OR Force Personnel, Air OR Personnel, Air Force OR Marines) AND (Injuries and Wounds OR Wounds and Injury OR Injury and Wounds OR Wounds, Injury OR Trauma OR Traumas OR Injuries, wounds OR Wounds OR Wound OR Research-Related Injuries OR Injuries, Research-Related OR Injury, Research-Related OR Research Related Injuries OR Research-Related Injury OR Injuries OR Injury) AND (Factor, Risk OR Factors, Risk OR Risk Factor OR Population at Risk OR Risk, Population at OR Populations at Risk OR Risk, Populations at)
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY ("Factor, Risk" OR "Factors, Risk" OR "Risk Factor" OR "Population at Risk" OR "Risk, Population at" OR "Populations at Risk" OR "Risk, Populations at")) AND ((TITLE-ABS-KEY ("Injuries and Wounds" OR "Wounds and Injury" OR "Injury and Wounds" OR "Wounds, Injury")) OR (TITLE-ABS-KEY ("Trauma" OR "Traumas" OR "Injuries, wounds" OR "Wounds" OR "Wound" OR "Research-Related Injuries" OR "Injuries, Research-Related" OR "Injury, Research-Related"))) AND ((TITLE-ABS-KEY ("Personnel, Military" OR "Military" OR "Armed Forces Personnel" OR "Personnel, Armed Forces" OR "Army personnel" OR "Personnel, Army" OR "Coast Guard" OR "Submariners" OR "Submariner")) OR (TITLE-ABS-KEY ("Navy Personnel" OR "Personnel, Navy" OR "Sailors" OR "Sailor" OR "Soldiers" OR "Soldier" OR "Air Force Personnel" OR "Force Personnel, Air" OR "Personnel, Air Force" OR "Marines")))
WEB OF SCIENCE	TITLE: (((((((((((((((((Personnel, Military OR Military) OR Armed Forces Personnel) OR Personnel, Armed Forces) OR Army Personnel) OR Personnel, Army) OR Coast Guard) OR submarines) OR submarines) OR Navy Personnel) OR Personnel, Navy) OR Sailors) OR Sailor) OR Soldiers) OR Soldier) OR Air Force Personnel) OR Force Personnel, Air) OR Personnel, Air Force) OR Marines) AND (((((((((((((((((Injuries AND Wounds) OR (Wounds AND Injury)) OR (Injury AND Wounds)) OR Wounds, Injury) OR Trauma) OR Traumas) OR Injuries, wounds) OR Wounds) OR Wound) OR Research-Related Injuries) OR Injuries, Research-Related) OR Injury, Research-Related) OR Research Related Injuries) OR Research-Related Injury) OR Injuries) OR Injury)) AND (((((Factor, Risk OR Factors, Risk) OR Risk Factor) OR Population at Risk) OR Risk, Population at) OR Populations at Risk) OR Risk, Populations at))
COCHRANE	<i>'(Personnel, Military OR Military OR Armed Forces Personnel OR Personnel, Armed Forces OR Army Personnel OR Personnel, Army OR Coast Guard OR Submariners OR Submariner OR Navy Personnel OR Personnel, Navy OR Sailors OR Sailor Air Force OR Marines) and (Injuries and Wounds OR Wounds and Injury OR Injury and Wounds OR Wounds, Injury OR Trauma OR Traumas OR Injuries, wounds OR Wounds OR Wound OR Research-Related Injuries OR Injuries, Research-Related OR Injury, Research-Related OR Research Related Injuries OR Research-Related Injury OR Injuries OR Injury) and (Factor, Risk OR Factors, Risk OR Risk Factor OR Population at Risk OR Risk, Population at OR Populations at Risk OR Risk, Populations at) in Title, Abstract, Keywords in Trials'</i>
BVS	(Personnel, Military OR Military OR Armed Forces Personnel OR Personnel, Armed Forces OR Army Personnel OR Personnel, Army OR Coast Guard OR Submariners OR Submariner OR Navy Personnel OR Personnel, Navy OR Sailors OR Sailor OR Soldiers OR Soldier OR Air Force Personnel OR Force Personnel, Air OR Personnel, Air Force OR

	Marines) and (Injuries and Wounds OR Wounds and Injury OR Injury and Wounds OR Wounds, Injury OR Trauma OR Traumas OR Injuries, wounds OR Wounds OR Wound OR Research-Related Injuries OR Injuries, Research-Related OR Injury, Research-Related OR Research Related Injuries OR Research-Related Injury OR Injuries OR Injury) and (Factor, Risk OR Factors, Risk OR Risk Factor OR Population at Risk OR Risk, Population at OR Populations at Risk OR Risk, Populations at)
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: O autor, 2020.

2 ESTUDO 2 - PADRÕES DE MOVIMENTOS E PREDIÇÃO DE LESÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Introdução: A Avaliação Dinâmica do Movimento™ (DMA™) e o *Funcional Movement Screening™* (FMS™) são protocolos de avaliação utilizados para avaliar o padrão de movimento e classificar o Risco de lesões músculoesqueléticas em indivíduos que praticam exercícios físicos. O objetivo da presente revisão sistemática foi avaliar a associação da DMA™ e FMS™ com o risco de lesões músculoesqueléticas, em diferentes atividades físicas, categorizando por análise. **Métodos:** uma busca sem filtros de idioma ou tempo foi realizada em novembro de 2016 nas bases de dados MEDLINE, Google Scholar, SciELO, SCOPUS, SPORTDiscus, CINAHL e BVS, utilizando palavras-chave: predição de lesão, risco de lesão, sensibilidade, especificidade, *functional movement screen* e avaliação dinâmica do movimento. Foram incluídos estudos prospectivos que investigaram a associação entre DMA™ ou FMS™ com o risco de lesões músculoesqueléticas em atividades físicas, e extraídos dos estudos o perfil dos participantes, o tamanho da amostra, os critérios de classificação da lesão, o tempo de seguimento e os resultados apresentados, subdivididos pelo tipo de análise estatística. O risco de viés foi analisado com a Escala Newcastle-Ottawa para estudos de coorte. **Resultados:** Não foi encontrado nenhum estudo sobre a DMA™. Por outro lado, foram incluídos 20 estudos sobre o FMS™, que analisaram um ou mais dos seguintes indicadores: acurácia diagnóstica (VPP, VPN e AUC), razão de chance diagnóstica (OR) ou risco relativo (RR). O FMS™ apresentou sensibilidade = 12-99%; especificidade = 38-97%; VPP = 25-91%; VPN = 28-85%; AUC = 0,42-0,68; OR = 0,53-54,5; e RR = 0,16-5,44. **Conclusão:** O FMS™ apresentou-se como um potencial método preditor de lesões músculoesqueléticas, porém as diferentes análises realizadas impedem a utilização de um resultado quantitativo.

Palavras-chave: lesões atléticas; movimento; transtornos traumáticos cumulativos.

INTRODUÇÃO

As lesões musculoesqueléticas são uma das principais causas de morbidade em indivíduos que praticam exercícios físicos [1–3]. Neste contexto, os testes funcionais com base nas avaliações subjetivas têm sido cada vez mais realizados [4] a fim de avaliar os padrões de movimento associados com lesões do tronco e membros inferiores [5,6]. A subjetividade dessas avaliações limita a sua confiabilidade [7]. No entanto, eles são uma alternativa de baixo custo em avaliações de larga escala e quando há uma ausência de um padrão-ouro [8].

A fim de estabelecer uma ferramenta de classificação de risco para lesões musculoesqueléticas, Cook *et al.* [9] desenvolveram o Functional Movement Screening™ (FMS™). Este método classifica o risco de lesões na presença de padrões de movimentos anormais, realizando sete testes/movimentos [9,10]. Cada teste pode ser avaliado de zero a três pontos, cujo foco é a observação da mobilidade da cadeia cinética e a estabilidade necessária para executar certos padrões fundamentais de movimento. A pontuação total varia de 0 a 21 pontos. Estudos iniciais mostraram que os jogadores de futebol com pontuação de 14 ou menos na pontuação total têm um maior risco de lesão [11]. Assim, este método tem sido utilizado em pré-temporadas de diversas modalidades desportivas, a fim de triar os padrões de movimento que podem causar lesões [10,12]. No entanto, a eficácia da FMS™ para prever lesões é controversa entre os autores [12–14], provavelmente justificado pelas diferentes demandas entre esportes [13].

Anos mais tarde, Nessler & Haile desenvolveram a Avaliação Dinâmica do Movimento™ (DMA™) [5]. É um protocolo de avaliação composto pela filmagem do indivíduo realizando seis testes funcionais. A análise de vídeo é realizada em um (2D) software de análise biomecânica bidimensional. A avaliação 2D permite a visualização de alguns padrões do movimento no plano frontal, tais como valgo dinâmico [8]. Cada um dos seis testes da DMA™ é classificado com uma pontuação que varia de zero (se a dor está relacionado com o movimento) a três pontos. Cada teste tem um desvio importante e desvios secundários que são observados. A presença de três desvios menores ou um grande desvio de grande magnitude caracteriza uma pontuação de um ponto. A presença de dois desvios secundários ou um desvio importante com magnitude intermediária é classificada com dois pontos. Finalmente, os indivíduos que realizam o teste sem desvios clinicamente importantes são classificados com três pontos [5].

Devido ao baixo custo e fácil de viabilidade da FMS™ e DMA™, seu uso é atraente para avaliar indivíduos que praticam exercícios físicos em vários grupos. As principais diferença entre os dois métodos é que a DMA™ é baseada em testes funcionais com apoio unilateral (agachamento e salto vertical), comum no sinal dos esportes de diversas modalidades, além de utilizar a análise bidimensional (2D) [5].

Esta avaliação é justificada pelo fato de que a incidência de lesões em pessoas que praticam esportes [15,16] ou exercícios físicos ocupacionais [17–19] é alto. Conhecer a um teste de baixo custo e fácil exequibilidade e que avalia padrões de movimento fundamentais, pode permitir o desenvolvimento de estratégias preventivas que evitem a remoção do indivíduo de suas funções. O uso da avaliação dos padrões de movimento tem se mostrado controverso entre os autores [20–23]. Além disso, revisões anteriores avaliaram apenas os indicadores de acurácia diagnóstica de estudos prospectivos de FMS™. Assim, o objetivo desta revisão sistemática foi avaliar a associação da avaliação dos padrões de movimento, por meio da DMA™ e FMS™ com o risco de lesões musculoesqueléticas.

MÉTODO

Esta revisão sistemática foi registrada no PROSPERO (CRD42017068014) e redigida com base nos itens do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*: a Recomendação PRISMA [24].

Critério de inclusão

Os estudos incluídos nesta revisão sistemática foram estudos prospectivos que utilizaram o FMS™ ou DMA™ para classificar o risco de lesões musculoesqueléticas em praticantes de exercícios físicos de ambos os sexos e sem limites de idade. Informações mais detalhadas sobre FMS™ e DMA™ estão nos estudos de Cook *et al.*, e Nessler & Haile, respectivamente [5,9].

Estratégia de busca

Uma busca foi realizada em novembro de 2016 nas bases de dados Biblioteca US Nacional de Medicina (Medline), Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS, via Biblioteca Virtual em Saúde), CINAHL (EBSCOhost), SPORTDiscus e SCOPUS. As seguintes palavras-chave com seus respectivos sinônimos foram utilizadas para a elaboração

da frase de busca: predição de lesão, risco de lesão, *Functional Movement Screening e Dynamic Movement Assessment*. As frases utilizadas na pesquisa foram feitas com os operadores booleanos “E” (entre os descritores) e “OR” (entre sinônimos do descritor). Não houve limites de data ou filtros de idiomas na busca.

Processo de extração de dados

Os seguintes dados foram extraídos a partir dos estudos selecionados: perfil dos participantes, tamanho da amostra, de classificação de lesões musculoesqueléticas, tempo de seguimento e o tipo de análise estatística realizada, com os seus respectivos resultados.

Análise de risco viés

Para a análise de risco viés, foi utilizada a escala de Newcastle-Ottawa para estudos de coorte [25]. Os domínios considerados nesta escala foram: (i) seleção (representatividade do grupo exposto, a seleção da coorte não exposta, a avaliação da exposição e a confirmação de que o resultado de interesse não estava presente no início do estudo); (ii) Comparação da coorte baseada no desenho do estudo ou análise (se os resultados foram ajustados para os principais fatores de confundimento e outras variáveis); e (iii) resultado (avaliação dos resultados, tempo de seguimento suficiente e adequação de follow-up de coortes). Cada item atendido foi pontuado com uma estrela. Estudos com menos de cinco estrelas foram classificados como "alto risco de viés". Além disso, estudos que não pontuaram no domínio "comparação" apresentaram um "risco de viés incerto". Apenas estudos com cinco estrelas, pontuaram no domínio “comparação” foram classificados com baixo risco.

RESULTADOS

Diagrama de fluxo

O total de estudos por base de dados e um diagrama de fluxo dos estudos estão na Figura 1. Sete estudos foram localizados manualmente. Nenhum dos estudos investigou a DMATM. As características dos estudos incluídos estão na Tabela 1. A análise estatística e os seus resultados são apresentados na Tabela 2 e análise de risco de viés estão na Tabela 3.

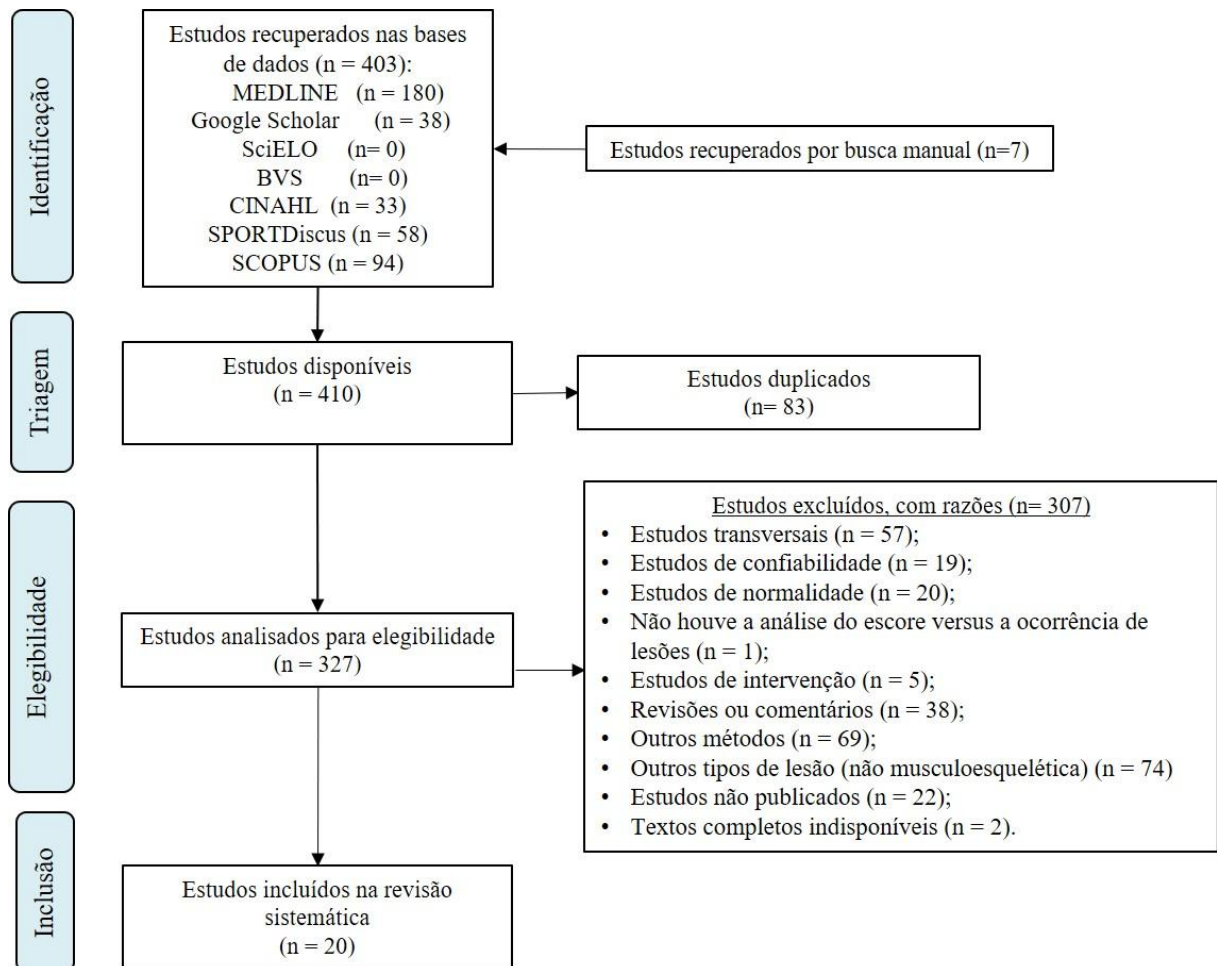


Figura 1. Diagrama de fluxo dos estudos incluídos.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 1. Características dos Estudos incluídos na Revisão Sistemática.

Estudo	Participantes	Amostra	Critérios Classificação de lesões	Tempo de seguimento
Bushman et al., 2015 [26].	Militares	n = 2.476 soldados; Idade = 18 - 57 anos.	I	6 meses
Lisman et al., 2013 [27].	Militares	n = 447 (CD) e n = 427 (LD) aspirantes a oficial da Marinha; Idade = 22,4 ± 2,7 anos.	I	6 (n = 427) ou 10 semanas (n = 447), de acordo com o curso (CD ou LD).
Kodesh et al., 2015 [28].	Militares	n = 158 soldados do sexo feminino do Curso de Instrutor de Combate Fitness (CFIC) - Forças de Defesa de Israel (IDF); Idade = 19,0 (18,1 - 20,2) anos	I	3 meses
Butler et al., 2013 [29].	Militares	n=108 alunos do curso de formação de bombeiro Idade = NR	III *	4 meses
McGill et al., 2015 [30].	Militares	n = 53 homens, departamento de polícia de elite Idade = 37,9 ± 5 anos	I, II	5 anos
O'Connor et al., 2011 [31].	Militares	n= 874 aspirantes a oficial da Marinha; Idade = 18 - 30 anos	I, III **	6 (n = 427) ou 10 semanas (n = 447), de acordo com o curso (CD ou LD).
Warren et al., 2015 [32].	Atletas	n = 167 atletas universitários; Idade = 18 - 24 anos de idade.	I	Uma Temporada
Kiesel et al., 2007 [11].	Atletas	n = 46 jogadores de futebol; Idade = NR	III *	4,5 meses
Tee et al., 2016 [33].	Atletas	n = 62 jogadores de rugby Idade = NR	III *	6 meses

Azam et al., 2015 [34].	Atletas	n = 34 jogadores de basquete; Idade = NR	III #	Uma temporada
Argila et al., 2016 [35].	Atletas	n = 45 atletas de remo escolar feminino; Idade = > 18 anos;	III	Uma temporada
Bardenett et al., 2015 [36].	Atletas	n = 185 (97 mulheres, 88 homens) atletas do ensino médio - diversas modalidades; Idade = 13 - 18 anos de idade.	II, III	Uma estação (outono)
Hammes et al., 2016 [37].	Atletas	n = 238 jogadores de futebol > 32 anos; Idade = 44 ± 7 anos de idade.	I, III	9 meses
Kiesel et al., 2014 [23].	Atletas	n = 238 jogadores de futebol; Idade = NR	I, III	Uma pré-temporada
Chorba et al., 2010 [38].	Atletas	n = 38 atletas universitários, mulheres - várias modalidades; Idade = 18 - 26 anos de idade.	I, II	Uma temporada
Dossa et al., 2014 [39].	Atletas	n = 20 jogadores de hóquei. Idade = 16 - 20 anos.	II, III	Uma temporada (2013-2014)
Weise et al., 2014 [40].	atletas	n = 144 atletas universitários - futebol; Idade = 18,9 ± 1,3 anos.	I, II, III	Uma temporada
Garrison et al., 2015 [41].	atletas	n = 168 atletas universitários - várias modalidades Idade = 17 - 22 anos.	I, II, III	Uma temporada
Mokha et al., 2016 [42].	atletas	n = 84 (20 homens) - várias modalidades; Idade = 20,4 ± 1,3 anos (homens) e 19,1 ± 1,2 (mulheres).	I, II, III	Uma temporada
Martin et al., 2016 [43].	atletas	n = 27 adolescentes Cricket Pace jogadores; Idade = 13 - 18 anos;	I, II, III	Uma temporada

n = tamanho da amostra; NR = não relatado; CD = curso de curta duração; LD = curso de longo prazo. Critérios utilizados para definir as lesões: I) o diagnóstico das lesões foi realizada por um profissional de saúde; II) As lesões registradas foram relacionados com o treino ou competição; e III) foram consideradas como lesões, apenas as lesões musculoesqueléticas com o tempo de perda de mais de 24 horas; III * = tempo de perda de mais de 3 semanas; III ** = uma lesão grave promove retirada do programa de formação; III # = perda de tempo maior do que 7 dias.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 2. A análise estatística dos estudos incluídos.

Análise estatística	Autor	Resultados
Acurácia diagnóstica	Bardenett <i>et al.</i> , 2015[36].	AUC = 0,49; GL contra GNL (P = 0,95); s = 0,56; e = 0,38, RV+ = 0,91; RV = 1,14
	Bushman <i>et al.</i> , 2015[26].	FMS (ponto de corte = 14): NLT: s = 37%; e = 81%; VPP = 43%; VPN = 77% AUC: 61%; LT: s = 28%; e = 77%; VPP = 19%; VPN = 85% AUC: 54%; TL: s = 33%; e = 82% VPP = 52%; VPN = 68% AUC: 60%.
	Garrison <i>et al.</i> , 2015[41].	FMS (ponto de corte = 14): s = 0,67, e = 0,73, + VR = 2,51; VR = 0,45;
	Hammes <i>et al.</i> , 2016[37]	FMS (ponto de corte = 14) + lesões prévias: s = 0,65, e = 0,89, + VR = 5,88; RV- = 0,39;
	Kiesel <i>et al.</i> , 2007[11].	FMS (ponto de corte = 14): AUC (qualquer lesão) = 0,56; IC 95% = 0,47-0,64; P = 0,17; AUC (LNT) = 0,55; IC 95% = 0,46- 0,64, P = 0,30);
	Kiesel <i>et al.</i> , 2014[23].	FMS (ponto de corte = 14): s = 0,54 (IC de 95% = 0,34-0,68); e = 0,91 (IC de 95% = 0,83-0,96), VR+ = 5,92 (IC de 95% = 1,97-18,37), VR- = 0,51 (IC de 95% = 0,34-0,79).
	Chorba <i>et al.</i> , 2010 [38]	FMS (ponto de corte = 14): S = 0,26 (IC de 95% = 0,18-0,36), e = 0,87 (95% CI = 0,84- 0,90); FMS (ponto de corte = 14) + assimetria: e = 0,87 (IC de 95% 0,84-0,90).
	Mokha <i>et al.</i> , 2016 [42]	FMS (ponto de corte = 14): s = 0,579 (CI 95% = 0,335-0,798); e = 0,737 (CI 95% = 0,488-0,909); + VR = 2,200 (CI 95% = 0,945-5,119);
	Dossa <i>et al.</i> , 2014 [39]	FMS (ponto de corte = 14): s = 26,3%; E = 58,7% s = 0,5 (IC de 95% = 0,189-0,811); e = 0,7 (IC de 95% = 0,348-0,930); VR+ = 1,67 (IC de 95% = 0,54-5,17); VR = 0,71 (IC de 95% = 0,34-1,50); VPP = 62,50% (IC 95% = 0,25-0,91); VPN = 58,33% (IC 95% = 0,28-0,85).
	McGill <i>et al.</i> , 2015 [30]	s = 0,28 (dor lombar) e 0,42 (IH); e = 0,76 (dor lombar) e 0,47 (IH); P = NR
	O'Connor <i>et al.</i> , 2011 [31]	s = 0,452 (TL), 0,12 (lesão grave) e 0,13 (LNT). e = 0,782 (IA), 0,939 (lesão grave) e 0,901 (LNT). AUC = 0,58 (IH), 0,53 (lesão grave) e 0,52 (LNT).
	Weise <i>et al.</i> , 2014 [40]	AUC = 0,491 (P = 0,854), s = 0,495; 1- e = 0,429, VR+ = 1,154 (P = 0,819); Lesões MMSS (FMS de corte = 17): AUC = 0,483 (P = 0,769); s = 0,500; 1-p = 0,464; + VR = 1,078 (P = 0,765) Lesões MMII (FMS de corte = 17): AUC = 0,486 (p = 0,766); s = 0,480; 1-p = 0,464; + VR = 1,035 (P = 0,762) LNT: AUC = 0,490 (P = 0,846); s = 0,232; 1-p = 0,216; RVP = 1,075 (P = 0,843); Lesões afastamento > 10 dias: AUC = 0,422 (P = 0,194), S = 0,996; e = 0,974; VR+ = 0,992 (P = 0,187).
	Tee <i>et al.</i> , 2016 [33]	s = 0,83 (IC de 95% = 0,52-0,98); e = 0,46 (IC de 95% = 0,35-0,48); AUC = 0,68 e P = 0,049
	Warren <i>et al.</i> , 2015 [32]	s = 0,54; e = 0,46; AUC = 0,48

Odds Ratio	Kodesh <i>et al.</i> , 2015 [28]	s = 0,42; e = 0,63; AUC = 0,51
	Bushman <i>et al.</i> , 2015 [26]	FMS (ponto de corte = 14): OR = 1,96 (P = 0,01)
	Garrison <i>et al.</i> , 2015[41]	FMS (ponto de corte = 14): OR = 5,71; IC de 95% = 2,73-11,51
	Kiesel <i>et al.</i> , 2007[11]	FMS (ponto de corte = 14): OR = 11,67 (IC 95% = 2,47-54,52)
	Chorba <i>et al.</i> , 2010[38]	FMS (ponto de corte = 14): OR = 3,850 (CI 95% = 0,980-15,13.
	Mokha <i>et al.</i> , 2016[42]	FMS (ponto de corte = 14): OR = 2,07 (P = 0,15). FMS (ponto de corte = 14) + assimetria: OR = 5,27 (IC de 95% = 1,93-14,40; P = 0,001)
	O'Connor <i>et al.</i> , 2011[31]	OR: TL (OR = 2,0; (95% CI = 1,3-3,1, P = 0,002), LNT (OR = 1,4, IC 95% = 0,71-2,6, P = 0,35); lesões graves (OR = 2,0, IC 95 % = 1,0-4,1; P = 0,05)
	Weise <i>et al.</i> , 2014[40]	FMS (ponto de corte = 17): TL - OR = 1,425 (P = 0,392); IC 95% = NR; lesões MMSS - OR = 1,134 (p = 0,793); lesões MMII - OR = 1,113 (p = 0,789); FMS (ponto de corte = 18): LNT - OR = 0,949 (P = 0,926); FMS (ponto de corte = 12): Lesões com afastamento > 10 dias: OR = 2,154 (P = 0,380).
	Lisman <i>et al.</i> , 2013[27]	ST / FMS (ponto de corte = 14): TL - OR = 2,04 (IC 95% = 1,32-3,15) e P = 0,001; LNT - OR = 1,34 (IC 95% = 0,70-2,56) e P = 0,382; LT - OR = 1,92 (IC 95% = 1,21-3,02) e P = 0,005; LtT/ FMS (ponto de corte = 14): TL - OU = 2,10 (IC de 95% = 1,34-3,29) e P = 0,001; LT - OU = 1,80 (IC de 95% = 1,12-2,89) e P = 0,015; LNT: NR.
	Butler <i>et al.</i> , 2013 [29]	OR: 1,21 (IC de 95% = 1,01-1,42)
Tee <i>et al.</i> , 2016[33]	OR = 4,3 (IC de 95% = 0,9-21,0)	
Warren <i>et al.</i> , 2015[32]	OR = 1,01 (IC de 95% = 0,53-1,91)	
Kodesh <i>et al.</i> , 2015[28]	OR = 0,98 (IC de 95% = 0,87-1,10)	
Risco Relativo	Bushman <i>et al.</i> , 2015 [26]	FMS (ponto de corte = 14): RR = 1,86 (LNT) e RR = 1,49 (IA) - P = 0,01);
	Kiesel <i>et al.</i> , 2014 [23]	FMS (ponto de corte = 14): RR = 1,87 (IC de 95% = 1,20-2,96);
	Mokha <i>et al.</i> , 2016 [42]	FMS (ponto de corte = 14): RR = 2,73 (IC de 95% = 1,36-5,44; P = 0,001); FMS (ponto de corte = 18): RR = 0,56 (IC de 95% = 0,34-0,93)
	O'Connor <i>et al.</i> , 2011 [31]	CD - FMS (ponto de corte = 14): RR (TL) = 1,91 (IC de 95% = 1,21-3,01; P <0,01); LD - FMS (ponto de corte = 14): RR (TL) = 1,65 (95% CI = 1.05- 2,59; p = 0,03); CD + LD: RR (TL) = 1,5 (P = 0,003).
	Azam <i>et al.</i> , 2015 [34]	RR = 0,86 (IC 95% =0,42-1,76)
	Martin <i>et al.</i> , 2016 [43]	RR = 0,59 (IC 95% = 0,16-2,20)
	Kodesh <i>et al.</i> , 2015[28]	RR * = 1,49 (95% CI = 0,998-2,23)

P = P-valor; NR = não relatado; GL = grupo lesionado; GNL = grupo não lesionado; IC 95% = intervalo de confiança de 95%; s = sensibilidade; e = especificidade; VPP = valor preditivo positivo; VPN = valor preditivo negativo; ROC: Receiver Operating Characteristic; AUC = área sob a “curva receive operator”; LT = lesões traumáticas; LNT = lesões não traumáticas; TL = todas as lesões; FMS = Functional Movement Screening; VR+= razão de verossimilhança positiva; VR = razão de

verossimilhança negativa; MMSS = membros superiores; MMII = membros inferiores; CD = curso de curta duração; LD = curso de longo prazo; OR = odds ratio; RR = risco relativo.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 3. Risco de viés de estudos que avaliaram a associação de FMS™ com o risco de lesões musculoesqueléticas com a Escala Newcastle-Ottawa para estudos de coorte (NOS)

Domínio / estudo	Seleção	comparabilidade	Resultado	Escore	Risco
Bushman <i>et al.</i> [26]	***	**	*	*****	Baixo
Garrison <i>et al.</i> [41]	**	*	*	****	Alto
Kiesel <i>et al.</i> [11]	***	-	**	*****	Incerto
Lisman <i>et al.</i> [27]	****	**	*	*****	Baixo
Butler <i>et al.</i> [29]	****	-	**	*****	Incerto
Chorba <i>et al.</i> [38]	***	*	**	*****	Baixo
Mokha <i>et al.</i> [42]	****	-	**	*****	Incerto
O'Connor <i>et al.</i> [31]	***	-	*	****	Alto
Weise <i>et al.</i> [40]	***	-	*	****	Alto
Kiesel <i>et al.</i> [23]	**	-	-	**	Alto
Bardenett <i>et al.</i> [36]	***	-	**	****	Incerto
Dossa <i>et al.</i> [39]	**	-	***	*****	Incerto
Hammes <i>et al.</i> [37]	***	**	*	*****	Baixo
McGuill <i>et al.</i> [30]	***	*	**	*****	Baixo
Tee <i>et al.</i> [33]	****	-	*	*****	Incerto
Azam <i>et al.</i> [34].	**	-	**	****	Alto
Martin <i>et al.</i> [43].	**	-	***	*****	Incerto
Warren <i>et al.</i> [32].	***	-	**	*****	Incerto
Kodesh <i>et al.</i> [28].	***	-	*	****	Alto
Clay <i>et al.</i> [35].	***	-	*	****	Alto

Domínios de Newcastle-Ottawa Escala (NOS): Seleção (representatividade do grupo exposto, a seleção do grupo não-exposto; acompanhamento da exposição e demonstração de que resultado de interesse não estava presente no início do estudo); Comparabilidade (fator principal e qualquer fator adicional); e Resultado (avaliação de resultados; se o follow-up foi suficiente para que os resultados para ocorressem; e adequação do acompanhamento de coortes).

Fonte: O autor, 2020.

DISCUSSÃO

O objetivo da presente revisão foi avaliar a associação entre FMS™ e DMA™ e o risco de lesões musculoesqueléticas. Não foram encontrados estudos com DMA™, provavelmente devido ao seu desenvolvimento mais recente [5]. Com base na análise estatística da maioria dos estudos, o FMS™ está associado com o risco de lesões musculoesqueléticas. Considerando os estudos de coortes de Bushman *et al.*[26] e O'Connor *et al.* [31], que apresentaram o menor risco de viés, esta associação é reforçada (Tabela 3).

De acordo com a Tabela 2, o FMSTM mostrou valores de sensibilidade variando de 26 a 68%; especificidade de 38-96%; PPV 19-91%; NPV 28-85%; e AUC 0,42-0,68 (Tabela 2). Portanto, percebe-se que os indicadores de acurácia diagnóstica são divergentes entre os 12 estudos. O OR apresentou valores entre 0,53-11,67, com a associação ora ausente, ora forte [44]. Apenas sete estudos calcularam o RR (20, 23, 25, 28, 33, 34, 37), cujos resultados foram RR = 1,86 (lesões por *overuse*) [26], RR = 1,49 (lesões traumáticas) [26]; e RR = -0,5[43] para 2,73 [42] (qualquer lesão). Assim, um baixo desempenho no FMSTM parece estar associado com um risco mais elevado lesão, embora este resultado seja limitado pelo número de estudos que calculam o RR e o elevado risco de viés em dois desses estudos [23,28,34,42].

Considerando-se os resultados dos estudos com baixo risco de viés (Tabela 3), verifica-se que o FMSTM tem uma baixa sensibilidade [30,38,45], uma boa especificidade [30,38,45], e valores de AUC devidos ao acaso [26,37]. Dos cinco estudos com baixo risco de viés, três deles utilizaram amostras compostas por militares [26,27,30]. Esses estudos apresentaram uma pontuação maior no domínio "seleção". Esta observação é uma consequência de uma melhor representatividade das amostras em cursos militares, uma seleção mais adequada do grupo não exposto (que faz parte da mesma população) e a monitorização da exposição (com base na análise de registos de bases, tais como militar registos de bases). Ao mesmo tempo, grupos militares são geralmente mais homogêneos em relação a várias características (idade, nível de aptidão física, o volume de exercício físico, rotina etc.). Apenas seis estudos analisaram a influência de possíveis fatores de confusão [26,27,30,37,38,46]. Assim, todos os outros estudos têm um "elevado" ou "incerto" risco de viés, uma vez que a influência de outros fatores de risco no resultado obtido não foi relatada. Houve pouca representatividade da maioria das amostras utilizadas, especialmente em estudos com atletas. Além disso, em muitos casos, as taxas de atrito não foram citadas e nem justificadas. Em alguns casos, não houve confirmação da ausência de casos no início dos estudos e não ficou claro se houve cegamento de participantes e dos profissionais responsáveis pelo acompanhamento, o que limita a interpretação dos resultados.

Todos os estudos incluídos nesta revisão sistemática apresentaram o mesmo desenho prospectivo, e avaliaram a associação entre a pontuação no FMSTM e o risco de lesões. Entre 20 estudos, 15 realizaram a análise acurácia diagnóstica, 12 calcularam o OR e 7 calcularam o RR. A grande variação entre os resultados pode ter relação com vários fatores. Primeiro, amostras consistiam em atletas de diferentes modalidades ou militares. Além disso, a idade dos indivíduos diferiu de um estudo para o outro. Provavelmente, FMSTM não é uma ferramenta de avaliação apropriadas para praticantes de qualquer tipo de exercícios físicos.

Em segundo lugar, a classificação de lesões não segue os mesmos critérios em todos os estudos. Alguns autores utilizaram a definição proposta por HÄGGLUND *et al.* [47], que define uma lesão musculoesquelética quando três critérios estão relacionados a lesões: associação com a participação atlética; necessidade de cuidados de saúde; e afastamento das funções esportivas ou operacionais de pelo menos 24 horas. No entanto, alguns autores incluíram apenas lesões graves (com afastamento superior a três semanas) [11,29,33] ou qualquer lesão [26–28,30,32]. Terceiro, a estatística com base em indicadores de acurácia diagnóstica ou o simples cálculo da OR limitam a interpretação do risco associado a uma exposição em estudos de coorte [44]. Indicadores de acurácia de diagnóstica são empregados nos estudos que avaliam a validade de um teste de índice em comparação com um padrão de referência [48,49]. Em estudos de predição lesão, considerar a ocorrência de lesões como um padrão de referência pode limitar a interpretação dos resultados, uma vez que um indivíduo de alto risco não pode sofrer uma lesão, especialmente se ele não está exposto ao fator de risco. O uso de OR avalia a chance de um indivíduo de alto risco de desenvolver lesões. No entanto, ele não considera a incidência de lesão, sendo uma estimativa de risco em casos em que a prevalência de uma doença é baixa [44]. Portanto, o cálculo mais adequado é o risco relativo.

Esta foi a primeira revisão sistemática que avaliou a associação do FMS™ e DMA™, categorizando por tipo de análise estatística realizada. No entanto, uma limitação foi o pequeno número de estudos que avaliam o RR de FMS™ e a ausência de estudos com DMA™. Em estudos futuros, sugere-se um maior cuidado com o controle de alguns vieses. A maioria dos estudos não realizou o pareamento de variáveis como sexo, idade e outras variáveis de interesse, tais como modalidades esportivas [50]. Neste caso, sugerimos usando análise de regressão logística. Um outro ponto crítico é a falta de confirmação da ausência de casos no início do estudo, bem como a ausência de cegamento dos avaliadores responsáveis pela monitoração das lesões da amostra. Em teoria, eles não devem saber se o participante pertence ao grupo exposto ou não expostos ao fator de risco. Por fim, sugere-se a realização de estudos sobre a associação de DMA™ com o risco de lesões musculoesqueléticas, uma vez que não foram encontrados estudos com este método, que utiliza movimentos não estão presentes em vários sinais de esportes com bidimensional análise [5].

CONCLUSÃO

A partir dos estudos desta revisão sistemática, concluiu-se que a avaliação dos padrões de movimento, pelo FMS™, pode ser associada com o risco de lesões em pessoas que praticam exercícios físicos. Não foram encontrados estudos que avaliaram a associação entre

a DMATM e o risco de lesões. Recomenda-se que estudos futuros realizar maior controle de vieses de seleção, comparação e resultado, bem como a realização de análise quantitativa dos resultados dos estudos baseada no RR.

REFERÊNCIAS

- [1] O'BRIEN, J.; FINCH, C. F. The Implementation of Musculoskeletal Injury-Prevention Exercise Programmes in Team Ball Sports: A Systematic Review Employing the RE-AIM Framework. *Sports Medicine*, n. October 2015, p. 1305–1318, 2014.
- [2] TAANILA, H. *et al.* Aetiology and risk factors of musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 11, p. 146, 2010.
- [3] TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: A population-based cohort study *Epidemiology of musculoskeletal disorders. BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, 2015.
- [4] MCCUNN, R. *et al.* Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports Medicine*, p. 1–19, 2015.
- [5] NESSLER, T. D.; HAILE, E. *Dynamic Movement Assessment: Prevent Injury and Enhance Performance*. USA: Publiwise, 2014.
- [6] PARKKARI, J. *et al.* Neuromuscular training with injury prevention counselling to decrease the risk of acute musculoskeletal injury in young men during military service: a population-based, randomised study. *BMC Medicine*, v. 9, n. 1, p. 35, 2011.
- [7] MUNRO, A.; HERRINGTON, L.; CAROLAN, M. Reliability of 2-Dimensional Video Assessment of Frontal-Plane Dynamic Knee Valgus During Common Athletic Screening Tasks. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 21, p. 7–11, 2012.
- [8] GWYNNE, C. R.; CURRAN, S. A. Quantifying frontal plane knee motion during single limb squats: reliability and validity of 2-dimensional measures. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 9, n. 7, p. 898–906, 2014.
- [9] COOK, G.; BURTON, L.; HOOGENBOOM, B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT*, v. 1, n. 2, p. 62–72, 2006.
- [10] SCHNEIDERS, A. G. *et al.* Functional movement screen normative values in a young, active population. *International journal of sports physical therapy*, v. 6, n. 2, p. 75–82, 2011.
- [11] KIESEL, K. *et al.* Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy*, v. 2, n. 3, p. 147–158, 2007.
- [12] MCCALL, A. *et al.* Injury prevention strategies at the FIFA 2014 World Cup: perceptions and practices of the physicians from the 32 participating national teams. *British journal of sports medicine*, v. 49, n. 9, p. 603–8, 2015.
- [13] KRAUS, K. *et al.* Efficacy of the Functional Movement Screen: a Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 28, n. 12, p. 3571–3584, 2014.
- [14] DORREL, B. S. *et al.* Evaluation of the Functional Movement Screen as an Injury Prediction Tool Among Active Adult Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, v. 7, n. 6, p. 532–537, nov. 2015.
- [15] MCCALL, A. *et al.* Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 9, p. 583–589, 2015.
- [16] HOFFMAN, M. D.; KRISHNAN, E. Health and exercise-related medical issues among 1,212 ultramarathon runners: baseline findings from the Ultrarunners Longitudinal TRacking (ULTRA) Study. *PLoS one*, v. 9, n. 1, p. e83867, 2014.
- [17] KNAPIK, J. Physical fitness, age, and injury incidence in infantry soldiers. *J Occup Med*, v. 35, n. 6, p. 598–603, 1993.
- [18] KNAPIK, J. J. *et al.* A prospective investigation of injury incidence and injury risk

factors among army recruits in military police training. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 14, 2013.

[19] TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 104, 2015.

[20] MONNIER, A. *et al.* Risk factors for back pain in marines ; a prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 17, p. 1–12, 2016.

[21] ROY, T. C. *et al.* Heavy loads and lifting are risk factors for musculoskeletal injuries in deployed female soldiers. *Military Medicine*, v. 181, n. 11, p. e1476–e1483, 2016.

[22] KNAPIK, J. J. *et al.* Efficacy of Functional Movement Screening for predicting injuries in Coast Guard Cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 5, p. 1157–1162, 2015.

[23] KIESEL, K. B.; BUTLER, R. J.; PLISKY, P. J. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *Journal of sport rehabilitation*, v. 23, n. 2, p. 88–94, 2014.

[24] MOHER, D. *et al.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Physical Therapy*, v. 89, n. 9, p. 873–880, 2009.

[25] WELLS, G. A. *et al.* *The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses.* Disponível em: <http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp>. Acesso em: 16 out. 2017.

[26] BUSHMAN, T. T. *et al.* The Functional Movement Screen and Injury Risk: Association and Predictive Value in Active Men. *The American journal of sports medicine*, v. 44, n. 2, p. 297–304, 2016.

[27] LISMAN, P. *et al.* Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 45, n. 4, p. 636–643, 2013.

[28] KODESH, E. *et al.* Examination of the Effectiveness of Predictors for Musculoskeletal Injuries in Female Soldiers. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 2005, n. January, p. 515–521, 2015.

[29] BUTLER, R. J. *et al.* Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*, v. 46, n. 1, p. 11–17, 2013.

[30] MCGILL, S. M. *et al.* Can fitness and movement quality prevent back injury in elite task force police officers? A 5-year longitudinal study. *Ergonomics*, v. 0139, n. May, p. 1–8, 2015.

[31] O’CONNOR, F. G. *et al.* Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 43, n. 12, p. 2224–2230, dez. 2011.

[32] WARREN, M.; SMITH, C. A.; CHIMERA, N. J. Association of the Functional Movement Screen With Injuries in Division I Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 24, p. 163–170, 2015.

[33] TEE, J. C. *et al.* Preseason Functional Movement Screen component tests predict severe contact injuries in professional rugby union players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 2016.

[34] AZZAM, M. G. *et al.* The Functional Movement Screen as a predictor of injury in professional basketball players. *Current Orthopaedic Practice*, v. 26, n. 6, p. 619–623, 2015.

[35] CLAY, H.; MANSELL, J.; TIERNEY, R. Association between rowing injuries and the functional movement screen in female collegiate division I rowers. *International journal of sports physical therapy*, v. 11, n. 3, p. 345–349, 2016.

[36] BARDENETT, S. M. *et al.* Functional Movement Screen Normative Values and Validity in High School Athletes: Can the Fms™ Be Used As a Predictor of Injury? *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 3, p. 303–8, 2015.

[37] HAMMES, D. *et al.* Injury prediction in veteran football players using the Functional

- Movement Screen ^(TM). *Journal of Sports Sciences*, v. 34, n. 14, SI, p. 1371–1379, jul. 2016.
- [38] CHORBA, R. S. *et al.* Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, v. 5, n. 2, p. 47–54, 2010.
- [39] DOSSA, K. *et al.* Can injury in major junior hockey players be predicted by a pre-season functional movement screen - a prospective cohort study. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, v. 58, n. 4, p. 421–427, dez. 2014.
- [40] WEISE, W. *et al.* Determination of the Functional Movement Screen to Predict Musculoskeletal Injury in Intercollegiate Athletics - ProQuest. *Athletic Training and Sports Healthcare*, v. 6, n. 4, p. 161–169, 2014.
- [41] GARRISON, M. *et al.* Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 1, p. 21–8, 2015.
- [42] MOKHA, M.; SPRAGUE, P. A.; GATENS, D. R. Predicting Musculoskeletal Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes From Asymmetries and Individual-Test Versus Composite Functional Movement Screen Scores. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 2, p. Functional Movement Screening: Predicting Injuries, 2016.
- [43] MARTIN, A. C.; OLIVIER, B.; BENJAMIN, N. The Functional Movement Screen in the Prediction of Injury in Adolescent Cricket Pace Bowlers: An Observational Study. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 26, n. 5, p. 386–395, 2017.
- [44] CHEN, H.; COHEN, P.; CHEN, S. How big is a big odds ratio? Interpreting the magnitudes of odds ratios in epidemiological studies. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, v. 39, n. 4, p. 860–864, 2010.
- [45] BUSHMAN, T. T. *et al.* The Functional Movement Screen and Injury Risk. *American Journal of Sports Medicine*, v. 44, n. 2, p. 297–304, fev. 2016.
- [46] GARRISON, M. *et al.* Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 1, p. 21–28, fev. 2015.
- [47] HÄGGLUND, M. *et al.* Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 340–6, 2005.
- [48] OLIVEIRA, M.; GOMES, A.; TOSCANO, C. QUADAS and STARD: Evaluating the quality of diagnostic accuracy studies. *Revista de Saude Publica*, v. 45, n. 2, p. 416–422, 2011.
- [49] LEEFLANG, M. M. G. *et al.* Systematic reviews of diagnostic test accuracy. *Annals of Internal Medicine*, v. 149, n. 12, p. 889–897, 2008.
- [50] MARGULIS, A. *et al.* Quality assessment of observational studies in a drug-safety systematic review, Comparison of two tools: The Newcastle-Ottawa scale and the RTI item bank. *Clinical Epidemiology*, v. 6, p. 981–993, 2014.

3 ESTUDO 3 - A ASSOCIAÇÃO DOS PADRÕES DE MOVIMENTOS AVALIADOS PELO FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENING E A INCIDÊNCIA DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE

RESUMO

Objetivo: verificar, quantitativamente, a associação da classificação risco de lesão FMS™ com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas em praticantes de exercícios físicos. **Métodos:** Uma busca sistemática da literatura foi realizada em julho de 2018 nas bases MEDLINE, LILACS, SCOPUS, SPORTDiscus, CINAHL e Web of Science. Diferentes listas de referências foram examinadas na busca de estudos que examinaram a associação entre FMS™ e lesões. Os dados a seguir foram extraídos dos estudos: perfil dos participantes, tamanho da amostra, classificação de lesões musculoesqueléticas, tempo de seguimento e risco relativo (RR). Os participantes com pontuação FMS™ <13-14 foram considerados com “alto risco”. O teste de Mantel-Haenszel com modelo de efeito aleatório e a medida de RR foi realizada. O Teste Begg foi usado para analisar o viés de publicação. **Resultados:** Um total de 1.658 estudos foram recuperados a partir das bases de dados e 20 foram selecionados. Uma metanálise de 964 lesões em 2.227 participantes de alto risco e 1.719 lesões em 5.756 participantes de baixo risco mostrou que os indivíduos com “alto risco” no FMS™ tiveram um RR = 1,51 (IC 95% = 1,35-1,69) para desenvolverem lesões. **Conclusões:** Indivíduos classificados como de “alto risco” pelo FMS™ são 51% mais propensos a ser afetados por lesões do que aqueles classificados como de baixo risco, mas o nível de evidência é muito baixo.

Palavras-chave: movimento; lesões atléticas; triagem; risco relativo.

INTRODUÇÃO

As lesões musculoesqueléticas são frequentes em praticantes de exercícios físicos, especialmente quando são realizados volumes e intensidades de treinamento elevados e em indivíduos com baixos níveis de condicionamento aeróbio [1]. Exemplos de grupos suscetíveis são atletas de diferentes modalidades (futebol, rugby, basquetebol, e outros) [2–5] e os militares [1,6–8]. Neste contexto, estratégias de avaliação foram implementadas para detectar fatores de risco de lesões [6,9,10].

O *Functional Movement Screening*TM (FMSTM) é um método de baixo custo de que foi desenvolvido para avaliar os padrões fundamentais de movimento de um indivíduo. No FMSTM, sete testes funcionais são realizados (agachamento profundo, passo por cima da barreira, avanço em linha reta, mobilidade do ombro, elevação da perna estendida, estabilidade do tronco e estabilidade de rotação). De acordo com a presença de certos tipos de padrões de movimento (desvios), a pontuação varia de zero a três pontos. Tal como descrito por Cook *et al.* (2006) [11], uma pontuação de zero representa a presença de dor, uma pontuação de 1 está relacionada a um paciente possuindo muitos desvios, uma pontuação de 2 está relacionada a um paciente possuindo alguns desvios, e uma pontuação de 3 está relacionada a um padrão de movimento normal [11]. O FMSTM foi desenvolvido para profissionais de Educação Física e Fisioterapia para identificar certos padrões de movimento e, em seguida, prescrever exercícios para a prevenção de lesões musculoesqueléticas. Com isso, seu uso se espalhou para outros esportes, bem como para o pessoal militar, sendo o escore utilizado para avaliar o risco de lesões musculoesqueléticas [12–14]. Uma descrição mais detalhada da FMSTM pode ser encontrada no comentário clínico fornecido por Cook *et al.*, 2006 [11].

Revisões sistemáticas anteriores concluíram que não há evidências a respeito da eficácia da FMSTM como um método de previsão de lesão [15,16]. No entanto, nenhum dos estudos anteriores realizou o cálculo do risco relativo (RR), que quantifica fatores de risco em estudos de coorte [17]. O RR é obtido através do cálculo da relação entre a incidência de uma doença entre participantes expostos e não expostos a um determinado fator de risco, que neste caso é a presença ou não de um baixo escore no FMSTM [18]. Em decorrência da lacuna de revisões anteriores com relação à investigação do RR em estudos com FMSTM como um método preditor de lesão, o objetivo deste estudo foi verificar, quantitativamente, a associação da classificação risco de lesão FMSTM com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas em praticantes de exercício físico (esportes e militar).

MÉTODO

Protocolo e Registro

Esta revisão foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews Registro* (CRD42017071878).

Critério de inclusão

Nesta metanálise, foram incluídos estudos de coorte que atenderam os seguintes critérios de inclusão [19]:

População

Foram incluídos os participantes que realizam exercícios físicos, tais como atletas de diferentes modalidades e militares de diferentes especialidades.

A exposição de interesse (variável independente)

Considerou-se como “expostos” os participantes que praticavam atividades físicas e cujo escore do FMS™ foi avaliado.

Lesões musculoesqueléticas (Resultado ou variável dependente)

Foram incluídos estudos que atenderam pelo menos um dos seguintes critérios para a definição de lesão: I) a lesão foi associada com a participação atlética ou exercícios militares; II) houve uma necessidade de atenção médica; e III) houve tempo de afastamento das funções esportivas ou operacionais durante pelo menos 24 horas. Os estudos incluídos deviam atender pelo menos um destes critérios.

Estratégia de busca

Uma busca sistemática da literatura, sem filtros de idioma ou de tempo foi realizada em julho de 2018 as seguintes bases de dados: National Library of Medicine (MEDLINE), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), SCOPUS, SPORTDiscus e Web of Science. As seguintes palavras-chave foram usadas como descritores do Medical Subject Headings (MeSH) ou palavras do texto: predição de lesão, o risco de lesão, lesões, risco relativo, análise do movimento, *Functional Movement Screening*, e seus sinónimos. A

equação de busca foi obtida utilizando os operadores de lógica booleana “AND” entre os descritores e “OR” entre os sinônimos. Além disso, listas de referência e outras fontes foram exploradas para encontrar estudos que quantitativamente examinaram a associação entre FMSTM e lesões musculoesqueléticas.

Seleção dos estudos

A seleção de estudos foi realizada por dois avaliadores independentes (P.S.B. e A.I.R.). Discordâncias foram sanadas por um terceiro pesquisador (E.B.S.). Nesta metanálise, foram selecionados estudos de coorte que avaliaram a associação entre o escore de risco do FMSTM com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas durante exercícios físicos (esportivos e militares) usando RR para analisar os dados ou estudos de coorte que apresentavam uma tabela 2x2 que permitiu o cálculo da RR. Os estudos foram excluídos se fossem revisões, estudos de normalidade, confiabilidade ou intervenções e estudos sem de texto completo.

Processo de coleta de dados

Os seguintes dados foram extraídos a partir dos estudos selecionados por dois avaliadores independentes (PSB e A.I.R.): o perfil dos participantes, tamanho da amostra, a classificação de lesões musculoesqueléticas, o tempo de seguimento, o ponto de corte do FMSTM e o RR fornecidos pelo autor ou calculados no presente avaliação através das tabelas de contingência de 2x2. Discordâncias foram sanadas por um terceiro pesquisador (E.B.S.). Alguns autores foram contatados para obter informações adicionais, que estavam ausentes nos artigos.

Risco de viés

Com base no desenho coorte dos estudos incluídos, a Escala de Newcastle-Ottawa (NOS) foi utilizada por dois avaliadores independentes (PSB e A.I.R.) para analisar o risco de viés [20,21]. As divergências foram decididas por um terceiro avaliador (E.B.S.). Foram avaliados três domínios da NOS: (I) seleção: (1) representatividade do grupo exposto, (2) seleção da coorte não exposto, (3) avaliação da exposição, e (4) ausência de casos com o desfecho no momento inicial; (II) comparação: (5) o pareamento das principais variáveis e (6) o pareamento de outras variáveis; e (III) resultados: (7) de avaliação de resultados, (8) o tempo de seguimento suficiente; e (9) adequação da coorte seguimento. Para cada item, nos domínios, uma estrela foi fornecida. Para um estudo ser classificados como de baixo risco, ele

deveria ter pelo menos cinco estrelas no total, sendo pelo menos uma estrela no domínio "comparação". Estudos com mais de cinco estrelas, mas sem pontuar no domínio "comparação" receberam um risco "incerto". Finalmente, foram considerados com "alto risco" de viés os estudos com quatro estrelas ou menos. Gráficos de funil foram desenvolvidos para investigar o risco de viés de publicação da metanálise.

Análise de dados

A análise estatística foi realizada por um avaliador independente (E.B.S.). O programa RevMan5.3 foi utilizado para desenvolver os *Forest Plots*. O RevMan5.3 está gratuitamente disponível no endereço: <http://community.cochrane.org/tools/review-production-tools/revman-5>. O objetivo foi realizar uma metanálise das incidências de lesões nos grupos de alto e baixo risco pelo FMS™. Foram selecionados os seguintes parâmetros para a análise: variável dicotômica, método estatístico de Mantel-Haenszel, modelo análise com efeitos aleatórios (a fim de corrigir a heterogeneidade encontrada se $I^2 \geq 25\%$), e análise de efeito fixo se $I^2 < 25\%$ [19], e RR como medida de efeito, com intervalo de confiança (IC) de 95% para os estudos e para a metanálise. Os estudos foram ordenados de acordo com o seu peso na metanálise. Foram realizadas, ainda, análises de subgrupo por perfil dos participantes (atletas x militar), critérios de definição de lesão e pelo ponto de corte FMS™, a fim de verificar o grau de confundimento gerado por estas variáveis. Foi utilizado o programa *StatsDirect* (versão 3) para desenvolver os gráficos de funil e a análise quantitativa de viés de publicação pelos Testes de Begg e Correlação de Kendall com correção de continuidade tau foi realizada. O nível de significância foi $P \leq 0,05$.

Nível de evidência

Um avaliador independente (F.O.M.) avaliou a qualidade da evidência associada com o resultado da metanálise utilizando a classificação do *Grading of Recommendations Assessment, Developing and Evaluation* (GRADE) [22–25].

RESULTADOS

Visão global

O diagrama de fluxo dos estudos incluídos está na Figura 1. Um total de 1.658 artigos foram identificados (1.656 foram recuperados nas bases de dados e dois foram localizados manualmente). Posteriormente, 524 duplicados foram removidos, e 1.074 estudos não cumpriram os critérios de inclusão, sendo excluídos após a leitura de títulos e resumos. Após a leitura de 60 textos completos, um total de 40 estudos foi excluído da análise: um estudo avaliou a associação entre FMS™ pontuação e desempenho esportivo (Chapman *et al.*, 2014); cinco foram revisões ou editoriais [27–31]; dois avaliaram outros métodos de predição [32,33]; cinco foram estudos transversais; três usaram um desenho retrospectivo [28,34,35]; 10 foram trabalhos não publicados [36–45]; um empregou um protocolo modificado de FMS™ [46]; e 13 estudos não forneceram uma tabela 2x2 ou a incidência de lesões, tornando impossível incluí-los na metanálise [2,3,5,13,47–55]. A lista de estudos excluídos com razões está no Apêndice A. Entre os estudos prospectivos que não forneceram a tabela 2x2 (n = 13), dois estudos consistiram em amostras com militares e 11 com os atletas. Cinco calcularam a área sob a curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC); dois calcularam OR e os outros utilizaram outros tipos de análise, tais como a correlação de Pearson, e diferença de pontuação no FMS™ entre grupos lesionados e não lesionados. Em nove estudos (69,23%), não houve associação entre o escore do FMS™ e a ocorrência de lesões.

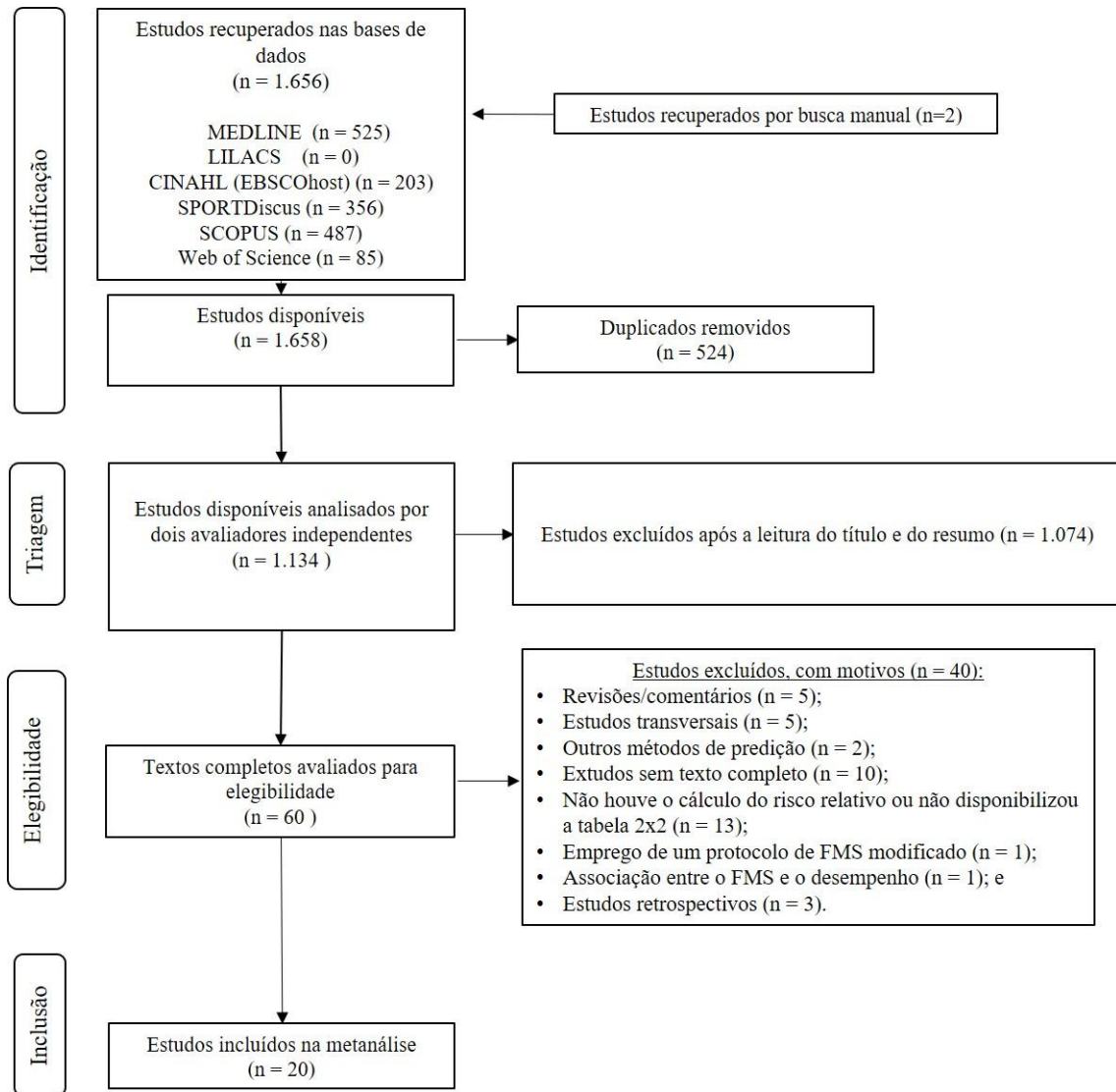


FIGURA 1: Diagrama de fluxo dos estudos da revisão sistemática [56].

Fonte: O autor, 2020.

Vinte estudos envolvendo um total de 7.983 participantes atenderam os critérios de inclusão para esta metanálise. Todos os estudos haviam sido publicados (ou aceitos para publicação) em revistas científicas com revisão por pares. As características dos estudos incluídos estão descritas na Tabela 1. Oito estudos incluíram amostras militares [12,57–63], e doze estudos incluíram atletas de remo [64], hóquei [65], cricket [66], futebol [67], corrida [68], rugby [69], voleibol [14], futebol [70], basquetebol [71], atletas universitários [72] e estudantes fisicamente ativos [73] (Tabela 1).

A definição lesão variou entre os estudos. Os estudos aplicaram um [12,57,61], dois [12,57,60–63,73], ou três critérios de definição de lesões [14,59,65–67,72,74] propostos por Hägglund *et al.* (2005).

Em vários estudos classificados como "alto risco", os participantes apresentaram escores de FMS™ abaixo de 14 pontos. No entanto, três estudos utilizaram diferentes pontos de corte: 13 pontos [74], 15 pontos [72] e 17 pontos [73].

Tabela 1: Características dos estudos incluídos na revisão sistemática

Estudo	Amostra	Classificação de lesão	Acompanhamento	Resultados	Ponto de corte (FMS™)
Bushman et al. (2016)	n = 2.476 soldados do sexo masculino fisicamente ativos; Idade = 18-57 anos.	Todos os militares internados e submetidos a tratamentos ambulatoriais para LO, LT ou TL. Dados obtidos de registros médicos eletrônicos dos soldados. As lesões foram diagnosticadas de acordo com CID.	6 meses	RR = 1,60 e IC 95% = 1,45-1,78 (TL); RR = 1,84 e IC 95% = 1,63-2,09 (LO); RR = 1,26 e IC 95% = 1,03-1,54 (LT).	14
McGill et al. (2015)	n = 53 policiais do sexo masculino; Idade = 37,9 ± 5 anos.	Qualquer lesão nas costas, exceto dores agudas específicas e associadas a viagens, deslizamentos, quedas e outros mecanismos acidentais.	5 anos	RR = 0,84 e IC 95% = 0,31-2,31	14

O'Connor et al. (2011)	n = 874 candidatos a oficial da Marinha (masculinos); Idade = 18 - 30 anos (CD = 21,7 ± 2,6 anos; LD = 23,0 ± 2,6 anos).	Profissionais de saúde que não faziam parte do estudo registraram todos os encontros médicos usando o sistema de prontuário eletrônico dos militares. Tipos de lesões: LO, LT, TL e lesões graves.	6 (n = 427) ou 10 semanas (n = 447), de acordo com o curso (CD ou LD).	CD: RR = 1,91 e IC 95%= 1,21-3,01 LD: RR = 1,65 e IC 95% = 1.05- 2.59	14
Zarei et al., (2015)	n = 105 soldados iranianos.	Lesões musculoesqueléticas que levaram à remoção de funções durante pelo menos 24 horas.	7 meses	RR * = 4,90 e IC 95%= 2,49-9,64)	14
Everard et al. (2018)	n = 132 soldados recrutas do sexo masculino;	Qualquer dano físico para o corpo decorrente da formação físico-militar e que necessitou de um ou mais atendimentos médicos	16 semanas	RR = 1,19 * e IC 95%= 0,60-2,35	14

	Idade = 22,4 ± 4,2anos.	durante o período de estudo e que resultou em pelo menos um dia de afastamento do treinamento.			
Knapik et al. (2015)	n = 1.045 cadetes da Guarda Costeira Americana (770 homens e 275 mulheres) Idade = 18-22 anos.	Qualquer dano físico ao corpo que resultou em atendimento de saúde e que foi suspeito de ter sido causado pelo curso.	8 semanas	RR = 1,33 e IC 95%= 1,04-1,60	14
Cosio-Lima et al. (2016)	n = 31 candidatos do sexo masculino do curso de Resposta de Segurança Marítima Idade = 28 ± 4	Qualquer dano físico ao corpo que resultou em atendimento médico e que foi suspeito de ter sido causado pelo treinamento físico militar.	2 meses	RR = 1,87 e IC 95%= 1,04 -3,34	14

anos.

Alemanya et al. (2017)	n = 2.153 soldados do exército dos EUA; Idade = 26,8 ± 5,6 anos de idade.	Lesões relacionadas à atividade militar. Diagnósticos incluídos: As condições de musculoesqueléticas LO identificados a partir do CID10-739 e LT (CID 800-999).	6 meses	RR = 1,58 e IC 95%= 1,39-1,78	14
Kiesel et al. (2014)	n = 238 jogadores profissionais de futebol; Idade = NR.	Uma lesão foi definida como um acometimento musculoesquelético (excluindo contusão), resultando em afastamento das funções (treinamento ou competição).	Uma pré-temporada	RR = 1,87 e IC 95%= 1,20-2,96	14

Chorba et al. (2010)	n = 38 atletas universitários femininas de várias modalidades; Idade = 19,24 ± 1,2 anos.	A lesão musculoesquelética que atendeu os seguintes critérios: (1) A lesão ocorreu como resultado da participação em um treinamento ou competição; (2) foram necessário cuidados de saúde.	Uma temporada	RR = 1,89 e IC 95% = 0,993-3,60	14
Mokha et al. (2016)	n = 84 (20 homens) jogadores de diferentes modalidades; Idade = 20,4 ± 1,3 (homens) e 19,1 ± 1,2 anos (mulheres).	(1) a lesão ocorreu como resultado da participação numa sessão de treino ou competições; (2) houve necessidade de atendimento médico; e (3) a lesão resultou no afastamento ou adaptação por pelo menos 24 horas para participação desportiva.	Uma temporada	RR * = 0,68 e IC 95% = 0,39-1,19	14

Dossa et al. (2014)	n = 20 jogadores de hóquei . Idade = 16-20 anos.	Qualquer condição tenha ocorrido durante um jogo ou prática o que resultou no afastamento do jogador por, pelo menos, um jogo. As lesões foram as resultantes de participação em esportes ou treinamento.	Uma temporada (2013-2014)	RR = 1,50 * e IC 95%= 0,64-3,54	14
Martin et al. (2017)	n = 27 jogadores de críquete do ensino médio Idade = 13 - 18 anos.	Uma lesão foi definida como um dano em qualquer região do corpo, realizado enquanto participava de uma atividade desportiva, que tenha resultado na perda de pelo menos um dia de treinamento ou jogo e que tenha necessitado de cuidados médicos.	Uma temporada	RR = 0,59 e IC 95% = 0,16-2,20	14

Smith & Hanlon (2016)	n = 89 jogadores seniores de futebol masculino; Idade = 23,2 ± 4,4 anos de idade.	Adotou os critérios de definição de lesão previamente sugeridos [75].	Uma temporada	RR = 0,76 * e IC 95% = 0,36-1,61	14
Clay et al. (2016)	n = 37 atletas de remo feminino; Idade = acima de 18 anos	Lesão foi definida como qualquer evento que impediu a participação atlética por pelo menos um dia.	Uma temporada	RR = 1,49 * e IC 95% = 0,998-2,33	14
Hotta et al. (2015)	n = 84 corredores masculinos competitivos; Idade = 20,0 ± 1,1 anos	Uma lesão musculoesquelética, que preencheu os seguintes critérios: (1) resultado de treinamento ou corrida em pista e de campo (lesões traumáticas, tais como entorses, foram excluídas) e (2) a lesão foi	6 meses	RR = 2,62 * e IC 95% = 0,91-1,94	14

suficientemente grave para impedir a participação de pelo menos 4 semanas.

Duke et al. (2017)	n = 68 jogadores de rugby do sexo masculino; Idade = 22,0 ± 3,0 anos.	Qualquer sintoma musculoesquelético mantido por um jogador durante um treinamento ou jogo de rugby, independentemente da necessidade de atenção médica com afastamento das atividades de rugby de no mínimo um treinamento ou jogo.	3 meses	RR = 1,52 * e IC 95% = 1,19-1,94	14
Dorrel et al. (2018)	n = 257 atletas universitários (homens = 176, mulheres = 81) de várias modalidades (futebol,	Só foram incluídas lesões relacionadas ao treinamento ou competição, que alteraram as condições de treino ou competição, com pelo menos 3 semanas de	Uma temporada	RR = 1,25 e IC 95% = 0,95-1,66.	15

	voleibol, beisebol, softbol, basquetebol, futebol, tênis e atletismo). Idade = 18-24 anos.	duração.			
Tee et al. (2016)	n = 62 jogadores união do rugby profissionais	Só foram consideradas lesões graves (afastamento de partidas e/ou treinamento por 28 dias ou mais.	6 meses	RR* = 3,05 e IC 95% = 1,57-5,89	13
Letafatkar et al. (2014)	n = 100 alunos fisicamente ativos (50 mulheres e 50 homens); Idade = 22,5 ± 2,9 anos.	Qualquer lesão aguda nos membros inferiores que ocorreram e mantiveram o atleta fora de participação de um ou mais eventos consecutivos.	Uma temporada	RR * = 1,29 e IC 95% = 0,81-2,05	17

CID = Código Internacional de Doenças; LO = lesão por *overuse*; LT = lesão traumática; TL = todas as lesões ou qualquer lesão; IC 95% = intervalo de confiança de 95%; NR = não relatado; CD = curta duração; LD = longa duração; RR = risco relativo; RR * = RR não fornecidos no artigo, mas calculado na presente revisão sistemática com os dados da Tabela 2x2 apresentados.

Fonte: O autor, 2020.

Metanálise

Um total de 964 participantes sofreu lesões no grupo de 2.227 participantes de alto risco. No grupo de baixo risco, 1.719 de 5.756 sofreram lesões. A metanálise mostrou que os indivíduos (atletas ou militares) considerados com “alto risco” de acordo com a FMS™ tiveram um RR = 1,51 (IC 95% = 1,35-1,69) para desenvolverem lesões (Figura 2). Considerando apenas os atletas (Figura 3), uma análise de subgrupo verificou que houve 194 participantes lesionados em um grupo de 405 participantes de alto risco e 255 lesionados nos 727 participantes de baixo risco. Portanto, atletas que foram considerados com “alto risco” de acordo com a FMS™ apresentaram um RR = 1,41 (IC 95% = 1,15-1,73) para desenvolver lesões. Considerando apenas os militares, um total de 771 indivíduos sofreram lesões no grupo de 1.821 participantes de alto risco e 1.454 sofreram lesões no grupo de 5.029 participantes de baixo risco. Desta forma, os militares que foram considerados de “alto risco” de acordo com a FMS™ tiveram um RR = 1,59 (95 % CI = 1,39-1,81) para desenvolver lesões (Figura 4). Entre os estudos que adotaram dois critérios para a definição das lesões (I: a lesão foi associada com a participação atlética ou exercícios militares; e III: a lesão promoveu afastamento ou adaptação das funções por pelo menos 24 horas), uma análise de 150 lesões em 271 participantes de alto risco e 205 lesões em 602 participantes de baixo risco mostrou que os participantes que foram considerados de “alto risco” de acordo com a FMS™ apresentaram um RR = 1,43 (IC 95% = 1,06-1,92) para desenvolver lesões, com heterogeneidade (I^2) = 67% (Figura 5). Entre os estudos que adotaram os três critérios para definir as lesões (Figura 6), houve um RR = 1,17 (IC 95% = 0,80-1,70). Considerando os estudos que tenham adoptado pelo menos o terceiro critério (Figura 7), verificou-se um RR = 1,44 (95% CI = 1,05-1,99), com I^2 = 67%. Em estudos que utilizaram o ponto de corte de 14 para classificar indivíduos com alto risco (≤ 14) ou baixo risco (>14) (Figura 8), o RR foi de 1,52 e IC 95% = 1,35-1,71, enquanto em estudos que adotaram outros pontos de corte o RR foi de 1,43 (1,14-1,78). Por outro lado, estudos que utilizaram o ponto de corte de 14 pontos para categorizar os participantes e que adotaram os três critérios para definição lesão apresentaram a menor heterogeneidade (I^2 = 0%) (Figura 10). No entanto, esta associação foi por acaso (RR = 0,89 e IC 95% = 0,64-1,24). Não houve suspeita de viés publicação na presenta

metanálise (Figura 11), uma vez que a variação da estimativa dos resultados dos estudos selecionados dividida pelo erro padrão foi por acaso no Teste de Begg ($P = 0,92$).

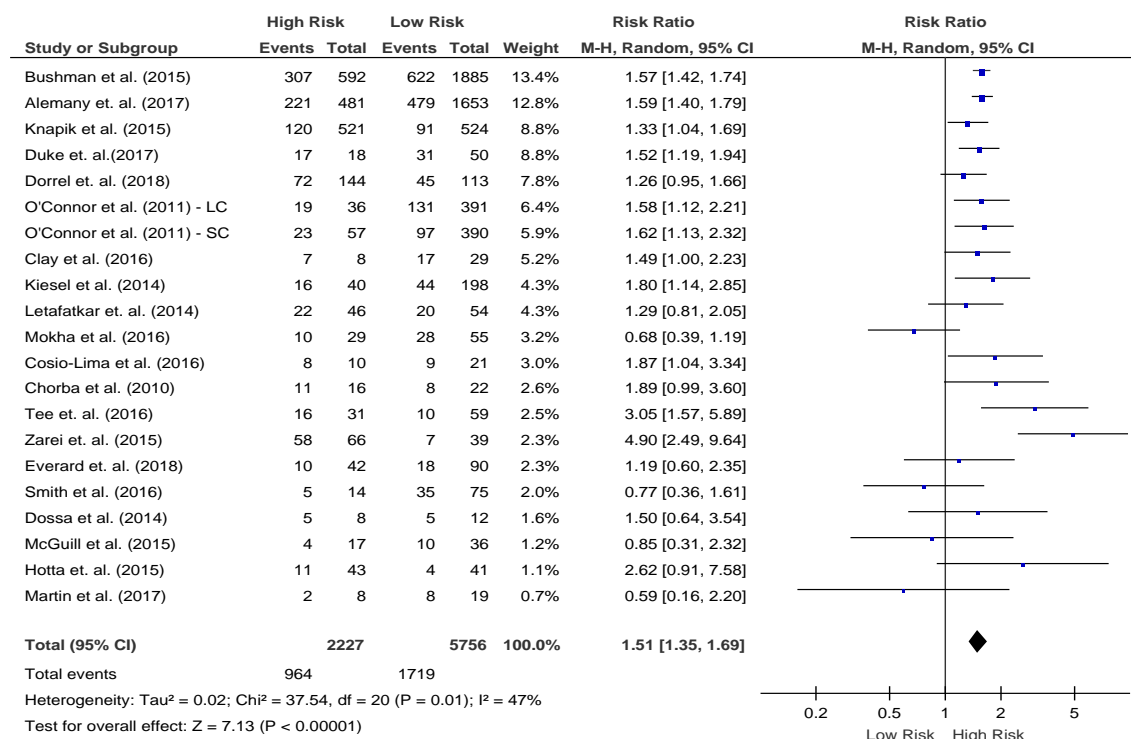


Figura 2: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMS™ para a predição lesões em atletas ou militares. Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

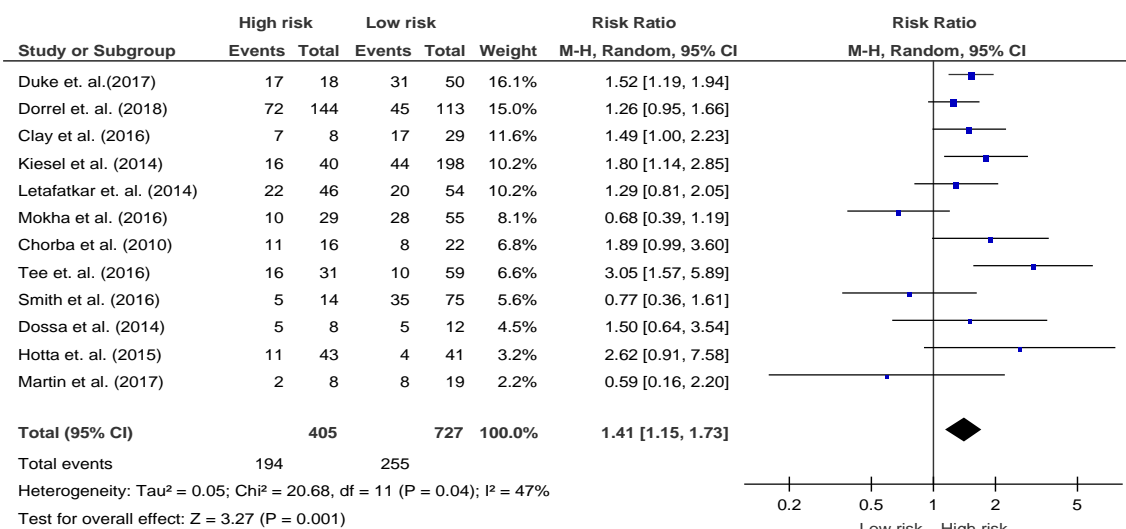


Figura 3: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMSTM para a predição lesões em atletas. Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

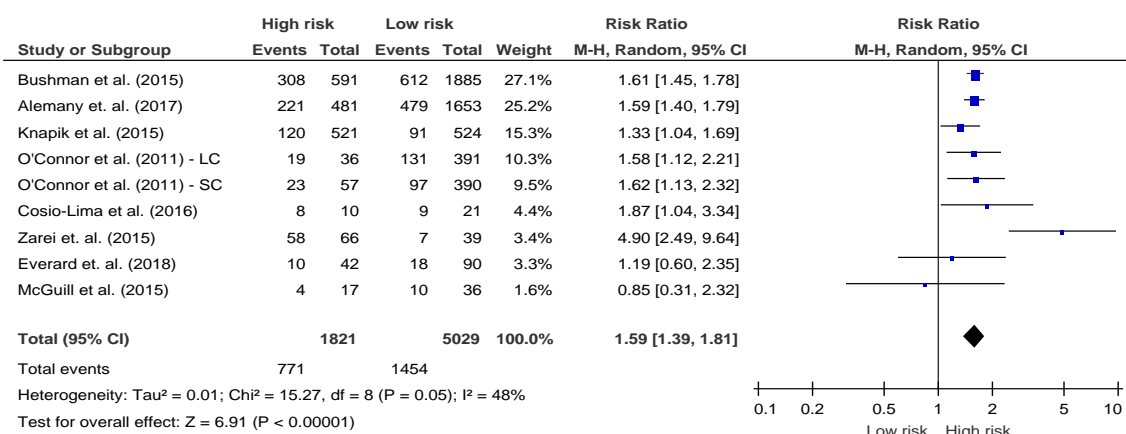


Figura 4: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMSTM para a predição lesões em militares. Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

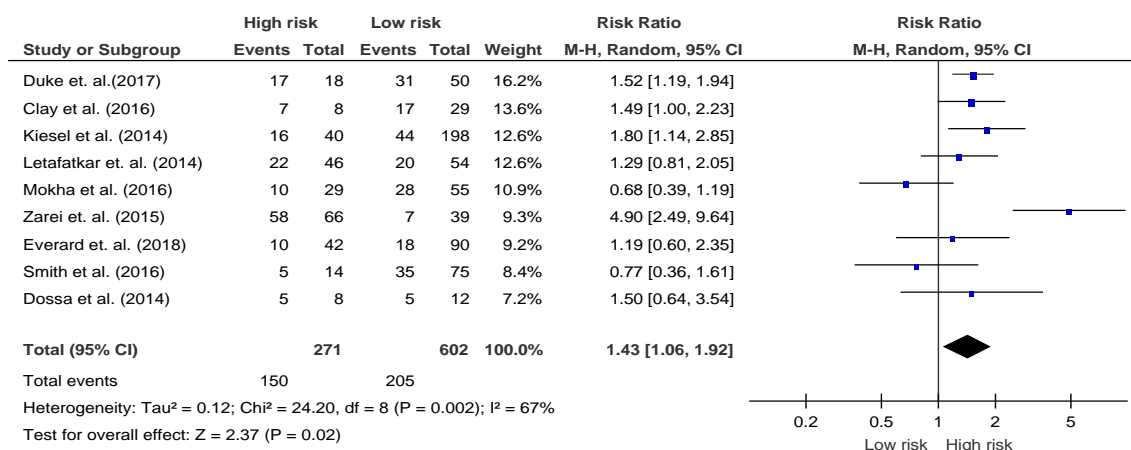


Figura 5: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMS™ para a predição lesões e consideraram dois critérios para a definição de lesões: I) a lesão foi associada com a participação atlética ou exercícios militares; e III) houve afastamento ou adaptação para a realização das funções por, no mínimo, 24 horas. Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

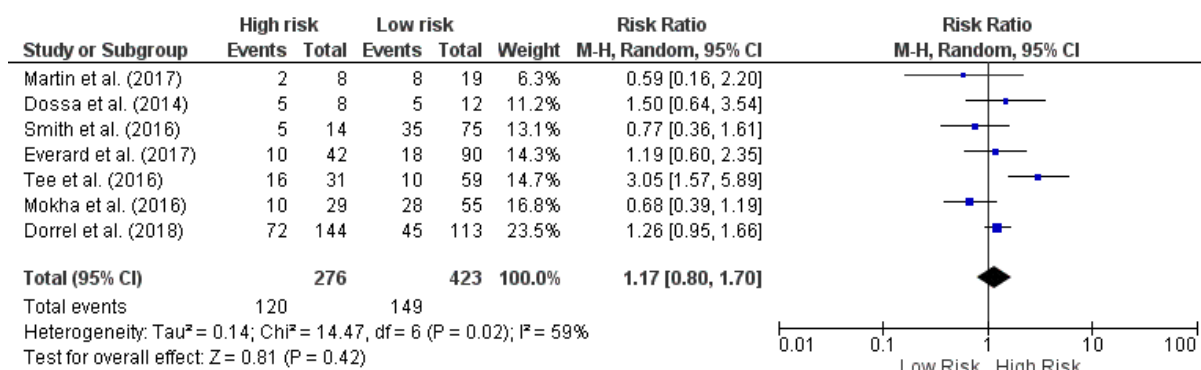


Figura 6: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMS™ para a predição lesões e consideraram os três critérios para a definição de lesões: I) a lesão foi associado com a participação atlética ou exercícios militares; II) houve uma necessidade de cuidados de saúde; e III) houve afastamento ou adaptação para a realização das funções por, no mínimo, 24 horas. Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

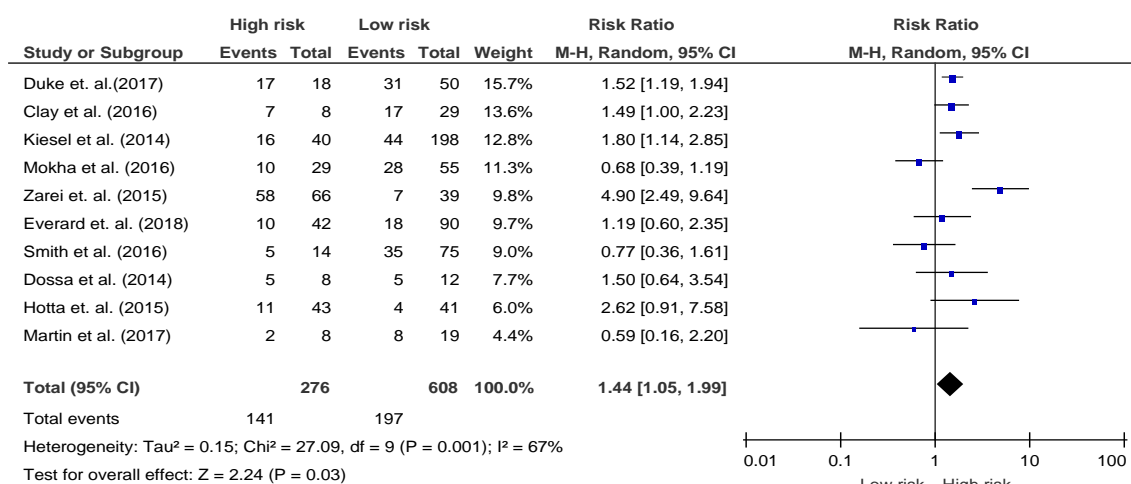


Figura 7: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMS™ para a predição lesões e consideraram pelo menos o critério III: “houve afastamento ou adaptação para a realização das funções por, no mínimo, 24 horas”. Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

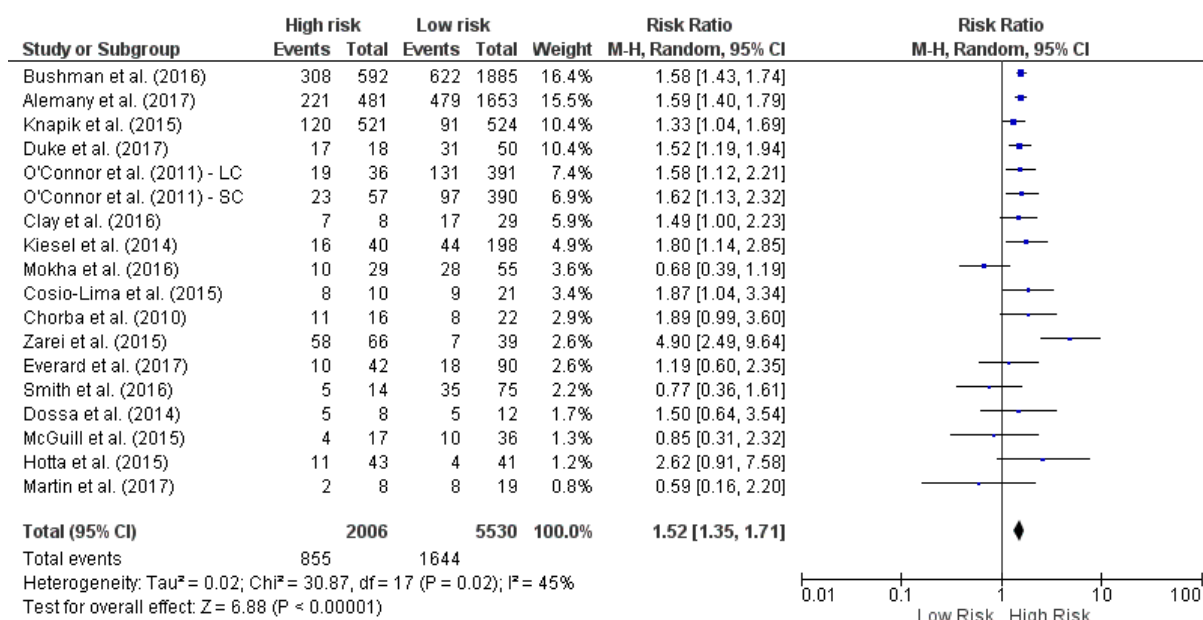


Figura 8: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMS™ para a predição lesões e que tenham utilizado o ponto de corte de 14 para categorizar os indivíduos de alto risco (≤ 14) ou baixo risco (> 14 pontos). Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

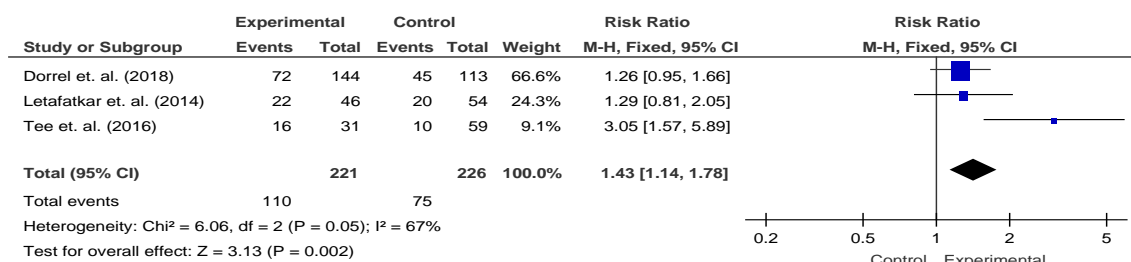


Figura 9: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMS™ para a predição lesões e que tenham utilizado outros pontos de corte (exceto 14 pontos) para classificar indivíduos de alto risco ou de baixo risco). Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

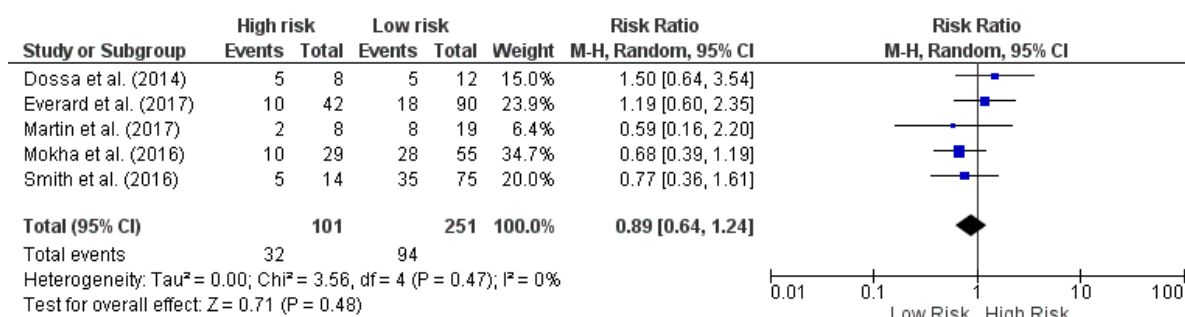


Figura 10: *Forest Plot* da metanálise. Foi realizada a análise de efeitos aleatórios da metanálise, com cálculo do risco relativo (RR) e IC (intervalo de confiança) 95% para analisar os estudos que utilizaram FMS™ para a predição lesões e que tenham utilizado o ponto de corte de 14 pontos para categorizar os indivíduos de alto risco (≤ 14) ou baixo risco (> 14 pontos) e que consideraram os três critérios de definição de lesões: I) a lesão foi associada com a participação atlética ou exercícios militares; II) houve uma necessidade de cuidados de saúde; e III) houve afastamento ou adaptação para a realização das funções por, no mínimo, 24 horas. Para cada estudo, os quadrados representam o RR e as linhas horizontais são os limites inferior e superior do IC de 95%. A dimensão de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

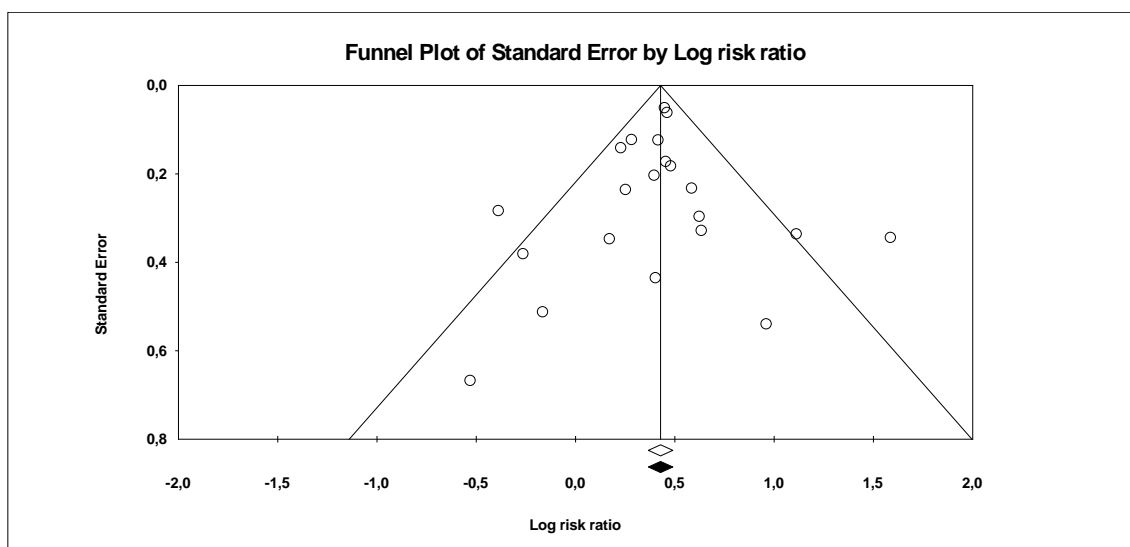


Figura 11: Gráfico de funil dos 20 estudos incluídos na metanálise. O Teste de Begg e Correlação de Mazumbar e a estatística de Kendall com correção de continuidade tau foi realizados, com Tau = -0,14; valor-Z para tau = 0,09 e P-valor (2-tailed) = 0,92. Fonte: O autor, 2020.

Risco de viés e nível de evidência

As principais fontes de vieses na presente metanálise foram relacionadas à representatividade da coorte exposta, a falta de comparabilidade com potenciais fatores de confundimento, a falta de cegamento dos avaliadores do desfecho e a ausência dos relatos de motivos e taxas de atrito (Figura 9). Nove estudos apresentaram um baixo risco de viés [12,61,67–69,71–73], dez tiveram um risco incerto de viés [14,57–60,64–66,70,74], e um estudo apresentou alto risco de viés [62] (Tabela 2). De acordo com a análise realizada com o instrumento GRADE, o nível de evidência foi classificado como muito baixo (Tabela 3).

Tabela 2: Análise do Risco de Viés dos estudos de coorte que utilizaram o FMS™ para a predição de lesões (NOS)

Domínio / estudo	Seleção				Comparação		Resultado			Ponto	Risco
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Duke et al. (2017)	*	*	*	*	*		*	*	*	8	Baixo
Dorrel et al. (2018)	*	*	*	*	*	*	*			7	Baixo
Smith & Hanlon. (2016)	*	*	*	*		*	*	*		7	Baixo
Chorba et al. (2010)		*	*	*		*	*	*		6	Baixo
Bushman et al. (2016)	*	*	*		*	*		*		6	Baixo
McGuill et al. (2015)	*	*		*	*			*	*	6	Baixo
Hotta et al. (2015)		*		*	*	*		*	*	6	Baixo
Zarei et al. (2015)		*		*	*		*	*		5	Baixo
Letafatkar et al. (2014)		*		*	*	*		*		5	Baixo
Alemanly et al. (2017)	*	*	*	*			*	*		6	Incerto
Mokha et al., (2016)	*	*	*	*			*	*		6	Incerto
Everard et al. (2018)		*	*	*			*	*		5	Incerto
Knapik et al. (2015)	*	*	*				*	*		5	Incerto
Cosio-Lima et al. (2016)		*	*				*	*	*	5	Incerto
Dossa et al. (2014)		*	*				*	*	*	5	Incerto
Kiesel et al. (2014)	*	*	*				*		*	5	Incerto
Martin et al. (2017)		*		*			*	*	*	5	Incerto
Argila et al. (2016).		*	*	*			*	*		5	Incerto
T et al. (2016)	*	*	*	*				*		5	Incerto
O'Connor et al. (2011)	*	*	*				*			4	Alto

Nota: FMS™: Functional Movement Screening; domínios da escala de Newcastle-Ottawa (NOS): Seleção de (1 - representatividade da coorte exposta; 2- seleção da coorte não-exposta; 3 - averiguação de exposição; 4 - demonstração de que o resultado de interesse não estava presente no início do estudo); Comparabilidade (5- principal fator e 6- qualquer fator adicional); e Resultado (7 - avaliação de resultados; 8 - se o tempo de seguimento foi suficiente para resultados que ocorressem; e 9-adequação dos seguimentos das coortes).

Fonte: O autor, 2020.

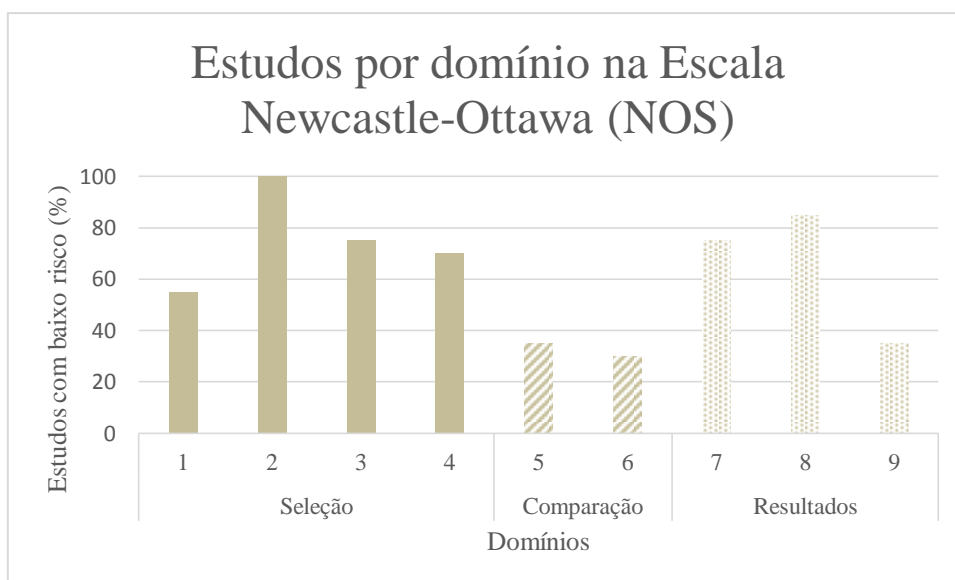


Figura 12: Percentagem de estudos com um baixo risco de viés por domínio da Escala de Newcastle-Ottawa. Domínios: seleção (1 - representatividade da coorte exposta; 2- seleção da coorte não-exposta; 3 - averiguação de exposição; 4 - demonstração de que o resultado de interesse não estava presente no início do estudo); comparação (5- principal fator e 6- qualquer fator adicional); e resultado (7 - avaliação de resultados; 8 - tempo de seguimento suficiente para resultados que ocorressem; e 9-adequação dos seguimentos das coortes).

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 3 Nível de evidência da metanálise (GRADE)

Avaliação da Certeza								Nº de pacientes		Efeito		Nível de Importância evidência	
n	Desenho de estudo	ROB	INC	EI	IMP	OC	AR	BR	Relativo	Absoluto	IC		
							FMS	FMS	(IC 95%)	95%			
20	Estudos observacionais	sério	sério ^b	não é sério	não é sério	viés de publicação não é suspeito ^c	964/227 (43,3%)	1719/5756 (29,9%)	RR 1,51 (1,35-1,69)	>155/1.000 (A partir de 93 mais de 221 mais)		⊕○○○ MUITO BAIXO	IMPORTANTE

IC: Intervalo de confiança; RR: risco relativo; GRADE: *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*; OC = outras considerações. AR = alto risco; BR = baixo risco; INC = inconsistência; EI = evidência indireta; IMP = imprecisão; ROB = risco de viés;

^a: A maioria dos estudos apresentou um risco alto ou incerto de viés de acordo com a Escala Newcastle-Ottawa.

^b: $I^2 = 47\%$, teste de heterogeneidade com $P < 0,01$, e não se sobrepõem intervalos de confiança.

^c: Baixo risco de viés de publicação (Begg teste e Correlação de Mazumbar com $P = 0,92$)

Fonte: O autor, 2020.

DISCUSSÃO

Revisões sistemáticas com ou sem metanálise que utilizaram indicadores de acurácia de diagnóstica ou o cálculo da razão de chances diagnóstica em suas análises concluíram que não havia nenhuma evidência que apoiasse o uso de FMS™ como um método preditor de lesão [15,16,77]. A presente metanálise, realizada com 20 estudos de coorte, mostrou que entre os 2.227 participantes classificados com alto risco de acordo com a FMS™, 964 sofreram lesões, enquanto entre os 5.756 participantes classificados com baixo risco de acordo com o FMS™, 1.719 participantes tiveram lesões em decorrência da prática de diferentes exercícios físicos. Estes resultados sugerem que os indivíduos classificados com alto risco de acordo com a FMS™ tem 1,51 vezes mais risco de desenvolverem lesões (IC 95% = 1,35-1,69) (Figura 2).

A força de uma associação, que no presente estudo foi avaliada com a relação entre as incidências de lesões entre os grupos de alto e baixo risco, depende da magnitude da RR. De acordo com alguns epidemiologistas, um aumento do risco de menos do que 50% (RR = 1,0-1,5) é considerado como sendo uma associação fraca ou ausente [78]. Associação é forte em estudos com um RR > 2 [79]. Consequentemente, os resultados da presente metanálise sugerem que existe uma associação entre “fraca” e “forte” do escore de risco FMS™ e o risco de lesões musculoesqueléticas em praticantes de exercícios.

O FMS™ é uma ferramenta de avaliação que objetiva avaliar compensações do movimento na cadeia cinética. Depois de identificar certos tipos de padrões de movimento, FMS é usado para prescrever exercícios que abordem estas compensações [11]. Devido a sua facilidade de uso e objetividade, o uso de FMS™ se expandiu para várias modalidades esportivas [16], assim como para o ambiente militar [12,13]. Aplicação de FMS™ é atraente, especialmente em grandes grupos e na ausência de outros métodos de avaliação. No entanto, a subjetividade das avaliações é um dos pontos negativos do FMS™, e não há consenso sobre o conceito de padrões de movimentos normais [10,16].

Os estudos incluídos nesta metanálise consistiram em amostras com características distintas: membros das forças armadas, atletas de diferentes idades e modalidades desportivas e indivíduos de ambos os sexos (Tabela 1). Os três estudos que tiveram o maior peso na metanálise [12,57,60] utilizaram amostras compostas por amostras militares, o que contribuiu 35% dos resultados. Por outro lado, entre os três estudos que tiveram o menor peso [61,66,68], dois consistiram em amostras que incluíram jogadores adolescentes de ritmo de

críquete [66], corredores [68] e um membro do departamento de polícia [61], o que contribuiu com 3,0% dos resultados (Figura 2).

Os militares normalmente têm um ambiente com atividades e rotinas semelhantes, além de o grupo ser geralmente mais homogêneo em termos de idade, características antropométricas e condicionamento físico, o que pode influenciar o risco de lesões musculoesqueléticas [7,80–82]. Estes fatores minimizam os vieses de comparabilidade [20]. O estudo que teve a maior peso na metanálise mostrou ter um baixo risco de viés (Tabela 2). No entanto, outros estudos com militares apresentaram um incerto [57,58,60] ou alto risco de viés [62]. No presente metanálise, as amostras dos atletas eram mais heterogêneas em termos de sexo, idade e modalidades (Tabela 1). As diferentes demandas e fatores de risco poderiam ter causado tal heterogeneidade. Ao analisar os resultados dos estudos com atletas (Figura 3), os únicos estudos com os resultados significativos foram nos desportos rugby [69,74] e futebol [70]. Em todos os casos, existe uma elevada frequência de contato corporal e movimentos com maior força e velocidade. Todos os outros estudos apresentaram RR não significativos, cujos esportes praticados foram corrida, cricket, remo, etc. O único estudo que escapou desta regra foi o de Dossa *et al.* (2014), com uma amostra de atletas de hóquei [65]. Na exposição a atividades militares, 7 dos 9 estudos (78%) tiveram RR significativos, enquanto entre os estudos com atletas, 3/12 estudos (25%) os RR foram significativos. A diferença entre estas duas proporções (53%) foi significativa ($P = 0,03$). A existência de amostras heterogêneas não resultou em diferenças na precisão ou associação. Entre militares e atletas, o I^2 foi de 48 e 47%, respectivamente. Embora a rotina militar imponha horas de trabalho semelhantes, atividades físicas, ingestão de alimentos e horas de descanso normalmente similares para todos, essas semelhanças não levaram a um maior controle sobre as variáveis de confundimento. Uma possível explicação pode ser as diferentes definições de lesões entre os estudos.

De acordo com Hagglüing *et al.* (2005) [75], em estudos de predição de lesões, as amostras devem ser monitoradas durante a temporada dos esportes e lesões musculoesqueléticas são consideradas quando três critérios forem cumpridos: 1) a lesão requereu atenção médica; 2) a lesão ocorreu na participação desportiva; 3) a lesão promoveu o afastamento ou adaptação das funções do indivíduo por, no mínimo, 24 horas. Nesta metanálise, sete estudos atenderam estes critérios [14,59,62,65–67,72,74], mas apenas um apresentou resultados significativos [74]. O estudo com o maior impacto sobre o resultado da metanálise não utilizou o critério que considera uma lesão, quando os danos aos sistema

musculoesquelético promoverem afastamento ou adaptação das funções superior a 24 horas [12]. Assim, as queixas de dor musculoesquelética, sem a ocorrência de lesões, podem ter sido incluídas na análise [75] (Tabela 1).

Analisando estudos que adotaram pelo menos dois critérios para definição lesão (os critérios 1 e 3), o I^2 foi de 67% e o RR = 1,43 (IC 95% = 1.06-1.92). No entanto, entre os estudos que utilizaram os três critérios, o I^2 foi reduzido, o que mostra o impacto da definição de lesão no risco de lesão (Figura 6). Os valores mais baixos de I^2 também ocorreram quando foram analisados apenas os estudos com um ponto de corte igual a 14 (Figura 8). Além disso, entre os estudos que adotaram os três critérios e utilizaram o ponto de corte de 14 pontos no FMS para classificar indivíduos de alto risco ou de baixo risco, o I^2 abruptamente reduzido, que mostra o impacto da definição de lesão e do ponto de corte no risco de lesão (Figura 10).

A análise de subgrupos mostrou que o RR = 1,45 (95% CI = 1,28-1,65) aumentou significativamente para 1,59 (5%) quando somente os participantes militares foram analisados e diminuiu significativamente para 1,41 (-6%), quando apenas os atletas foram analisados. Independentemente disso, quando os estudos que utilizaram, pelo menos, o afastamento das atividades durante mais de 24 horas como um critério para a ocorrência da lesão, o RR diminuiu significativamente para 1,44 (-4%). Considerando apenas os estudos que utilizaram a necessidade de atenção médica e o afastamento das funções por mais de 24 horas como critérios para a ocorrência da lesão, o RR diminuiu significativamente para 1,43 (-5%). Por outro lado, entre os estudos que utilizaram os três critérios (necessidade de atenção médica, a lesão ter ocorrido durante a prática de exercícios físicos e o afastamento das funções por mais de 24 horas) como critérios para a ocorrência da lesão, o RR diminuiu por acaso para 1,17 (-22%). Estes resultados mostram claramente que o perfil dos participantes e, indiretamente, o exercício físico realizado por eles e a adoção dos critérios para caracterizar a ocorrência da lesão, são variáveis de confundimento que podem gerar heterogeneidade (I^2), quando é investigado o risco de lesão baseado no escore do FMS™.

Os diferentes esportes (remo, críquete, futebol, rugby, corrida, voleibol, futebol e basquete) (Tabela 1) dos estudos incluídos nesta metanálise têm diferentes características biomecânicas, que contribuíram para a inconsistência (I^2) desta meta-análise. No entanto, o uso do modelo de análise de efeitos aleatórios foi utilizado (a fim de corrigir a heterogeneidade encontrada se $I^2 \geq 25\%$) (Figuras 2-8 e 10) com o objetivo de corrigir os efeitos desta heterogeneidade no resultado final desta metanálise [19]. Quatro estudos apresentaram efeito protetor [14,61,66,67], No entanto, tais associações foram por acaso. Uma

possível explicação pode ter sido o tamanho da amostra. Estudos que tiveram amostras maiores [12,57,60] mostraram o efeito de risco significativo dos padrões de movimento com a ocorrência da lesão (Figura 2).

Nesta metanálise, todos os estudos incluídos forneceram uma tabela 2x2 ou o RR, tornando desnecessário para calcular a razão de chances diagnóstica (OR). Para evitar erros de interpretação do OR [83], recomenda-se o uso do análise do RR, que é a medida de efeito recomendada para quantificar a relação entre um fator de risco e um resultado em estudos de coorte. O OR é geralmente empregado em estudos de caso-controle ou quando o cálculo RR não é possível [17]. No entanto, o OR fornece uma superestimação da RR, especialmente quando o resultado é frequente [84]. O OR pode superestimar o RR, mesmo durante o uso de regressão logística multivariada. Assim, o método de Mantel-Haenszel é sugerido para avaliar adequadamente a magnitude da associação e estimar o RR [85], especialmente em casos em que a incidência do resultado é maior do que 10%.

Nos gráficos de funil, o erro padrão estimado foi traçado no eixo vertical e o RR para cada estudo foi traçado no eixo-x. Na metanálise com suspeita de viés de publicação, os resultados de dispersão são por amostragem, e as estimativas de efeito a partir de estudos menores dispersam-se mais amplamente na parte inferior, com os estudos de maior peso situados na parte mais estreita. Portanto, em decorrência da simetria no funil (Figura 11) e dos resultados do Teste de Begg com correlação de Mazumbar ($P = 0,92$), não houve suspeita de viés de publicação.

Poucos estudos preencheram os critérios do domínio "comparação" (Figura 12). A maioria dos estudos falhou por não avaliar a influência de possíveis fatores de confundimento. Um fator de confundimento adicional relacionado com FMS™ foi relacionado ao conhecimento dos participantes em relação ao protocolo de avaliação. Os participantes adaptam os seus padrões de movimento de acordo com a sua compreensão ou interpretação das instruções fornecidas pelos avaliadores ou sua familiaridade com as tarefas [86]. No domínio de "resultados", alguns autores relataram se os avaliadores responsáveis pelo seguimento da lesão não estavam cientes das classificações de risco de lesão de acordo com o FMS™. Além disso, em muitos casos não houve o relato das quantidades e motivos das perdas amostrais. Em estudos com atletas, a maioria dos estudos com uma melhor qualidade metodológica não apresentaram resultados significativos [66–68,71–73] (Tabela 1).

Esta metanálise não está livre de limitações. Primeiro, considerando os 20 estudos, o nível de evidência foi muito baixo. Os fatores mais importantes foram: o elevado risco de viés

na maioria dos estudos e a elevada heterogeneidade [87]. Além disso, o desempenho FMS™ melhora com a experiência, foco de atenção, motivação, consciência dos critérios de classificação e instruções mais detalhadas sobre os critérios de pontuação[86]. Conseqüentemente, a validade da primeira sessão de testes que ocorre nestes estudos de triagem pode ser limitada. Finalmente, alguns estudos incluídos nesta metanálise não utilizaram os critérios de definição de lesão propostos por Hägglund *et al.* (2007) [75]. Portanto, os estudos incluíram tanto sintomas musculoesqueléticos leves como lesões graves, com uma limitação potencial dos resultados.

CONCLUSÃO

Os profissionais de saúde, em particular, educadores físicos e fisioterapeutas, devem considerar que a associação da pontuação FMS™ e o risco de lesão não é por acaso. De acordo com os resultados da presente metanálise, os indivíduos classificados como “alto risco” pelo FMS™ são 51% mais susceptíveis de serem acometidos por lesão do que os classificados como tendo “baixo risco”. Além disso, se o participante é orientado ou treinado para executar o movimento correto, não é apropriado considerar que os padrões de movimento, analisados separadamente, podem prever o risco de lesões.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, L. G. M. *et al.* Aptidão física e lesões: 54 semanas de treinamento físico com policiais militares. *Rev Bras Med Esporte*, v. 23, n. 2, p. 98–102, 2017.
- [2] BARDENETT, S. M. *et al.* Functional Movement Screen Normative Values and Validity in High School Athletes: Can the FmsTM Be Used As a Predictor of Injury? *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 3, p. 303–8, 2015.
- [3] BOND, C. W. *et al.* Evaluation of the Functional Movement Screen and a Novel Basketball Mobility Test as an Injury Prediction Tool for Collegiate Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*, abr. 2017.
- [4] GADZIŃSKI, S. *et al.* Assessment of fundamental movement patterns and risk of injury in male soccer players. *Physiotherapy*, v. 24, n. 2, p. 13–18, 2016.
- [5] SCHROEDER, J. *et al.* The Functional Movement Screen for Injury Prediction in Male Amateur Football. / Der Functional Movement Screen zur Verletzungsvorhersage im Männer-Amateurfußball. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, v. 67, n. 2, p. 39–43, fev. 2016.
- [6] O'BRIEN, J.; FINCH, C. F. The Implementation of Musculoskeletal Injury-Prevention Exercise Programmes in Team Ball Sports: A Systematic Review Employing the RE-AIM Framework. *Sports Medicine*, n. October 2015, p. 1305–1318, 2014.
- [7] TAANILA, H. *et al.* Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 104, 2015.
- [8] TAANILA, H. *et al.* Aetiology and risk factors of musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 11, p. 146, 2010.
- [9] FINCH, C. F. *et al.* Research priorities of international sporting federations and the IOC research centres. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, p. 1–8, 2016.
- [10] MCCALL, A. *et al.* Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 9, p. 583–589, 2015.
- [11] COOK, G.; BURTON, L.; HOOGENBOOM, B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American Journal of*

Sports Physical Therapy : NAJSPT, v. 1, n. 2, p. 62–72, 2006.

[12] BUSHMAN, T. T. *et al.* The Functional Movement Screen and Injury Risk: Association and Predictive Value in Active Men. *The American journal of sports medicine*, v. 44, n. 2, p. 297–304, 2016.

[13] LISMAN, P. *et al.* Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 45, n. 4, p. 636–643, 2013.

[14] MOKHA, M.; SPRAGUE, P. A.; GATENS, D. R. Predicting Musculoskeletal Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes From Asymmetries and Individual-Test Versus Composite Functional Movement Screen Scores. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 2, p. Functional Movement Screening: Predicting Injuries, 2016.

[15] DORREL, B. S. *et al.* Evaluation of the Functional Movement Screen as an Injury Prediction Tool Among Active Adult Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, v. 7, n. 6, p. 532–537, 2015.

[16] MCCUNN, R. *et al.* Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports Medicine*, p. 1–19, 2015.

[17] ZHANG, J.; YU, K. F. What's the relative risk? A method of correcting the odds ratio in cohort studies of common outcomes. *JAMA: the journal of the American Medical Association*, v. 280, n. 19, p. 1690–1, 1998.

[18] DE OLIVEIRA, M. A. P.; PARENTE, R. C. M. Estudos de Coorte e de Caso-Controlle na Era da Medicina Baseada em Evidência. *Brazilian Journal of Videoendoscopic Surgery*, v. 3, n. 3, p. 115–125, 2010.

[19] MOOLA, S. *et al.* Conducting systematic reviews of association (etiology): The Joanna Briggs Institute's approach. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, v. 13, p. 163–169, 2015.

[20] WELLS, G. A. *et al.* The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Disponível em: <http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp>. Acesso em: 16 out. 2017.

[21] DEEKS, J. *et al.* Evaluating non-randomised intervention studies. *Health Technology Assessment*, v. 7, n. 27, p. 39–40, 2003.

[22] GUYATT, G. H. *et al.* GRADE guidelines 6. Rating the quality of evidence - Imprecision. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1283–1293, 2011.

[23] GUYATT, G. H. *et al.* GRADE guidelines: 5. Rating the quality of evidence - Publication bias. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1277–1282, 2011.

[24] GUYATT, G. H. *et al.* GRADE guidelines: 7. Rating the quality of evidence -

- Inconsistency. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1294–1302, 2011.
- [25] GUYATT, G. H. *et al.* GRADE guidelines: 8. Rating the quality of evidence - Indirectness. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1303–1310, 2011.
- [26] CHAPMAN, R. F.; LAYMON, A. S.; ARNOLD, T. Functional Movement Scores and Longitudinal Performance Outcomes in Elite Track and Field Athletes. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, v. 9, n. 2, p. 203–211, mar. 2014.
- [27] BONAZZA, N. A. *et al.* Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen. *American Journal of Sports Medicine*, v. 45, n. 3, p. 725–732, mar. 2017.
- [28] CHIMERA, N. J.; WARREN, M. Use of clinical movement screening tests to predict injury in sport. *World journal of orthopedics*, v. 7, n. 4, p. 202–217, abr. 2016.
- [29] KRUMREI, K. *et al.* The Accuracy of the Functional Movement Screen to Identify Individuals With an Elevated Risk of Musculoskeletal Injury. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 23, n. 4, p. 360–364, nov. 2014.
- [30] ORSER, K. S. The effectiveness of the functional movement screen at predicting injuries in athletes aged 18-35 years old. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, v. 26, n. 1, p. 44–48, jan. 2018.
- [31] TEYHEN, D. S. *et al.* Clinical measures associated with dynamic balance and functional movement. *Journal of strength and conditioning research*, v. 28, n. 5, p. 1272–1283, maio 2014.
- [32] BRUMITT, J. *et al.* The lower-extremity functional test and lower-quadrant injury in NCAA division III athletes: A descriptive and epidemiologic report. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 25, n. 3, p. 219–226, 2016.
- [33] READ, P. J. *et al.* A prospective investigation to evaluate risk factors for lower extremity injury risk in male youth soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 28, n. 3, p. 1244–1251, mar. 2018.
- [34] AZZAM, M. G. *et al.* The Functional Movement Screen as a predictor of injury in professional basketball players. *Current Orthopaedic Practice*, v. 26, n. 6, p. 619–623, 2015.
- [35] KIESEL, K. *et al.* Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy*, v. 2, n. 3, p. 147–158, 2007.
- [36] BUDNAR JR., R. G. *et al.* Functional Movement Screen (TM) Scores In Relation To Injury Risk And Performance In Collegiate Track And Field Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 45, n. 5, 1, p. 548–549, 2013.

- [37] BUSHMAN, T. T. *et al.* Injury Risk Associated with Functional Movement Screening in the United States Army. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 44, n. 2, p. 842, 2012.
- [38] COSIO-LIMA, L. M. *et al.* Efficacy of Functional Movement Screening in Predicting Injuries in Coast Guard Cadets. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 46, n. 5, 1, p. 768, 2014.
- [39] DE LA MOTTE, S. J. *et al.* Do The Functional Movement Screen, Y-balance Anterior Reach Test, And Landing Error Scoring System Similarly Detect Injury Risk? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 47, n. 5, 1, p. CP511, 2015.
- [40] LISMAN, P. J. *et al.* Association between the Functional Movement Screen and Noncontact Lower Extremity Injury in Collegiate Football Players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 47, n. 5, 1, p. 957, 2015.
- [41] LYNN, S. K. *et al.* Prospective Injury Prediction Using The Functional Movement Screen In Division I Runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 46, n. 5, 1, p. 945–946, 2014.
- [42] MCDOWELL, K. W. *et al.* Comparing Soft Tissue Injury Rate Using the Functional Movement Screen in Division I Football Players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 48, n. 5, 1, p. 101, 2016.
- [43] SAMSON, C. O. *et al.* Functional Movement Screen Score Change and Injury Occurrence in Collegiate Female Athletes Across Two Seasons. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 47, n. 5, 1, p. 854, 2015.
- [44] WINKE, M. R. *et al.* Prediction Of In-season Injuries Using A Preseason Functional Movement Screen In Collegiate Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 44, n. 2, p. 753, 2012.
- [45] YU-YAHIRO, J. A. *et al.* Effectiveness of Preseason Functional Movement Screen in Predicting Injuries in Collegiate Female Cross Country Runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 47, n. 5, 1, p. 115, 2015.
- [46] YEUNG, J. *et al.* Mobility, proprioception, strength and FMS as predictors of injury in professional footballers. *BMJ open sport & exercise medicine*, v. 2, n. 1, p. e000134, 2016.
- [47] WARREN, M.; SMITH, C. A.; CHIMERA, N. J. Association of the Functional Movement Screen With Injuries in Division I Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 24, n. 2, p. 163–170, 2015.
- [48] WEISE, W. *et al.* Determination of the Functional Movement Screen to Predict Musculoskeletal Injury in Intercollegiate Athletics - ProQuest. *Athletic Training and Sports*

Healthcare, v. 6, n. 4, p. 161–169, 2014.

[49] ZALAI, D. *et al.* Quality of functional movement patterns and injury examination in elite-level male professional football players. *Acta physiologica Hungarica*, v. 102, n. 1, p. 34–42, 2015.

[50] GARRISON, M. *et al.* Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 1, p. 21–28, fev. 2015.

[51] HAMMES, D. *et al.* Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen™. *Journal of Sports Sciences*, v. 34, n. 14, p. 1371–1379, 15 jul. 2016.

[52] MCGILL, STUART M; ANDERSEN, JORDAN T.; HORNE, A. D. Predicting Performance and Injury Resilience from Movement Quality and Fitness Scores in a Basketball Team Over 2 Years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 26, n. 7, p. 1731- 1739., 2012.

[53] NEWTON, F. *et al.* Functional Movement Screen (FMS™) score does not predict injury in English Premier League youth academy football players Functional Movement Screen (FMS™) score does not predict injury in English Premier League youth academy football players. *Science and Medicine in Football*, v. 00, n. 00, p. 1–5, 2017.

[54] TEYHEN, D. S. *et al.* What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal Injury in US Army Rangers? A Prospective Prognostic Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, v. 473, n. 9, p. 2948–2958, 2015.

[55] WALBRIGHT, P. D. *et al.* Validity of functional screening tests to predict lost-time lower quarter injury in a cohort of female collegiate athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 12, n. 6, p. 948–959, nov. 2017.

[56] MOHER, D. *et al.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Physical Therapy*, v. 89, n. 9, p. 873–880, 2009.

[57] ALEMANY, J. A. *et al.* Functional Movement Screen: Pain versus composite score and injury risk. *Journal of Science & Medicine in Sport*, v. 20, p. S40–S44, 2 nov. 2017.

[58] COSIO-LIMA, L. *et al.* Associations Between Functional Movement Screening , the Y Balance Test , and Injuries in Coast Guard Training. *Military Medicine*, v. 181, n. July, p. 643–649, 2016.

[59] EVERARD, A. E.; LYONS, M.; HARRISON, A. J. Examining the association of injury with the Functional Movement Screen and Landing Error Scoring System in military recruits undergoing 16 weeks of introductory fitness training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 21, n. 6, p. 569–573, 2018.

- [60] KNAPIK, J. J. *et al.* Efficacy of Functional Movement Screening for predicting injuries in Coast Guard Cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 5, p. 1157–1162, 2015.
- [61] MCGILL, S. M. *et al.* Can fitness and movement quality prevent back injury in elite task force police officers? A 5-year longitudinal study. *Ergonomics*, v. 0139, n. May, p. 1–8, 2015.
- [62] O’CONNOR, F. G. *et al.* Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 43, n. 12, p. 2224–2230, dez. 2011.
- [63] ZAREI, M.; ASADY SAMANI, Z.; REISI, J. Can functional movement screening predict injuries in Iranian soldiers? *Journal of Military Medicine*, v. 17, n. 2, p. 107–114, 2015.
- [64] CLAY, H.; MANSELL, J.; TIERNEY, R. Association between rowing injuries and the functional movement screen in female collegiate division I rowers. *International journal of sports physical therapy*, v. 11, n. 3, p. 345–349, 2016.
- [65] DOSSA, K. *et al.* Can injury in major junior hockey players be predicted by a pre-season functional movement screen - a prospective cohort study. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, v. 58, n. 4, p. 421–427, dez. 2014.
- [66] MARTIN, A. C.; OLIVIER, B.; BENJAMIN, N. The Functional Movement Screen in the Prediction of Injury in Adolescent Cricket Pace Bowlers: An Observational Study. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 26, n. 5, p. 386–395, 2017.
- [67] SMITH, P. D.; HANLON, M. Assessing the effectiveness of Functional Movement Screen (FMS) in predicting non-contact injury in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2016.
- [68] HOTTA, T. *et al.* Functional Movement Screen for predicting running injuries in 18- to 24-year-old competitive male runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 10, p. 2808–2815, 2015.
- [69] DUKE, S. R.; MARTIN, S. E.; GAUL, C. A. Preseason Functional Movement Screen Predicts Risk of Time-Loss Injury in Experienced Male Rugby Union Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, v. 31, n. 10, p. 2740–2747, 2017.
- [70] KIESEL, K. B.; BUTLER, R. J.; PLISKY, P. J. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *Journal of sport rehabilitation*, v. 23, n. 2, p. 88–94, 2014.
- [71] CHORBA, R. S. *et al.* Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *North American journal of sports physical therapy*:

NAJSPT, v. 5, n. 2, p. 47–54, 2010.

[72] DORREL, B. *et al.* The functional movement screen as a predictor of injury in national collegiate athletic association division II athletes. *Journal of Athletic Training*, v. 53, n. 1, p. 29–34, 2018.

[73] LETAFATKAR A, HADADNEZHAD M, SHOJAEDIN S, M. E. Relationship Between Functional Movement Score and History of Injury. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, v. 9, n. 1, p. 21–27, 2014.

[74] TEE, J. C. *et al.* Preseason Functional Movement Screen component tests predict severe contact injuries in professional rugby union players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 2016.

[75] HÄGGLUND, M. *et al.* Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 340–6, 2005.

[76] HOTTA, T. *et al.* Functional Movement Screen for Predicting Running Injuries in 18- to 24-Year-Old Competitive Male Runners. *Journal of strength and conditioning research*, v. 29, n. 10, p. 2808–2815, out. 2015.

[77] MORAN, R. W. *et al.* How reliable are Functional Movement Screening scores? A systematic review of rater reliability. *British Journal of Sports Medicine*, p. bjsports-2015-094913, 2015.

[78] CRAUN, G. F. How To Interpret Epidemiological Associations. *Environmental Protection*, p. 108–115, 1979.

[79] SUMMERFIELD, D. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ (Online)*, v. 328, n. June, p. 1490–1494, 2004.

[80] GRIER, T. *et al.* Evaluating Injury risk and gender performance on health- and skill related fitness assessments. *Journal of Strength and Conditioning*, v. 31, n. 4, p. 971–980, 2017.

[81] SEFTON, J. M.; LOHSE, K. R.; MCADAM, J. S. Prediction of Injuries and Injury Types in Army Basic Training, Infantry, Armor, and Cavalry Trainees Using a Common Fitness Screen. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 11, p. 849–857, 2016.

[82] TAANILA, H. *et al.* Musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a one-year follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 10, n. 1, p. 89, 2009.

[83] KNOL, M. J. *et al.* Overestimation of risk ratios by odds ratios in trials and cohort studies: Alternatives to logistic regression. *Cmaj*, v. 184, n. 8, p. 895–899, 2012.

[84] KNOL, M. J. Weg met oddsratio's: risicoratio's in cohortonderzoek en gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, v. 156, p. 1–6, 2012.

[85] CUMMINGS, P. The relative merits of risk ratios and odds ratios. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, v. 163, n. 5, p. 438–445, 2009.

[86] FROST, D. M. *et al.* FMS Scores Change With Performers' Knowledge of the Grading Criteria-Are General Whole-Body Movement Screens Capturing "Dysfunction"? *Journal of strength and conditioning research*, v. 29, n. 11, p. 3037–3044, nov. 2015.

[87] STERNE, J. A. C. *et al.* Recommendations for examining and interpreting funnel plot asymmetry in meta-analyses of randomised controlled trials. *BMJ (Online)*, v. 343, n. 7818, p. 1–8, 2011.

APÊNDICE A

Textos completos excluídos (n = 40)

Autor	Motivo
Krumrei <i>et al.</i> (2014)	Revisão/editorial/comentário
Orser and Khyll (2018)	Revisão/editorial/comentário
Bonazza <i>et al.</i> (2017)	Revisão/editorial/comentário
Teyhen <i>et al.</i> (2014)	Revisão/editorial/comentário
Chimera <i>et al.</i> (2016)	Revisão/editorial/comentário
Mcdowell <i>et al.</i> (2016)	Estudos sem texto completo
Yu-Yahiro <i>et al.</i> (2015)	Estudos sem texto completo
Samson <i>et al.</i> (2015)	Estudos sem texto completo
Lisman <i>et al.</i> (2015)	Estudos sem texto completo
De la Motte <i>et al.</i> (2015)	Estudos sem texto completo
Cosio-Lima <i>et al.</i> (2014)	Estudos sem texto completo
Lynn <i>et al.</i> (2014)	Estudos sem texto completo
Budnar <i>et al.</i> (2013)	Estudos sem texto completo
Winke <i>et al.</i> (2012)	Estudos sem texto completo
Bushman <i>et al.</i> (2012)	Estudos sem texto completo
Read <i>et al.</i> (2018)	Outros métodos de predição
Brumitt <i>et al.</i> (2016)	Outros métodos de predição
Chapman <i>et al.</i> (2014)	Associação entre o escore do FMS e desempenho
Uchida <i>et al.</i> (2016)	Transversal
Gadzinski <i>et al.</i> (2017)	Transversal

Schneiders <i>et al.</i> (2011)	Transversal
Armstrong <i>et al.</i> (2018)	Transversal
Chimera <i>et al.</i> (2015)	Transversal
Azzam <i>et al.</i> (2015)	Retrospectivo
Kiesel <i>et al.</i> (2007)	Retrospectivo
Bring <i>et al.</i> (2016)	Retrospectivo
Yeung <i>et al.</i> (2016)	FMS modificado
Newton <i>et al.</i> (2017)	Sem tabela 2x2
Weise <i>et al.</i> (2014)	Sem tabela 2x2
Hammes <i>et al.</i> (2016)	Sem tabela 2x2
Garrison <i>et al.</i> (2015)	Sem tabela 2x2
Bardenet <i>et al.</i> (2015)	Sem tabela 2x2
Bond <i>et al.</i> (2017)	Sem tabela 2x2
Lisman <i>et al.</i> (2013)	Sem tabela 2x2
McGuill <i>et al.</i> (2012)	Sem tabela 2x2
Schroeder <i>et al.</i> (2016)	Sem tabela 2x2
Teyhen <i>et al.</i> (2015)	Sem tabela 2x2
Walbright <i>et al.</i> (2017)	Sem tabela 2x2
Warren <i>et al.</i> (2015)	Sem tabela 2x2
Zalai <i>et al.</i> (2014)	Sem tabela 2x2

4 ESTUDO 4 - DESEMPENHO NO TESTE DE AGACHAMENTO PROFUNDO E O RISCO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Introdução: O Teste de Agachamento Profundo (TAP) tem sido utilizado em avaliações pré-temporada de equipes esportivas e em cursos militares para classificar o risco de lesões musculoesqueléticas. **Objetivo:** Avaliar a associação do desempenho no TAP e o risco de lesões musculoesqueléticas. **Métodos:** Nesta revisão sistemática, uma busca sem filtros de idioma ou de tempo foi realizada nas bases de dados MEDLINE, SciELO, SCOPUS, SPORTDiscus, CINAHL e BVS com as seguintes palavras-título: predição de lesões, risco de lesão e agachamento profundo em dezembro de 2016. Perfil dos participantes, tamanho da amostra, classificação das lesões musculoesqueléticas, tempo de seguimento, desenho do estudo e os resultados foram extraídos dos estudos. A análise do risco de viés foi realizada com a Escala Newcastle-Ottawa. **Resultados:** foram incluídos cinco estudos, utilizando diferentes análises, cujos resultados variaram. O Odds Ratio variou de 1,21 a 2,59 (IC 95% = 1,01-3,28); O risco relativo foi de 1,68 (IC 95% = 1,50 - 1,87), sensibilidade de 3 a 24%, especificidade de 90 a 99%, VPP de 42 a 63%, VPN de 72 a 75% e AUC de 51 a 58%. **Conclusão:** O TAP pode ser um teste cuja presença de certos padrões de movimento é um preditor do risco de lesões musculoesqueléticas em indivíduos que praticam exercícios físicos. No entanto, devido às limitações metodológicas apresentadas, sugere-se cautela ao interpretar esses resultados. Registro PROSPERO: CRD4201706922.

Palavras-chave: movimento; lesões atléticas; triagem.

INTRODUÇÃO

O Teste de Agachamento Profundo (TAP) é um dos testes do *Functional Movement Screening*TM (FMSTM) [1,2] e da Avaliação Dinâmica do MovimentoTM (DMATM) [3], ferramentas para classificar o risco de lesões musculoesqueléticas. O TAP tem sido aplicado nas avaliações pré-temporada de equipes esportivas [4–6] e em cursos militares [7]. É considerado o teste que prevê o escore de risco em FMSTM[4]. Ao mesmo tempo, o TAP é um exercício para aumentar a força muscular, estabilidade, controle de tronco e desempenho esportivo em diversas modalidades, já que permite o recrutamento de vários grupos musculares em uma única repetição [8]. Possui um baixo custo e fácil exequibilidade.

Durante o TAP, movimento de agachamento é realizado com ângulos superiores a 90 graus de flexão do quadril. O desempenho é influenciado por vários fatores, tais como a mobilidade das articulações da coluna lombar, quadril, joelho e tornozelo, bem como o padrão de movimento [3,9,10].

Os parâmetros que podem ser avaliados no TAP são a presença de desvio lateral da pelve, a amplitude de movimento, a flexão do tronco excessiva, a elevação dos calcanhares em relação ao solo, presença de adução de quadril e desequilíbrio [3,8,11]. O desvio lateral da pelve é considerado o desvio mais importante, uma vez que está relacionado ao desequilíbrio de força e flexibilidade entre os lados, e pode resultar de uma limitação da amplitude de movimento, déficit de propriocepção, dor, redução de força de quadríceps ou alterações no controle motor [12,13]. A limitação dos movimentos no TAP pode ser decorrente dor ou mobilidade reduzida do quadril, joelho, coluna lombar ou no tornozelo [3,14–16]. O aumento da flexão do tronco promove uma mudança nas cargas sobre a coluna lombar, sobrecarregando-a, bem como impacto na força e potência muscular de tronco e membros inferiores associado ao treinamento físico [8,10]. A elevação do calcanhar em relação ao solo pode promover uma menor amplitude de movimento durante o agachamento, como consequência de uma limitada flexibilidade dos plantiflexores ou de uma hipomobilidade de pé ou tornozelo [10,17]. O excesso de adução e de rotação interna do fêmur afeta negativamente a geração de potência e de força muscular em atletas, e é visualizado quando a face medial da patela move-se medianamente, devido à falta de estabilidade do core, déficit proprioceptivo, redução de força de abdutores e hipomobilidade de tornozelo [10,17]. A perda de equilíbrio durante o TAP pode ser associada a uma menor estabilidade do core e a uma importante limitação articular [12,13,18].

Estudos avaliaram a associação de escore de risco FMS™ no desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas [19,20]. No entanto, o efeito isolado do TAP é incerto, já que não há revisões sobre o assunto. Portanto, o objetivo desta revisão sistemática foi avaliar se há associação do TAP com lesões musculoesqueléticas em indivíduos que praticam exercícios físicos.

MÉTODO

Esta revisão sistemática foi elaborada com base nas recomendações PRISMA [21] e de Leeflang [22] e foi registrada no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) com o número CRD4201706922.

Critério de inclusão

Foram incluídos estudos prospectivos que utilizaram o TAP como um teste de classificação de risco para lesões musculoesqueléticas durante a prática de exercícios físicos, com texto completo disponíveis. O TAP pode ter sido realizado como parte integrante de métodos de avaliação, desde que tenha sido realizada uma análise isolada de seu desempenho com o risco de lesões, e sem filtro de idiomas.

Estratégia de busca

A busca foi feita em dezembro 2016 nas bases de dados da *National Library of Medicine* (MEDLINE), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), SCOPUS, SPORTDiscus, *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL) e LILACS, via Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). As seguintes palavras-chave foram usadas como descritores do *Medical Subject Headings* (MeSH): predição de lesão, risco de lesão e agachamento profundo. A frase de pesquisa foi obtida utilizando os operadores lógicos AND (entre os descritores) e OR (entre os sinônimos). Não foi utilizado nenhum filtro língua ou delimitação de um período para a pesquisa.

Processo de extração dos dados

Os seguintes dados foram extraídos a partir dos estudos selecionados: o perfil dos participantes, tamanho da amostra, de definição de lesões musculoesqueléticas, tempo de seguimento, desenho do estudo e os resultados, com os respectivos níveis de significância.

Análise do risco de viés

Para a análise de risco viés foi utilizada a Escala Newcastle-Ottawa para estudos de coorte [23,24], que consiste de três domínios: 1) seleção (representatividade do grupo exposto, seleção do grupo não exposto, avaliação da exposição, a demonstração que o resultado de interesse não estava presente no início do estudo); 2) a comparabilidade das coortes com base em projeto ou análise (pareamento das variáveis principais e outras variáveis de confusão); e 3) resultado (avaliação do resultado, o tempo de seguimento e adequação de follow-up das coortes). Para cada critério utilizado nos domínios, uma estrela foi fornecida. Estudos com um total de cinco estrelas ou mais são classificados com “baixo risco” de viés. Se o estudo não recebesse qualquer estrela no domínio "comparabilidade", seria classificado como "risco incerto". Estudos com quatro estrelas ou menos foram avaliados com um "alto risco" de viés.

RESULTADOS

O número total de estudos por base de dados, o fluxo de recuperação dos estudos que analisaram a associação de TAP com o risco de lesões musculoesqueléticas e as razões para exclusão dos estudos estão na Figura 1. Cinco estudos [25–29] avaliaram a associação de TAP com o risco de lesões musculoesqueléticas. As características dos estudos incluídos estão na Tabela 1 e os resultados da análise estatística na Tabela 2. A análise de risco viés realizada nos cinco estudos selecionados está no Quadro 3.

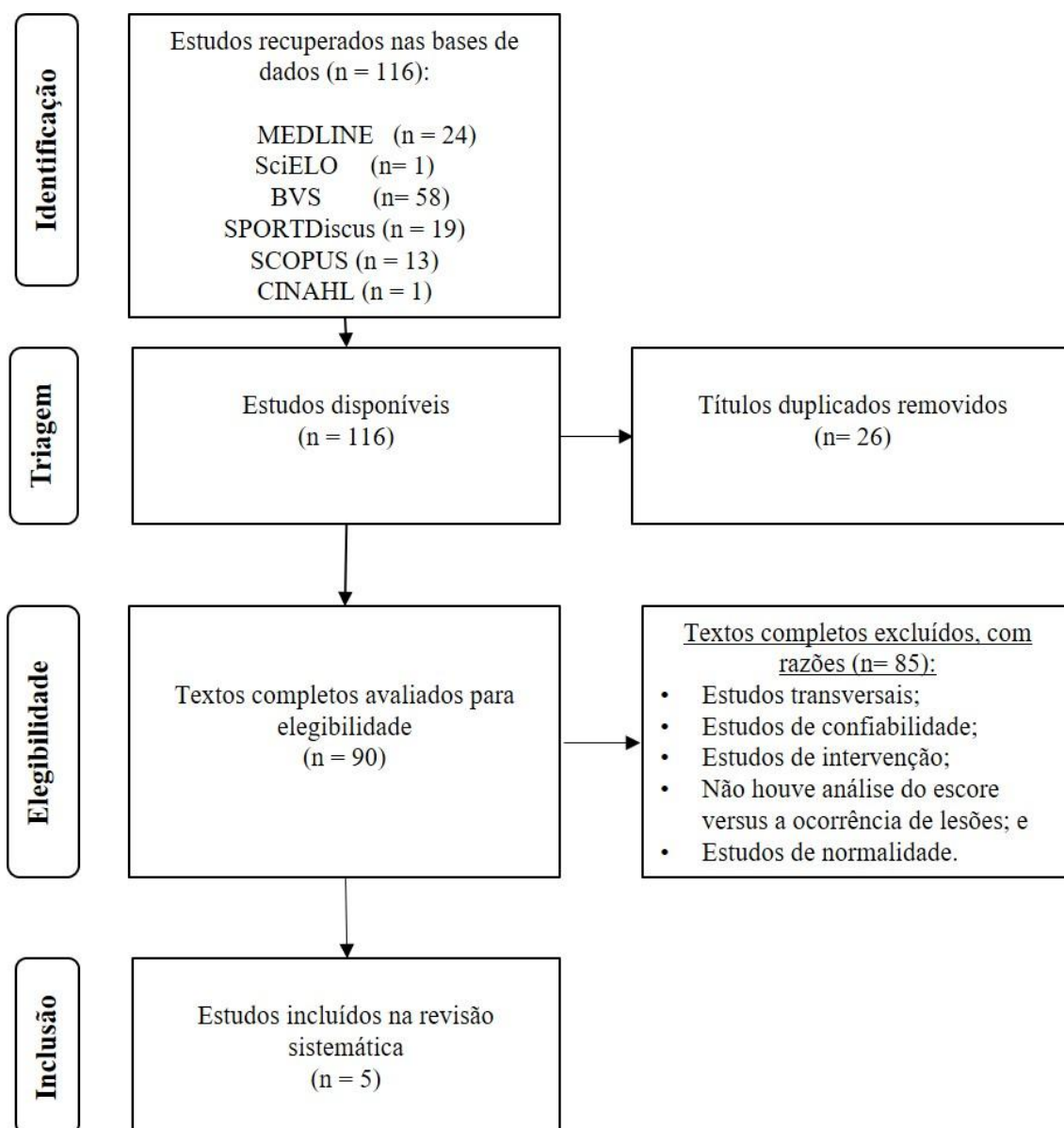


Figura 1 - Diagrama de fluxo dos estudos incluídos.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 1 - Características dos estudos incluídas na revisão sistemática

Estudo	Características da amostra	Definição de lesão	Tempo de seguimento
Butler <i>et al.</i> , 2013 [25]	n = 108 alunos de curso de bombeiros Idade = NR	Mais de 3 dias de afastamento das funções devido a dor musculoesquelética	4 meses
Bushman <i>et al.</i> , 2015 [26]	n = 2.476 soldados Idade = 18 -57 anos	Simple registro de lesões traumáticas e não traumáticas	6 meses
Hotta <i>et al.</i> , 2015 [27]	n = 84 corredores do sexo masculino. Idade = 18 - 24 anos	Foram utilizados dois pré-requisitos: (1) a lesão ocorreu como resultado da participação em eventos de corrida ou treinamento (lesões traumáticas foram excluídas); (2) a lesão foi grave o suficiente para impedir a realização de atividades atléticas durante pelo menos 4 semanas	6 meses
Zalai <i>et al.</i> , 2015 [28]	n = 20 jogadores de futebol idade = 23 ± 1 anos de idade.	A lesão promoveu o afastamento do atleta de suas atividades, de acordo com o critério: leve (1-7 dias); moderada (8-28 dias) e grave (> 28 dias), de acordo com Häggglund <i>et al.</i> , (2005) [30]	6 meses
Tee <i>et al.</i> , 2016 [29]	n = 62 jogadores de rugby Idade = NR	Consideradas apenas as lesões graves (afastamento das funções superior a 28 dias), que foram subdivididos em lesões agudas, lesões por <i>overuse</i> , ou qualquer lesão (Fuller <i>et al.</i> , 2006) [31]	6 meses

Nota: NR = Não relatado; n = tamanho da amostra.
Fonte: O autor, 2020.

Tabela 2 - Análise estatística dos estudos incluídos

Análise estatística	Autor	Resultados
Razão de chances	Butler <i>et al.</i> , 2013 [25]	OR: 1,21 (IC 95% = 1,01-1,42)
	Bushman <i>et al.</i> , 2015 [26]	OR = 2,59 (IC 95% = 2,05-3,28); P <0,01
Acurácia diagnóstica	Bushman <i>et al.</i> , 2015 [26]	s = 3-24%; e = 90-99% VPP = 57 (42-63%); VPN = 66 (72-75%); AUC = 51-58%
Risco relativo	Bushman <i>et al.</i> , 2015 [26]	RR * = 1,68 (IC de 95% = 1,50-1,87);
Teste de Mann-Whitney	Hotta <i>et al.</i> , 2015 [27]	GL: 1,8 ± 0,7; GNL: 1,3 ± 0,7 com P <0,01
Coefficiente de correlação de Pearson.	Zalai <i>et al.</i> , 2015 [28]	Poder estatístico = 0,56; GL = 1,67 ± 0,51; GNL = 2,21 ± 0,42; P <0,05.
TE (Cohen)	Tee <i>et al.</i> , 2016 [29]	TE = 0,60 (GL contra GNL); TE (LT) = 1,04 (grande) TE (LO) = 0,20 (pequeno)

Nota: NR = Não relatado; OR = Odds Rarios; IC 95% = intervalo de confiança a 95%; s = sensibilidade; e = especificidade; VPP = valor preditivo positivo; VPN = valor preditivo negativo; AUC = área sob a curva *Receiver Operating Characteristic*; GL = grupo lesionado; GNL = grupo não lesionado; LT= lesões traumáticas; LO = lesões por *overuse*; TE = tamanho de efeito; RR = risco relativo; * = RR não disponíveis, mas calculado na presente pela Tabela 2 x 2 do estudo.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 3 - Risco de vies dos estudos (Escala Newcastle Ottawa para estudos de coorte)

Autores	Domínios			Resultados	
	Seleção	Comparabilidade	Resultado	Score	Risco
Butler <i>et al.</i>, 2013 [25]	****	-	**	*****	Incerto
Bushman <i>et al.</i>, 2015 [26]	***	**	*	*****	Baixo
Hotta <i>et al.</i>, 2015 [27]	**	-	**	****	Alto
Zalai <i>et al.</i>, 2015 [28]	***	-	*	****	Alto
Tee <i>et al.</i>, 2016 [29]	****	-	*	****	Incerto

Nota: Domínios da Escala Newcastle-Ottawa (NOS) [23,24]: Seleção (representatividade do grupo exposto, a seleção do grupo não-exposta; avaliação de exposição e demonstração de que resultado de interesse não estava presente no início do estudo); Comparabilidade (fator principal e qualquer fator de confundimento adicional); e resultado (avaliação de resultados; se o tempo de seguimento foi suficiente para a ocorrência do desfecho; e adequação do seguimento de coortes).

Fonte: O autor, 2020.

DISCUSSÃO

Dos cinco estudos selecionados, um utilizou em sua análise indicadores de acurácia diagnóstica [26]. De acordo com Bushman *et al.* [26]., o TAP tem uma baixa sensibilidade (3-24%), elevada especificidade (90 - 99%), valor preditivo positivo entre 42 e 63%, valor preditivo negativo entre 72 e 75% e uma área sob a curva ROC entre 51 e 58%, o que indica que o nível de precisão do teste é discretamente superior ao acaso [32]. Por outro lado, Tee *et al.* [29] concluíram que o tamanho do efeito (TE) ao realizar TAP como um preditor de lesões por *overuse* era pequeno (TE = 0,20), médio para qualquer tipo de lesão (TE = 0,6) e grande para lesões de contacto (TE = 1,04) [33]. A divergência entre os resultados de tais estudos é possivelmente decorrente da utilização de amostras diferentes e da análise de indicadores de acurácia diagnóstica [34,35]. Além disso, o tamanho do efeito não pode ter sido a análise mais indicada para avaliar o risco de lesões associada a baixo desempenho no TAP [33,36].

Devido à natureza prospectiva, o mais adequado para os estudos seria analisar os resultados por risco relativo (RR). Desta forma, seria possível relacionar a incidência de lesões entre os grupos lesionados e não lesionados [37]. Nenhum dos autores realizou o cálculo RR. Apenas no estudo de Bushman *et al.* [26] foi fornecida uma tabela 2 x 2, que tornou possível calcular o RR na presente revisão, cujo valor foi de 1,68 (IC de 95% = 1,50-1,87). Este resultado é significativo, uma vez que o limite inferior do intervalo de confiança é não foi por acaso. Além disso, indivíduos com baixo desempenho no teste possuem um risco de lesão 68% acima daqueles com bom desempenho, mostrando uma associação de um baixo escore no TAP com o risco de lesões. Os estudos de Butler *et al.* [25], Hotta *et al.* [27], Zalai *et al.* [28], e Tee *et al.* [29] utilizaram a comparação de médias entre grupos e a razão de chances diagnóstica nas suas análises, que são inadequados para o desenho de coorte adotado. Por esta razão, estes estudos contribuíram pouco para a conclusão desta revisão.

A classificação das lesões em estudos de predição de lesões musculoesqueléticas é um dos principais desafios dos autores. De acordo com Hägglund *et al.* (2007) [30], uma lesão é definida quando três critérios são cumpridos: (1) a lesão afeta o sistema musculoesquelético de uma forma traumática ou por *overuse*, e é diagnosticada por um profissional médico; (2) decorre da participação atlética; e (3) afastamento ou uso de adaptações durante as tarefas desportivas para pelo menos 24 horas. Na presente revisão, verifica-se que apenas um estudo cumpre os três critérios [28], sendo a classificação divergente e incomparável entre os autores. Ademais, o tempo de seguimento deve ser suficientemente longo para permitir a observação das lesões, e foi semelhante entre os autores, variando de quatro a seis meses.

A análise de risco viés mostrou que, em relação ao domínio "seleção", os estudos apresentaram pelo menos três estrelas de quatro possíveis. Apenas um estudo pontuou no domínio "comparabilidade" entre os grupos expostos e não expostos ao fator de risco [26]. As piores pontuações de risco de viés ocorreram no domínio de "resultado" (Tabela 3). Nenhum dos estudos especificados se houve cegamento entre as etapas de execução do TAP pelos participantes e seguimento das lesões em ambos os grupos (alto e baixo risco). Além disso, não há uma descrição de taxa de atrito e razões. Os estudos de Bushman *et al.*[26] e Butler *et al.* [25] apresentaram os menores risco de viés, com uma pontuação de seis estrelas. No entanto, o estudo de Butler *et al* [25] não relatou a existência de avaliação de potenciais fatores de confundimento. Por conseguinte, foi atribuído um risco incerto de viés para o estudo. Cegamento e avaliação de potenciais fatores de confusão (idade, sexo, e outros fatores de risco) poderiam minimizar tais riscos de viés [23,38].

Uma grande limitação desta revisão é a quantidade pequena de estudos incluídos. No entanto, a pesquisa foi como o mais abrangente possível, mas há um número limitado de artigos publicados sobre este assunto, embora TAP seja um teste amplamente praticado na prática esportiva. Ao mesmo tempo, apesar dos cinco estudos incluídos, a conclusão desta revisão foi baseada apenas em um estudo, que de Bushman *et al* [26], porque foi o único que analisou o risco relativo, uma medida adequada de efeito para associar a presença de um fator com a incidência de uma lesão.

Como ponto forte, esta foi a primeira revisão que avaliou o TAP como um preditor de lesão. O uso de uma escala específica de avaliação de risco viés para estudos de coorte permitiu o desenvolvimento de sugestões para futuros estudos de coorte com o TAP ou outros testes funcionais preditivos de lesões. Finalmente, a análise mais adequada foi identificada para estudos de coorte que procuram avaliar a associação de testes funcionais com o risco de lesões: risco relativo [38–40].

CONCLUSÃO

Provavelmente, a presença de disfunções de movimento no TAP seja um preditor das lesões musculoesqueléticas em indivíduos que praticam exercícios físicos. Esta primeira conclusão baseia-se num único estudo, o estudo por Bushman *et al.* [26], que apresentou o menor risco de viés e avaliou o risco relativo, uma medida adequada de efeito para estudos de coorte.

Devido a sua fácil aplicação e baixo custo, TAP pode ser usado em conjunto com outros métodos de avaliação, especialmente em pré-temporadas esportivas. Considerando isso e as limitações metodológicas apresentadas nesta revisão, sugere-se a realização de estudos de coorte com amostras mais representativas, com controle de variáveis de confundimento como sexo, idade e com cegamento entre as etapas de avaliação dos padrões de movimento com a etapa de seguimento das lesões musculoesqueléticas.

REFERÊNCIAS

- [1] COOK, G.; BURTON, L.; HOOGENBOOM, B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT*, v. 1, n. 2, p. 62–72, 2006.
- [2] KIESEL, K. B.; BUTLER, R. J.; PLISKY, P. J. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *Journal of sport rehabilitation*, v. 23, n. 2, p. 88–94, 2014.
- [3] NESSLER, T. D.; HAILE, E. *Dynamic Movement Assessment: Prevent Injury and Enhance Performance*. USA: Publiwise, 2014.
- [4] CLIFTON, D. R.; GROOMS, D. R.; ONATE, J. A. Overhead Deep Squat Performance Predicts Functional Movement Screen™ Score. *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 5, p. 622–7, 2015.
- [5] MCCALL, A. *et al.* Injury prevention strategies at the FIFA 2014 World Cup: perceptions and practices of the physicians from the 32 participating national teams. *British journal of sports medicine*, v. 49, n. 9, p. 603–8, 2015.
- [6] SNOEKER, B. A. M. *et al.* Detecting Meniscal Tears in Primary Care: Reproducibility and Accuracy of 2 Weight-Bearing and 1 Non-Weight-Bearing Tests. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, v. 45, n. 9, p. 1–30, 2015.
- [7] CROSSLEY, K. M. *et al.* Performance on the Single-Leg Squat Task Indicates Hip Abductor Muscle Function. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 39, n. 4, p. 866–873, 2011.
- [8] SCHOENFELD, B. J. Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, v. 24, n. 12, p. 3497–3506, 2010.
- [9] POST, E. *et al.* Sex Differences During an Overhead Squat Assessment Sex Differences During an Overhead Squat Assessment. *Journal of applied biomechanics*, v. 31, n. April, 2015.
- [10] KIM, S. *et al.* Lower Extremity Strength and the Range of Motion in Relation to Squat Depth. *Journal of Human Kinetics*, v. 45, n. 1, p. 59–69, 2015.
- [11] KIESEL, K. *et al.* Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy*, v. 2, n. 3, p. 147–158, 2007.
- [12] ATKINS, S.; HESKETH, C.; SINCLAIR, J. The presence of bilateral imbalance of the

lower limbs in elite youth soccer players of different ages. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 4, p. 1007–13, 2016.

[13] NEWTON, R. U. *et al.* Determination of Functional Strength Imbalance of the Lower Extremities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, n. 4, p. 971–977, 2006.

[14] LAMONTAGNE, M.; KENNEDY, M. J.; BEAULÉ, P. E. The Effect of cam FAI on Hip and Pelvic motion during maximum squat. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, v. 467, n. 3, p. 645–650, 2009.

[15] WEEKS, B. K.; CARTY, C. P.; HORAN, S. A. Effect of sex and fatigue on single leg squat kinematics in healthy young adults. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 271, 2015.

[16] GRACI, V.; VAN DILLEN, L.; SALSICH, G. Gender differences in trunk pelvis and lower limb kinematics. *Gait Posture*, v. 36, n. 3, p. 461–466, 2013.

[17] LEE, J.; KOH, D.; KIM, K. The kinematics of the lower leg in the sagittal plane during downward squatting in persons with pronated feet. *Journal Physique*, v. 27, p. 285–287, 2015.

[18] SHIREY, M. *et al.* The influence of core musculature engagement on hip and knee kinematics in women during a single leg squat. *International journal of sports physical therapy*, v. 7, n. 1, p. 1–12, 2012.

[19] DORREL, B. S. *et al.* Evaluation of the Functional Movement Screen as an Injury Prediction Tool Among Active Adult Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, v. 7, n. 6, p. 532–537, 2015.

[20] MCCUNN, R. *et al.* Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports Medicine*, p. 1–19, 2015.

[21] MOHER, D. *et al.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Physical Therapy*, v. 89, n. 9, p. 873–880, 2009.

[22] LEEFLANG, M. M. G. *et al.* Systematic reviews of diagnostic test accuracy. *Annals of Internal Medicine*, v. 149, n. 12, p. 889–897, 2008.

[23] WELLS, G. A. *et al.* *The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses.* Disponível em: <http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp>. Acesso em: 16 out. 2017.

[24] MARGULIS, A. *et al.* Quality assessment of observational studies in a drug-safety systematic review, Comparison of two tools: The Newcastle-Ottawa scale and the RTI item bank. *Clinical Epidemiology*, v. 6, p. 981–993, 2014.

[25] BUTLER, R. J. *et al.* Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*, v. 46, n. 1, p. 11–17, 2013.

- [26] BUSHMAN, T. *et al.* Pain on Functional Movement Screen Tests and Injury Risk. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 11, p. 65–70, 2015.
- [27] HOTTA, T. *et al.* Functional Movement Screen for predicting running injuries in 18- to 24-year-old competitive male runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 10, p. 2808–2815, 2015.
- [28] ZALAI, D. *et al.* Quality of functional movement patterns and injury examination in elite-level male professional football players. *Acta physiologica Hungarica*, v. 102, n. 1, p. 34–42, 2015.
- [29] TEE, J. C. *et al.* Preseason Functional Movement Screen component tests predict severe contact injuries in professional rugby union players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 2016.
- [30] HÄGGLUND, M. *et al.* Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 340–6, 2005.
- [31] FULLER, C. *et al.* Prevention of physical training-related injuries recommendations for the military and other active populations based on expedited systematic reviews. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 38, n. 1 SUPPL., p. 1–14, 2010.
- [32] HAJIAN-TILAKI, K. Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve Analysis for Medical Diagnostic Test Evaluation. *Caspian J Intern Med*, v. 4, n. 2, p. 627–635, 2013.
- [33] CHEN, H.; COHEN, P.; CHEN, S. How big is a big odds ratio? Interpreting the magnitudes of odds ratios in epidemiological studies. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, v. 39, n. 4, p. 860–864, 2010.
- [34] BOSSUYT, P. M. *et al.* The STARD statement for reporting studies of diagnostic accuracy: explanation and elaboration. *Annals of internal medicine*, v. 138, n. 1, p. W1-12, 2003.
- [35] OLIVEIRA, M.; GOMES, A.; TOSCANO, C. QUADAS and STARD: Evaluating the quality of diagnostic accuracy studies. *Revista de Saude Publica*, v. 45, n. 2, p. 416–422, 2011.
- [36] RUMEL, D. “Odds Ratio”: Algumas Considerações. *Rev Saúde Publica*, v. 20, n. 3, p. 253–258, 1986.
- [37] DE OLIVEIRA, M. A. P.; PARENTE, R. C. M. Estudos de Coorte e de Caso-Controlle na Era da Medicina Baseada em Evidência. *Brazilian Journal of Videoendoscopic Surgery*, v. 3, n. 3, p. 115–125, 2010.
- [38] MCNUTT, L. *et al.* Estimating the Relative Risk in Cohort Studies and Clinical Trials of

Common Outcomes. *American journal of epidemiology*, v. 157, n. 10, p. 940–943, 2003.

[39] YADA, Y. Method to estimate relative risk using exposed proportion and case group data. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 2131–9, 2017.

[40] COLDITZ, G. A. Overview of the Epidemiology Methods and Applications : Strengths and Limitations of Observational Study Designs. *Critical Review in food science and nutrition*, v. 12, p. 10–12, 2010.

5 ESTUDO 5 - CONCORDÂNCIA INTRA E INTER-AVALIADORES DA AVALIAÇÃO DINÂMICA DO MOVIMENTO™

RESUMO

Objetivo: investigar a concordância inter e intra-avaliador da classificação de risco DMA™. **Materiais e método:** Neste estudo de concordância, após as medidas antropométricas, 17 atletas de futebol feminino foram filmados realizando os seis testes DMA™ (agachamento profundo, step-up, agachamento unipodal, teste de salto, teste de prancha e prancha lateral). Desvios maiores e secundários foram observados durante os testes. As análises dos vídeos foram realizadas no Kinovea 8.15.0 por dois profissionais de saúde experientes, com experiência no método. Para avaliar a concordância intraexaminadores, a mesma análise de vídeo foi realizada após dois meses. Para avaliar a confiabilidade da avaliação dos padrões de movimento da DMA™ foram utilizados o coeficiente de correlação intraclasse (CCI), precedido dos limites de confiança de Bland-Altman para a exclusão de *outliers*, e o erro típico da medida, para a quantidade de pontos obtida. Análise de Concordância Kappa (k) com pesos lineares foi realizada para avaliar o nível de concordância relacionado à classificação de risco da DMA (alto, moderado, médio ou mínimo). As análises foram realizadas com o StatsDirect v.3. **Resultados:** Comparando-se os pontos entre as avaliações inter e intra-avaliadores, o CCI foi de 0,91 (IC 95% =0,74-0,97) e 0,83 (IC 95% =0,59-0,93), respectivamente, com $k = 0,46$ ($P=0,02$) intra-avaliador e $k=0,46$ ($P=0,006$) inter-avaliadores (Tabela 9). **Conclusão:** a DMA possui uma excelente confiabilidade inter e intra-avaliadores para medir os padrões de movimento e classificar o risco de lesões musculoesqueléticas, quando se considera a quantidade de pontos obtida nos sete testes. **Palavras-chaves:** movimento; reprodutibilidade dos testes; lesões atléticas.

INTRODUÇÃO

As lesões musculoesqueléticas tem uma alta incidência entre participantes de atividades físicas, sendo uma das principais causas de afastamento do trabalho e de atividades esportivas [1–4]. Nos esportes, os membros inferiores e o tronco são as regiões mais acometidas por lesões [5,6].

Com o intuito de identificar indivíduos com maior risco de lesão, algumas estratégias de avaliação foram desenvolvidas [7]. Alguns autores sugerem que a presença de certos padrões de movimento, como a presença de valgo dinâmico, estão entre as principais causas de lesões musculoesqueléticas em atletas e em praticantes de atividades físicas recreacionais ou ocupacionais [8,9]. Paralelamente, a realização de grandes volumes de treinamento realizados por tais indivíduos são associados com um maior risco de lesões musculoesqueléticas [8,10].

A Avaliação Dinâmica do Movimento™ (DMA™) é uma ferramenta que utiliza a análise de vídeo bidimensional para medir o padrão de movimento em seis testes funcionais e classificar o risco de lesão: agachamento profundo [11–18], subida no degrau [19], agachamento unilateral [20], salto vertical [21,22], prancha [23], prancha lateral direita [23] e prancha lateral esquerda [23]. Os quatro primeiros testes são baseados em movimentos presentes em diversos gestuais esportivos. Os testes de prancha e prancha lateral têm como objetivo avaliar a resistência dos músculos do CORE. Esse método surgiu como uma alternativa de avaliação em virtude do alto custo e da dificuldade de acesso da maioria da população aos laboratórios de biomecânica [24].

A utilização da DMA™ para a avaliação do padrão de movimento de indivíduos que praticam atividades físicas, bem como a classificação de risco de lesões possibilitará a realização de programas de prevenção e de tratamento específicos, diminuindo os custos com tratamento e os dias de afastamento do trabalho ou desporto. A DMA™ pode ser realizada por profissionais de Educação Física e de Fisioterapia com formação no método. Entretanto, a concordância intra e inter-avaliadores para avaliar os padrões de movimento e classificar o risco de lesões não é conhecida. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a concordância intra e inter-avaliadores da Avaliação Dinâmica do Movimento™ (DMA™) para medir os padrões de movimento e classificar o risco de lesões musculoesqueléticas.

MATERIAIS E MÉTODO

Este estudo de concordância foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Naval Marcílio Dias (CAAE 94000518.0.0000.5256) e redigido a partir das

recomendações do *Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS)* proposto por Kottner *et al.*, 2011 [25].

Amostra

Foram incluídas neste estudo atletas de alto rendimento de futebol feminino do Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes da Marinha do Brasil (CEFAN), sem lesão musculoesquelética nos sete dias que antecederem a avaliação ou procedimento cirúrgico recente. Uma vez atendidos os critérios de inclusão acima, foi realizada a avaliação da estatura e da massa corporal, permitindo o cálculo do índice de massa corporal (IMC). O percentual de gordura foi estimado de acordo com o protocolo e aplicando-se as equações de Pollock de três dobras [26], a fim de caracterizar a amostra. As participantes foram voluntárias e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

Cálculo amostral

O tamanho amostral foi calculado após a realização de um estudo piloto com 06 participantes. O objetivo foi calcular a concordância observada e a concordância ao acaso da DMA [27]. Após o cálculo dos escores realizados pelos avaliadores, foi possível a elaboração de uma tabela de contingência 2 x 2 com o número de respostas concordantes e discordantes relacionadas a um risco mínimo, médio, moderado ou alto de lesões musculoesqueléticas dos participantes. Posteriormente, foi calculado o Índice Kappa, conforme a equação (1) [27]. Considerando-se $k = 0$ como hipótese nula, [27] os dados foram utilizados para obter o tamanho amostral recomendado pela literatura para a avaliação da concordância em estudos, cujo desfecho é uma variável categórica ordinal (Apêndice C) [27]. Na Tabela 1 estão os resultados referentes à avaliação piloto. Os resultados do cálculo do tamanho amostral estão na Tabela 2.

Tabela 1. Resultados das avaliações com a DMATM (estudo piloto).

Participante	Avaliação 1	Avaliação 2
1	Médio	Médio
2	Médio	Médio
3	Médio	Médio
4	Moderado	Moderado
5	Alto	Alto
6	Moderado	Médio

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 2. Cálculo do tamanho amostral.

Variável	Resultado
Kappa	0,70
Poder do teste	80%
Erro α	0,05
Tamanho amostral	17

Fonte: O autor, 2020.

Procedimento para Avaliação Dinâmica do MovimentoTM

As participantes tomaram conhecimento do estudo durante o período avaliação pré-temporada das equipes esportivas do CEFAN. Antes de iniciar os testes, foi realizada uma anamnese, que consistiu das seguintes perguntas: nome completo, data de nascimento, a categoria esportiva, o histórico de lesões musculoesqueléticas ou cirurgias recentes que impossibilitem a realização do teste e as queixas de dor musculoesquelética nos 12 meses que antecederem o teste avaliadas pelo Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares [28] (Apêndice B). Caso fossem atendidos os critérios de elegibilidade, as atletas seriam avaliadas pelo método da DMATM.

O procedimento de condução da DMATM e a filmagem dos respectivos testes funcionais foram realizados por dois fisioterapeutas com formação no método de DMATM e com seis anos de experiência com este método e mais de cem testes realizados.

Os testes foram realizados no Laboratório de Pesquisa CEFAN. As participantes não realizaram atividades físicas no dia da avaliação. Como é preconizado pela DMATM a observação do padrão de movimento do indivíduo sem influenciá-lo não foi realizada a familiarização com o método. Inicialmente, foram fornecidas orientações verbais para os testes a respeito da execução do exercício e a visualização de poucas repetições para que todas as participantes recebessem a mesma informação a respeito do movimento que deve ser feito em cada teste funcional.

Todos os testes foram filmados com uma câmera digital (*Nikon Coolpix P600* 16,1 megapixels e 60 fotos por segundo, Japão) posicionada em um tripé nivelado nos planos horizontal e vertical, e distante 3,04 metros do participante e 60,96 centímetros do solo (Figura 1). A DMATM consistiu na realização dos seguintes testes funcionais, nesta ordem, e sem intervalos entre eles: (1) agachamento completo bilateral; (2) subida no degrau; (3) agachamento unilateral; (4) saltos com apoio unilateral; (5) prancha frontal; (6) prancha lateral direita e (7) prancha lateral esquerda (Figura 2). Os testes foram realizados nesta sequência, sem intervalos.

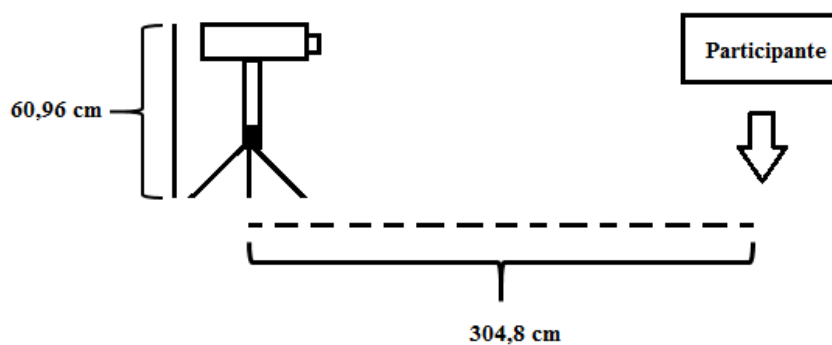


Figura 1. Ilustração do posicionamento da câmera e do participante durante a DMA™.
Fonte: O autor, 2020.

Foi solicitado, antes de cada exercício, que a participante informasse caso sentisse qualquer dor que o impossibilitasse a realização do teste e que informasse qualquer dor que aparecesse com a realização dos movimentos. Caso fosse relatada dor relacionada ao teste, o movimento seria finalizado e fornecido um escore zero [24]. Como alguns dos padrões de movimento avaliados são visualizados durante os testes de prancha e prancha lateral por não serem observáveis no plano frontal, os dois avaliadores posicionaram-se perpendicularmente à câmera durante esses testes.

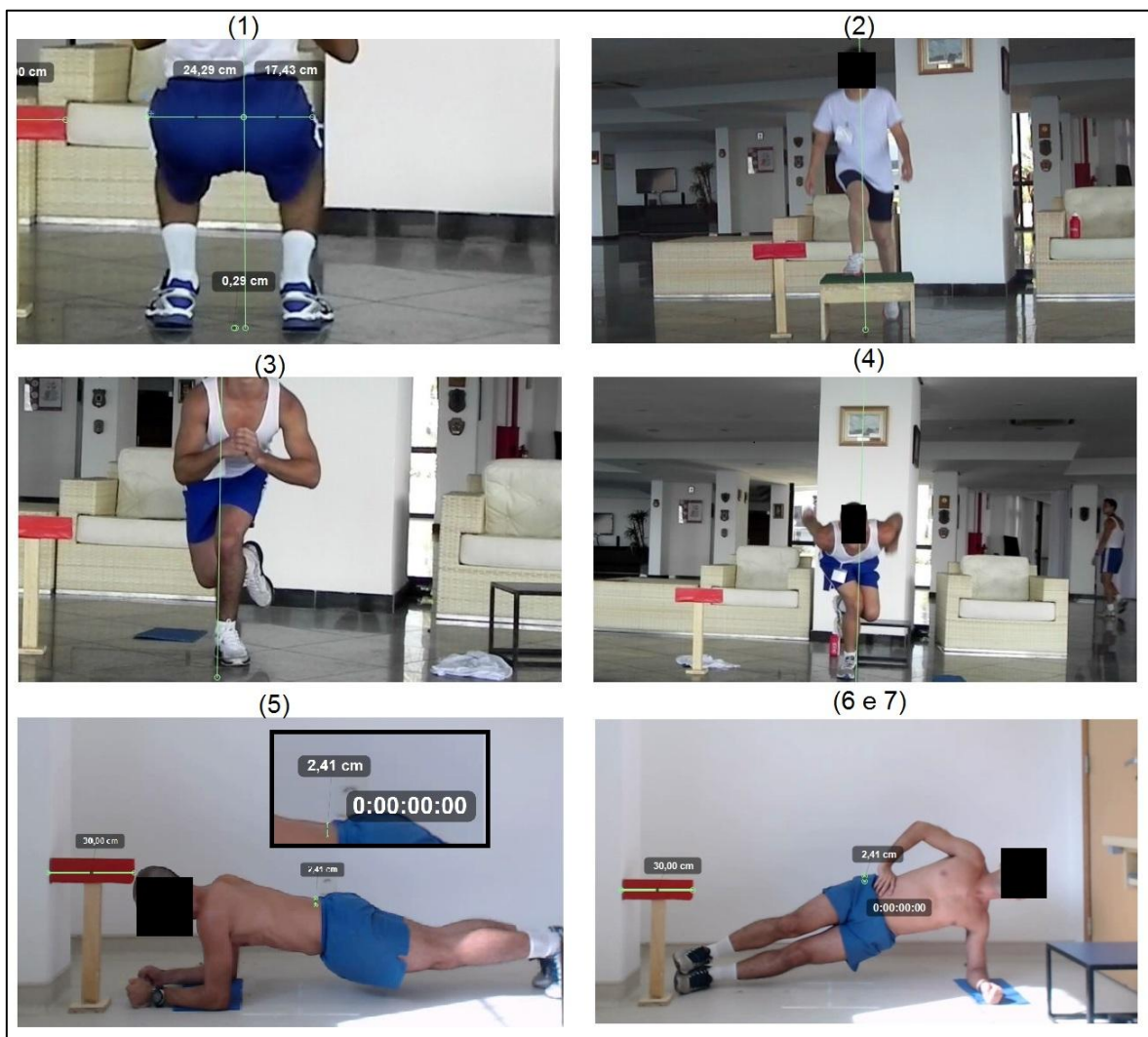


Figura 2. Testes funcionais realizados no DMA™.

Fonte: O autor, 2020.

Análise dos Vídeos e Cálculo do Escore

A análise dos vídeos foi realizada com o software kinovea (v. 8.15.0). A calibração da imagem será realizada utilizando uma peça de madeira vermelha com 30 cm de comprimento (Figura 1). Este material foi posicionado ao lado do participante em todos os testes.



Figura 1: Material utilizado como referência de dimensão para a análise das imagens.

Fonte: O autor, 2020.

Cada um dos seis testes foi classificado de zero a três pontos, sendo três pontos a melhor pontuação que um participante poderia obter em cada teste e decorreu de um padrão de movimento normal. Na presença de poucos desvios, que variou de acordo com cada teste descrito a seguir, foram fornecidos dois pontos. A existência de muitos desvios ou de padrões de movimento associados a um alto risco de lesões implicou em um ponto de escore do teste. Em todos os casos, foi fornecida uma pontuação de zero na presença de dor associada ao teste ([24]).

Agachamento completo bilateral (Teste 1)

Neste teste, o participante realizou o movimento de agachamento profundo. Inicialmente, foi solicitado que o participante ficasse posicionado no local padronizado a três metros de distância da câmera. As mãos deveriam estar entrelaçadas e à frente do corpo. Foram realizadas dez repetições de agachamento de frente e dez de costas para a câmera. O objetivo foi a realização do agachamento o mais profundo possível, conforme o padrão de movimento de cada indivíduo. Desta forma, foram registrados os seguintes desvios: magnitude e sentido do desvio lateral (em centímetros), elevação do calcanhar em relação ao solo (em centímetros), total de perdas de equilíbrio, presença de flexão excessiva de tronco, relato de dor, adução do quadril, elevação do quadril e rotação/ inclinação pélvica (Figura 2).

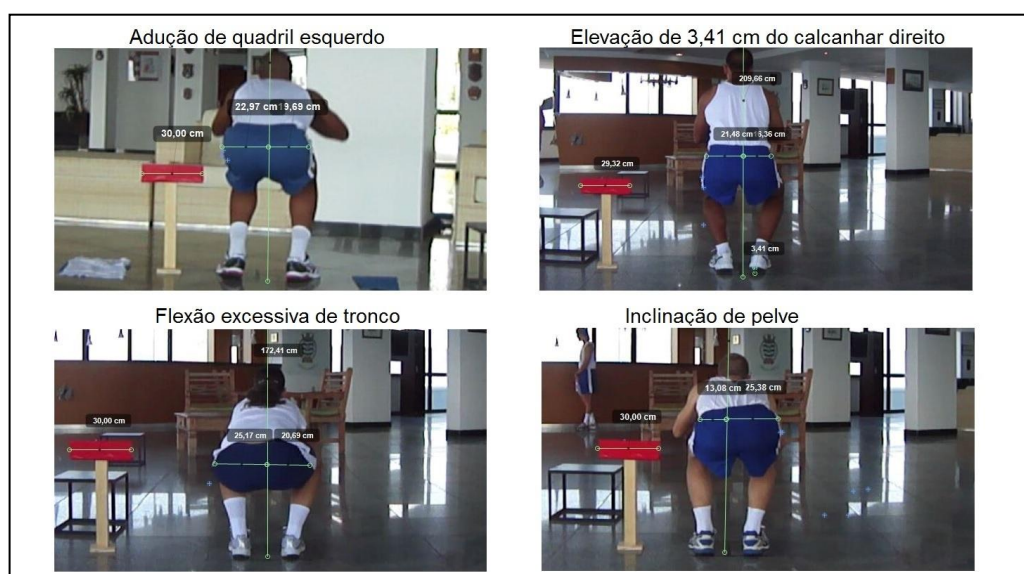


Figura 2: Desvios observados no teste de agachamento completo bilateral.
Fonte: O autor, 2020.

O desvio lateral foi o desvio com maior impacto na pontuação final do agachamento completo bilateral. Considerou-se normal quando o valor foi inferior a 2,54 cm (1 polegada). Valores iguais ou superiores a 2,54 cm e abaixo de 5,08 cm foram pontuados com 2 pontos. Acima de 5,08 centímetros de desvio para qualquer lado a pontuação foi de 1 ponto (Figura 3).



A presença dos demais desvios influenciou a pontuação final. Quanto maior fosse o número de desvios e a magnitude do desvio lateral, menor seria a pontuação neste teste, conforme está exposto na Tabela 1.

Tabela 1: Cálculo do escore no teste de agachamento completo

Presença de desvios e/ou desvio lateral	Total de pontos
Desvio Lateral < 2,54 cm e sem desvios	3
Desvio Lateral $\geq 2,54$ e $\leq 5,08$ Cm e/ou 2 desvios	2
Desvio Lateral > 5,08 e/ou 3 desvios	1
Dor e/ou 4 desvios	0

Fonte: Nessler & Haile (2013).

Teste de subida no degrau (Teste 2)

Neste teste foi utilizado um degrau de 31 centímetros de altura posicionado no local padronizado a três metros de distância da câmera. Foi solicitado que o participante posicionasse o membro inferior avaliado no degrau e realizasse dez movimentos de subida e descida no degrau com o membro contralateral. Somente após a realização de todas as repetições, o lado avaliado descia do degrau. Os membros superiores ficaram livres neste teste. Ao final, foi realizado o mesmo procedimento com o membro oposto.

Foram registrados os seguintes desvios para cada membro inferior avaliado: presença de circundação de quadril ou de déficit de dorsiflexão na abordagem do pé; total de perdas de equilíbrio; sinais de fraqueza de glúteo médio (adução de quadril), presença de trendelenburg, retrotrendelenburg ou movimento de “saca rolhas”; semiflexão do membro de apoio; presença de dor e adução de quadril (Figura 4).



Figura 4: Desvios observados no teste de subida no degrau.

Fonte: O autor, 2020.

A adução do quadril foi o desvio com maior impacto na pontuação final do teste de subida no degrau. Para realizar esta avaliação, foi traçada uma linha perpendicular ao solo utilizando o software Kinovea. Esta linha passava pelo maléolo medial do membro avaliado

(perna de apoio). Considerou-se normal quando o participante realizava todas as repetições sem a face medial da patela tocar a linha de referência (Figura 5A). Caso a face medial da patela “tocasse” a linha média, perdia-se um ponto (Figura 5B), e se cruzasse a linha de referência (Figura 5C), o indivíduo receberia a pontuação de 1 neste teste (Tabela 2).

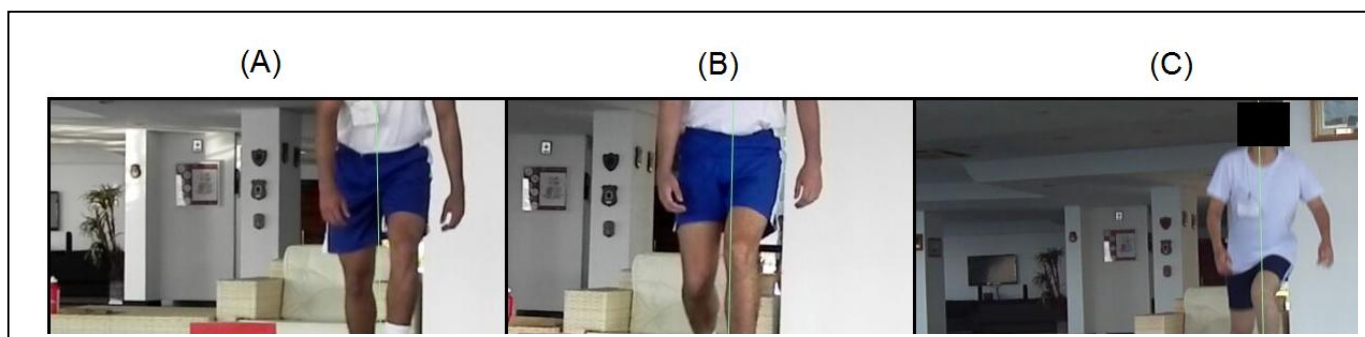


Figura 5: Níveis de adução de quadril durante o teste de subida no degrau.
Fonte: O autor, 2020.

Tabela 2: Cálculo do escore no teste de subida no degrau.

Presença de desvios e/ou adução de quadril	Total de Pontos
Adução antes da linha de referência e sem desvios	3
Adução até a linha de referência e/ou 2 desvios	2
Adução passando da linha de referência e/ou 3 desvios	1
Dor e/ou 4 desvios	0

Fonte: Nessler & Haile (2013).

1) Agachamento Unilateral (Teste 3)

O objetivo deste teste foi que o participante realizasse o agachamento o mais profundo possível com apoio unilateral (Figura 7). As mãos serão entrelaçadas e posicionadas à frente do corpo. Foram realizadas dez repetições com cada lado.

Os desvios registrados no agachamento unilateral foram: adução de quadril, total de perdas de equilíbrio, presença de sinal de trendelenburg, sinal de retrotrendelenburg e de movimento de “saca-rolhas”, presença de flexão excessiva de tronco, e de dor.

A adução do quadril foi o desvio com maior impacto na pontuação final do teste de agachamento, sendo calculado segundo os mesmos critérios do teste de subida no degrau (Tabela 3).

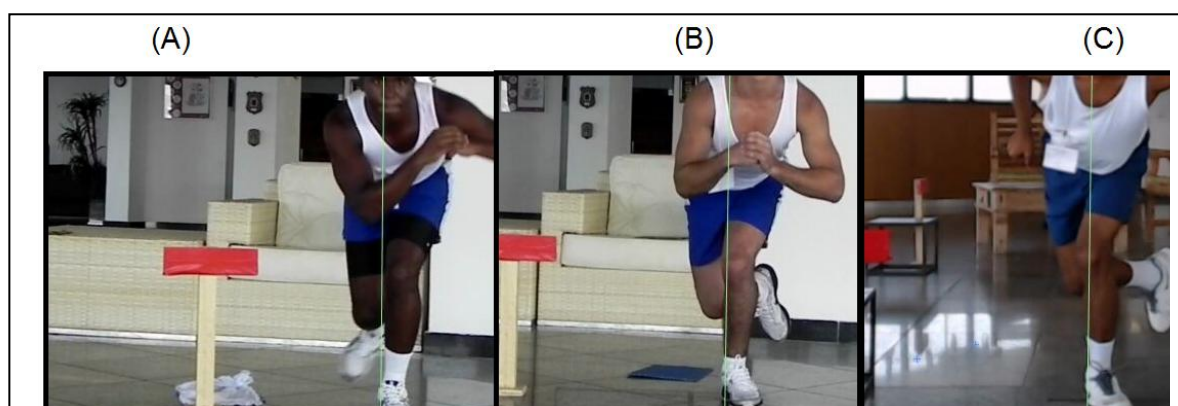


Figura 6: Níveis de adução de quadril no teste de agachamento unilateral.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 3: Cálculo do escore no teste de agachamento unilateral.

Presença de desvios e/ou adução de quadril	Total de Pontos
Adução antes da linha de referência e < 2 desvios	3
Adução até a linha de referência e/ou 2 desvios	2
Adução passando da linha de referência e/ou 3 desvios	1
Dor e/ou 4 desvios	0

Fonte: Nessler & Haile (2013).

2) Saltos com apoio unilateral (Teste 4)

O objetivo deste teste foi que o participante realizasse o salto unilateral o mais alto possível. As mãos ficavam livres para auxiliar na impulsão. Foram realizados dez saltos consecutivos com cada lado.

Os desvios registrados no salto unilateral foram: adução de quadril (valgo dinâmico de joelho), total de perdas de equilíbrio, presença de trendelenburg, retrotrendelenburg, movimento de “saca-rolhas”, presença de flexão excessiva de tronco, reduzido pico de altura e dor.

A adução do quadril foi o desvio com maior impacto na pontuação final do teste de salto unilateral, sendo calculada segundo os mesmos critérios do teste de subida no degrau, conforme a Figura 6 e a Tabela 4.

Tabela 4: Cálculo do escore no teste de salto unilateral.

Presença de desvios e/ou adução de quadril	Total de Pontos
Adução antes da linha de referência e sem desvio	3
Adução até a linha de referência e/ou 2 desvios	2
Adução passando da linha de referência e/ou 3 desvios	1
Dor e/ou 4 desvios	0

Fonte: Nessler & Haile (2013).

3) Teste de prancha (Teste 5)

O objetivo do teste de prancha foi avaliar a resistência dos músculos do tronco. O avaliador posicionou o corpo do participante com uma angulação de 180 graus entre o tronco e a pelve (posição de prancha), cuja posição, em decúbito ventral, foi mantida com apoio apenas do antebraço e do antepé (Figura 7). A partir deste momento, foi iniciada a contagem do tempo em que esta posição deveria ser mantida (em isometria) por 60 segundos. Caso ocorresse uma depressão da cintura pélvica, a pontuação do teste seria calculada de acordo com o tempo em que o participante conseguisse sustentar o posicionamento inicial sem depressão da região lombar superior a 2,54 cm. O teste seria interrompido após 60 segundos na posição, se houvesse dor, ou se o indivíduo fosse incapaz de manter-se na posição inicial. A pontuação de três pontos seria obtida quando houvesse ausência de desvios, e o participante mantivesse a posição por mais de 45 segundos. Foram fornecidos dois pontos caso o tempo de isometria fosse mantido entre 30 e 45 segundos. Abaixo de 30 segundos, seria fornecido um ponto no teste (Tabela 5).

Figura 7 - Teste de prancha. Fonte: O autor, 2020.



Os desvios registrados foram: presença de escápula alada, rotação superior do tronco, rotação inferior do tronco, elevação do quadril, aumento da lordose e oscilações.

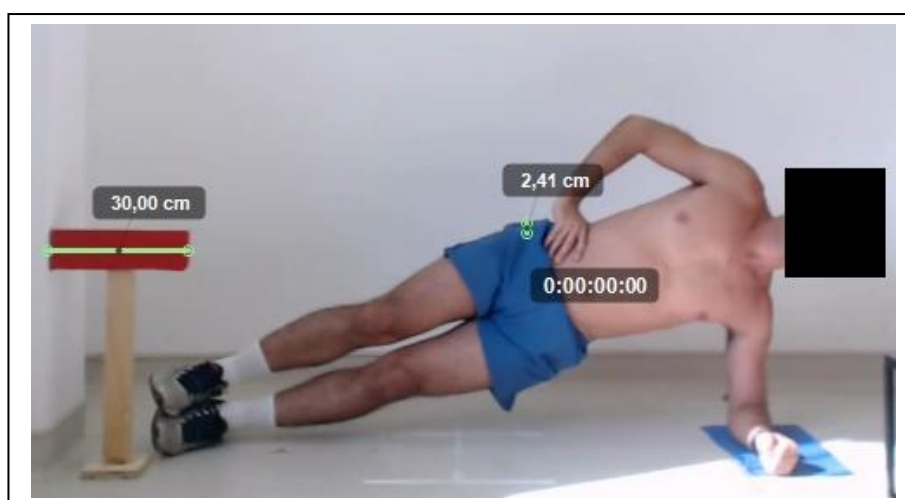
Tabela 5: Cálculo do escore no teste de prancha.

Presença de desvios e/ou queda da pelve	Total de Pontos
2,54 cm de Queda $\geq 45''$ e sem desvios	3
2,54 cm de Queda $\geq 30'' < 45''$ e/ou 2 desvios	2
2,54 cm de Queda < 30 segundos e/ou 3 desvios	1
Dor e/ou 4 desvios	0

Fonte: Nessler & Haile (2013).

4) Teste de prancha lateral esquerda (Teste 6)

O objetivo do teste de prancha foi avaliar a resistência dos músculos do CORE. O participante deveria manter a posição de decúbito lateral esquerdo com apoio apenas do antebraço esquerdo e da face lateral do antepé esquerdo (Figura 8).



Os desvios registrados foram: a presença de escápula alada, rotação superior de tronco, rotação inferior de tronco, retrotrendelenburg (elevação do quadril), oscilações e dor.

O avaliador posicionou o participante com uma angulação de 180 graus entre o tronco e a pelve, que deveria manter a posição de decúbito lateral esquerdo com apoio apenas do antebraço e do antepé. A mão direita do participante ficou posicionada na cintura à esquerda. Ao analisar o vídeo com o *software kinovea*, foi traçada uma linha vertical de 2,54 cm, cujo ápice encontra-se na crista ilíaca lateral. O cálculo obedeceu as mesmas regras do Teste de Prancha (Tabela 6).

Tabela 6: Cálculo do escore no teste de prancha lateral esquerda.

	Total de
Presença de desvios e/ou queda da pelve	Pontos
2,54 cm de Queda \geq 45" e sem desvios	3
2,54 cm de Queda \geq 30" < 45" e/ou 2 desvios	2
2,54 cm de Queda < 30 sec e/ou 3 desvios	1
Dor e/ou 4 desvios	0

Fonte: Nessler & Haile (2013).

5) Teste de prancha lateral direita (Teste 6)

Neste teste, foi repedido o mesmo procedimento do teste de prancha lateral esquerda (Tabela 7).

Tabela 7: Cálculo do escore no teste de prancha lateral direita.

	Total de
Presença de desvios e/ou queda da pelve	Pontos
2,54 cm de Queda \geq 45" e sem desvios	3
2,54 cm de Queda \geq 30" < 45" e/ou 2 desvios	2
2,54 cm de Queda < 30 sec e/ou 3 desvios	1
Dor e/ou 4 desvios	0

Fonte: Nessler & Haile (2013).

6) Cálculo do Escore Final:

A classificação de risco no DMA™ foi obtida após a quantificação dos pontos em cada um dos sete testes. O somatório de pontos nos testes de agachamento profundo, subida no degrau e agachamento unilateral (testes 1, 2 e 3) foi o primeiro critério para a

categorização nos grupos de risco em alto (até 3 pontos), moderado (4 a 5 pontos), médio (6 a 7 pontos) e mínimo risco (8 ou 9 pontos). Além disso, a soma de pontos nos três testes de prancha (frontal, direita e esquerda) deveria ser de até 3 (alto risco), e superior a 4 (moderado), 5 (médio) e 6 pontos (mínimo). Além do atendimento aos critérios de classificação acima, caso o participante realizasse esporte de risco (futebol, basquetebol, esportes de combate, etc) ou possuísse histórico de lesão de ligamento cruzado anterior, aumentou-se um nível de risco (Tabela 8).

Tabela 8: Cálculo do escore final do DMA™.

Classificação de Características	
Risco	
4 - ALTO	Contagem coletiva de até três pontos nos testes 1, 2 e 3 + Contagem coletiva de até três pontos nos testes 4, 5 e 6; e/ou Perda de Equilíbrio nos testes 1 e 2;
3 - MODERADO	Contagem coletiva de quatro a cinco pontos nos testes 1, 2 e 3 + Contagem coletiva superior a quatro pontos nos testes 4, 5 e 6 e/ou perda de equilíbrio em dois dos três testes - 1, 2 ou 3;
2 - MÉDIO	Contagem coletiva de seis a sete pontos nos testes 1, 2 e 3 + Contagem coletiva superior a cinco pontos nos testes 4, 5 e 6 e/ou perda de equilíbrio em um dos três testes - 1, 2 ou 3;
1 - MÍNIMO	Contagem coletiva de oito a nove pontos nos testes 1, 2 e 3 + Contagem coletiva superior a seis pontos nos testes 4, 5 e 6; e/ou perda de equilíbrio em um dos 3 testes - 1, 2 ou 3.

Fonte: Nessler & Haile (2013).

Os testes 2, 3, 4 e 6 são unilaterais. Desta forma, será considerada para o cálculo do escore final a menor pontuação obtida entre os lados direito e esquerdo.

Concordância intra-avaliador

O avaliador 1 não participou da triagem e desconhecia os dados da anamnese das participantes. Ele realizou a filmagem dos testes funcionais e a análise dos vídeos no mesmo dia do teste (etapa DMA1). Com o intuito de avaliar a concordância intra-avaliador, a análise

dos vídeos foi repetida após dois meses (etapa DMA2). O procedimento de análise do movimento foi realizado com o *software* de análise biomecânica *Kinovea* versão 8.15.0.

Concordância inter-avaliador

Os vídeos decorrentes da avaliação das participantes (DMA1) foram analisados de forma independente por um segundo avaliador, que também desconhecia a anamnese das participantes avaliadas.

Os resultados das análises dos padrões de movimentos e da classificação de risco obtidas pelos avaliadores foram comparados por um estatístico independente. Desta forma, foi possível verificar a concordância inter-avaliador (Figura 3). As participantes tiveram acesso aos resultados, que foram entregues ao fisioterapeuta da equipe.

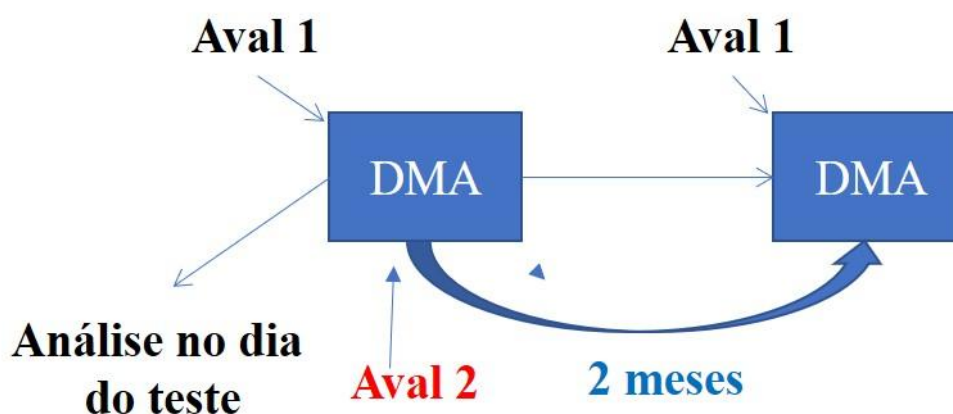


Figura 3. Protocolo de avaliações e análises.

Fonte: O autor, 2020.

Análise Estatística

Inicialmente, foram desenvolvidas tabelas 4x4 para a investigação da concordância intra e inte-avaliadores. Os padrões de movimento foram avaliados nos sete testes da DMA, sendo recebida uma pontuação final de zero a 21 pontos (intervalar). Conforme a quantidade de pontos obtida, houve a classificação em mínimo, médio, moderado ou alto risco de lesão (categórica). Para avaliar a confiabilidade da avaliação dos padrões de movimento da DMATM foram utilizados o coeficiente de correlação intraclass (CCI), precedido dos limites de confiança de Bland-Altman para a exclusão de *outliers*, e o erro típico da medida, para a quantidade de pontos obtida. Para avaliar a concordância da DMATM para classificar o risco

de lesão em mínimo, médio, moderado ou alto foi utilizado o índice Kappa com pesos lineares [29,30]. A concordância intra e inter avaliador foi verificada pelo número de respostas concordantes, ou seja, no número de casos cujo resultado é o mesmo entre os avaliadores, excluindo-se a concordância ao acaso [27,29], conforme a equação (1):

$$kw = \frac{Po - Pa}{1 - Pa} \quad (1)$$

onde kw = índice Kappa com pesos; Po = Proporção de concordância Observada; Pa = Proporção de concordância ao acaso.

A existência de valores de concordância iguais a 1 (valor máximo), representariam uma grande concordância entre os avaliadores (Tabela 3). Os valores próximos ou abaixo de zero indicariam ausência de concordância, ou que a concordância era exatamente a esperada pelo acaso [29]. As análises foram realizadas, respectivamente, nos softwares StatsDirect (v. 3), MedCalc 19.0.7 e Excel.

Tabela 3. Níveis de concordância de acordo com a Análise de Concordância Kappa [29].

Valores de Kappa	Nível de Concordância
<0	Sem concordância
0-0.19	Concordância pobre
0.20-0.39	Concordância ligeira
0.40-0.59	Concordância moderada
0.60-0.79	Concordância substancial
0.80-1.00	Concordância quase perfeita

Fonte: O autor, 2020.

Com o intuito de comparar a concordância entre os pares de escores da DMA, desenvolveu-se uma Tabela 4x4. A análise Kappa foi realizada comparando-se os quatro escores da DMA (alto, moderado, médio e mínimo de risco de lesão). Por fim, foram calculadas a prevalência e o índice de viés do estudo.

A prevalência foi calculada pela seguinte equação (2):

$$Prevalência = \frac{|a-d|}{n}$$

onde a = número de casos positivos concordantes entre os avaliadores A e B; d = número de casos negativos concordantes entre os avaliadores A e B; e n = tamanho da amostra. Quanto mais próximo de 1,0 maior a prevalência e quanto mais próximo de 0 menor a prevalência.

O viés foi calculado pela seguinte equação (3):

$$Viés = \frac{b-c}{n}$$

onde b = número de casos positivos discordantes entre os avaliadores A e B; c = número de casos negativos discordantes entre os avaliadores A e B; e n = tamanho da amostra. Quanto mais próximo de 1,0 maior o viés e quanto mais próximo de 0 menor o viés.

Considerou-se como significativos valores de $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

Um total de 38 atletas de futebol feminino profissional foi convidado para participar do estudo, porém 17 atenderam os critérios de inclusão e foram voluntárias. As características da amostra estão apresentadas na Tabela 4 e os resultados da avaliação com DMA estão na Tabela 5, onde foi detalhado o resultado individual de cada participante. O número de respostas concordantes para o estudo da concordância intra e inter-avaliadores estão, respectivamente, nas Tabelas 6 e 7. Nas Figuras 1 e 2 estão os cálculos dos limites de confiança de Bland & Altman. Os valores de concordância intra e inter-avaliadores pelo cálculo do CCI, comparando-se os escores de 0 a 21 pontos da DMA, estão na Tabela 8. Ao avaliar a concordância intra e inter-avaliadores comparando-se os quatro escores da DMA (alto, moderado, médio e mínimo risco de lesão), os valores de k foram baixos (Tabela 9). Portanto, foi realizada uma tabela comparativa do Índice Kappa entre os escores do DMA (Tabela 10), com o intuito de verificar entre quais escores estão as principais fontes de discordância. Verificou-se a ausência de participantes com risco mínimo. Além disso, não houve diferença significativa entre os escores médio e moderado ($k = 0,34$ e $P=0,14$), porém o escore alto diferiu do escore médio ($k=1,0$; $P=0,000$). Os valores de prevalência e o índice de viés do estudo foram, respectivamente, 0,82 e 0,06.

Tabela 4. Características das participantes incluídas no estudo

Variável	Resultado
Idade (anos)	26,7 ± 5,8
IMC (Kg/m²)	23,2 ± 1,0
%G	25,6 ± 3,9
QNSO* - n (%)	
Pescoço	4 (23,5)
Ombros	3 (17,6)
Costas (superior)	2 (11,7)
Cotovelos	0 (0)
Punhos/mãos	2 (11,7)
Costas (inferior)	5 (29,4)
Quadril/coxas	12 (70,6)
Joelho	6 (35,3)
Tornozelo/pés	9 (52,9)

IMC = índice de massa corporal; %G = percentual de gordura corporal. QNSO = Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares; *Cada participante pôde indicar mais de uma região dolorosa no QNSO. - n (%) = número total e percentual de participantes com queixas de dor na região.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 5. Resultados em total de pontos (I) e classificação de risco de lesão (C) da avaliação com DMA de 17 participantes.

Participante	Avaliador 1 (momento 1)		Avaliador 1 (momento 2)		Avaliador 2	
	C	I	C	I	C	I
1	Moderado	17	Moderado	16	Médio	17
2	Moderado	17	Moderado	16	Médio	16
3	Moderado	14	Alto	14	Alto	14
4	Médio	20	Médio	20	Médio	17
5	Médio	19	Moderado	18	Médio	18
6	Moderado	19	Moderado	17	Moderado	17
7	Moderado	13	Moderado	14	Moderado	13
8	Moderado	15	Moderado	18	Moderado	17
9	Moderado	17	Moderado	17	Médio	18
10	Moderado	15	Médio	20	Moderado	16
11	Moderado	18	Médio	18	Médio	18
12	Médio	19	Moderado	17	Médio	19
13	Moderado	15	Moderado	14	Moderado	15
14	Médio	20	Médio	19	Médio	20
15	Alto	12	Alto	14	Alto	13
16	Moderado	18	Moderado	18	Moderado	15
17	Médio	14	Moderado	13	Moderado	13

Legenda: C = categórico; I = intervalar.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 6: Tabela 4x4 (concordância intra-avaliadores)

Avaliador 1 (momento 1)							
Avaliador	Risco	Mínimo	Médio	Moderado	Alto	Total	
(momento 2)	Mínimo*	0	-	-	-	0	
	Médio	-	2	2	1	5	
	Moderado	-	3	8	-	11	
	Alto	-	-	-	1	1	
	Total	0	5	10	2	17	

* Não houve participantes com risco mínimo.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 7: Tabela 4x4 (concordância inter-avaliadores)

		Avaliador 1					
Avaliador	Risco	Mínimo	Médio	Moderado	Alto	Total	
2	Mínimo*	0	-	-	-	0	
	Médio	-	4	4	1	9	
	Moderado	-	1	6	-	7	
	Alto	-	-	-	1	1	
	Total	-	5	10	2	17	

* Não houve participantes com risco mínimo.

Fonte: O autor, 2020.

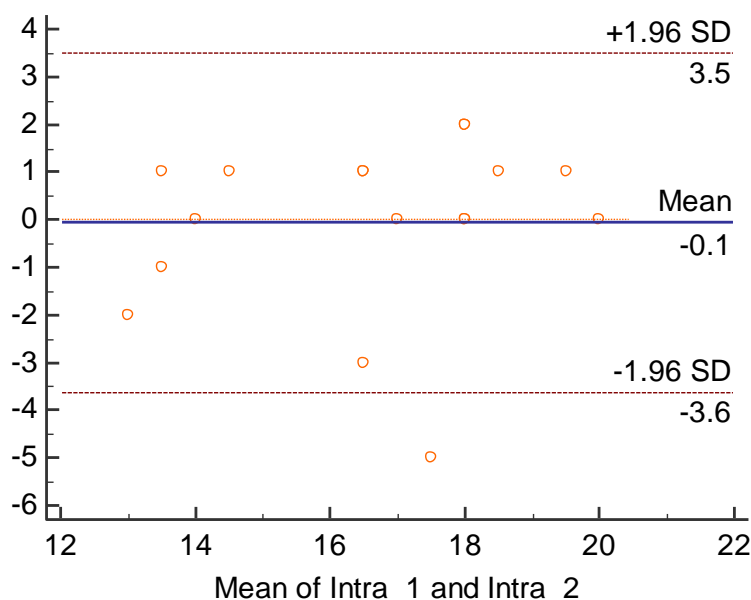


Figura 1. – Limites de confiança de Bland&Altman. Um outlier excluído. Intra_1 = Avaliador 1 no primeiro momento; Intra_2 = Avaliador 1 no segundo momento, dois meses depois.

Fonte: O autor, 2020.

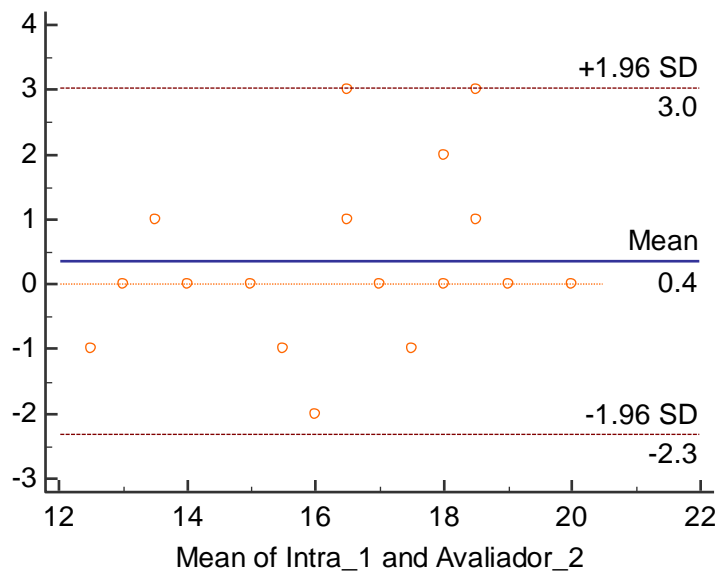


Figura 2 - Limites de confiança de Bland&Altman. Sem outliers. Intra_1 = Avaliador 1 no primeiro momento; Avaliador_2 = Avaliador 2 no primeiro momento.
Fonte: O autor, 2020.

Tabela 8. CCI intra e inter-avaliadores comparando-se os escores de 0 a 21 pontos da DMA (n = 16* para intra e n = 17 para inter)

Concordância	Nº de pontos	B&A	ETM	ETM%	CCI	IC 95%
		Intra				
Momento 1	16,6±2,6	-3,5 a 3,6	1,0	0,1	0,83	0,59-0,93
Momento 2	16,6±2,3					
		Inter				
Avaliador 1	16,6±2,6	-2,3 a 3,0	1,0	0,1	0,91	0,74-0,97
Avaliador 2	16,2±2,1					

*Houve exclusão de um participante, cujo resultado estava fora dos limites de confiança de Bland-Altman.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 9. Concordância intra e inter-avaliadores comparando-se os quatro escores da DMA (alto, moderado, médio e mínimo) de 17 participantes

Concordância	Nº de respostas concordantes	Percentual de concordância	Kw	IC 95%	P
Intra Avaliadores	11	64,70	0,46	0,05 - 0,86	0,02
Inter Avaliadores 1x2	13	76,47	0,46	0,09 - 0,82	0,006

Kw = índice Kappa com pesos lineares. Prevalência = 0,82; índice de viés = 0,06.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 9. Tabela comparativa do Índice Kappa entre as classificações de risco de lesão da DMA

Risco	Mínimo	Médio	Moderado	Alto
Mínimo*	x	-	-	-
Médio	-	x	K = 0,35; P=0,14**	K = 1,0; P = 0,00***
Moderado	-	K = 0,35; P=0,14 **	x	K = 0,60; P = 0,06#
Alto	-	K = 1,0; P = 0,000***	K = 0,60; P = 0,06#	x

* Nenhum participante foi classificado com risco mínimo; ** n = 15; *** n = 5; # n = 8;

K = índice Kappa.

Fonte: O autor, 2020.

DISCUSSÃO

Na concordância intra-avaliador, foram quantificados $16,6 \pm 2,6$ e $16,6 \pm 2,3$ pontos nos momentos 1 e 2, respectivamente, tendo como consequência um CCI significativo de 0,83 (IC 95% = 0,59-0,93). Inter-avaliadores, o avaliador 2 quantificou $16,6 \pm 2,6$ pontos. Desta forma, o CCI inter-avaliadores foi significativo de 0,91 (IC 95% = 0,74-0,97) (Tabela 8). Por outro lado, comparando-se a classificação de risco nas categorias alto, moderado, médio e mínimo da DMA, obteve-se como resultado valores de kappa de 0,46 (P=0,02) intra-avaliador e $k=0,46$ (P=0,006) inter-avaliadores (Tabela 9), sendo, portanto, uma concordância moderada. Se considerarmos o total de pontos de 0 a 21, a DMA tem alta confiabilidade, mas esta confiabilidade passa para moderada, quando o risco de lesão é classificado (Tabelas 8 e 9).

A DMA foi originalmente desenvolvida tendo como objetivo classificar o risco de um indivíduo desenvolver lesões musculoesqueléticas [24]. Seu escore é obtido após a quantificação dos pontos obtido em cada um dos sete testes, podendo, portanto, variar de zero a 21 pontos. Já a categorização de risco leva em consideração o somatório de pontos nos testes de agachamento profundo, subida no degrau e agachamento unilateral (testes 1, 2 e 3) como o primeiro critério para a categorização nos grupos de risco, cuja soma dos valores de pontuações promoveriam a classificação em risco alto (até 3 pontos), moderado (4 a 5 pontos), médio (6 a 7 pontos) e mínimo (8 a 9 pontos). Além disso, a soma de pontos nos três testes de prancha (frontal, direita e esquerda) deveria ser de até três pontos (alto risco), e superior a 4 (moderado), 5 (médio) e 6 pontos (mínimo). Além do atendimento aos critérios de classificação, caso o participante realizasse esporte de risco ou relate lesão prévia de ligamento cruzado anterior, aumenta-se um nível de risco. Desta forma, um atleta pode receber a mesma pontuação

total de dois diferentes avaliadores ou do mesmo avaliador em dois momentos distintos, porém ser classificado em categorias diferentes de risco.

Exemplificando melhor isto, com os resultados que ocorreram neste estudo: das 17 participantes avaliadas, 6 participantes foram classificadas em categorias de risco de lesão diferentes entre os momentos 1 e 2 (concordância intra-avaliador), porém o total de pontos (entre 0 e 21) de 2 participantes foi igual, de 2 participantes a diferença foi de dois pontos e de 2 participantes a diferença foi de dois pontos ou mais. Entre os avaliadores 1 e 2 (concordância inter-avaliadores), 7 participantes foram classificadas em categorias de risco de lesão diferentes, porém o total de pontos (entre 0 e 21) de 2 participantes foi igual, três diferiram em um pontos e de 2 participantes a diferença foi de dois pontos. Desta forma, no estudo da concordância intra e inter-avaliadores, um total de 5 e 6 participantes, respectivamente, com a pontuação igual ou diferente por apenas um ponto foi classificado em diferentes categorias de risco de lesão (Tabela 5). Considerando-se, por exemplo, a participante nº 1, que apresentou 16 pontos pelo avaliador 1 e 17 pontos pelo avaliador 2, tal diferença não impacta decisivamente no CCI. Entretanto, a atleta foi classificada com risco moderado e médio, respectivamente, pelo avaliador 1 e 2. Desta forma, uma diferença de um ponto no somatório dos testes 1,2 e 3 pode ter como consequência uma classificação em categorias diferentes, que se refletiu em altos valores de CCI e valores moderados de Kappa.

Analisando-se o quadro comparativo entre os pares de escores (Tabela 10), verifica-se ainda que não houve diferença significativa de concordância entre as categorias de risco médio e moderado ($k = 0,34$ e $P=0,14$), porém a categoria de risco alto diferiu da categoria de risco médio ($k=1,0$; $P=0,000$). Por outro lado, a classificação intervalar apresentou uma boa confiabilidade intra e inter-avaliadores (Tabela 8).

Em testes de avaliação dos padrões de movimento, a existência de baixos valores de confiabilidade é decorrente da grande subjetividade dos testes [31]. Nesses casos, os avaliadores realizam a classificação do teste baseado em decisões qualitativas. Portanto, as discrepâncias podem ocorrer entre avaliadores, ou entre múltiplos testes realizados pelo mesmo avaliador. Apesar de qualitativos, testes funcionais costumam ser úteis, em especial em protocolos de avaliação de indivíduos com lesões prévias [32].

No DMA, os desvios principais podem ser potenciais fontes de discordância: desvio lateral da pelve (teste de agachamento profundo) [33], presença e magnitude de adução de quadril (testes de subida no degrau, agachamento unilateral e salto vertical unilateral) [31] e o posicionamento da pelve (testes de prancha). A avaliação da adução

do quadril tem valores de confiabilidade que variam de pobre a substancial [34]. Não foram encontrados na literatura estudos que tenham avaliado o teste de prancha pela análise bidimensional. Entretanto, nestes testes, uma potencial fonte de discordância é a determinação da posição inicial da pelve no software de avaliação bidimensional. Além disso, os avaliadores analisam alguns desvios ao vivo (presença de escápula alada, rotação de pelve ou de tronco, presença de oscilações etc.), sendo, portanto, fontes potenciais de discordância.

O uso de mais de duas categorias em protocolos de avaliação do padrão do movimento já foi previamente realizado, tal como é proposto pelo DMA, tendo sido apontado como uma ameaça à confiabilidade [35], pois pode aumentar a complexidade da avaliação. Desta forma, a subjetividade dos testes, associadas a muitas categorias pode ter contribuído para uma moderada concordância. Recomenda-se, ainda, uma orientação clara a respeito do protocolo de avaliação [36]. O emprego do Índice Kappa com pesos lineares foi uma alternativa empregada, visto que a DMA tem como resultado uma variável categórica ordinal, com mais de duas categorias [30].

A interpretação do índice Kappa não é tão direta, pois existem outros fatores que podem influenciar a magnitude do coeficiente ou a interpretação que pode ser colocada em uma dada magnitude. Entre os fatores que podem influenciar a magnitude do kappa estão não-independência de classificações, a prevalência e o viés e [27]. As análises entre os avaliadores foram realizadas de forma independente, sendo um fator que dificilmente influenciou nos resultados obtidos. Por outro lado, a prevalência de uma doença na população impacta na concordância avaliada pelo K em casos em que a doença é muito comum ou muito rara, o que faz com que os profissionais responsáveis pelo diagnóstico a aumentar a tendência de diagnósticos positivos ou negativos [27]. No presente estudo, verificou-se uma prevalência de 0,82 (Tabela 9), o que poderia contribuir para uma maior concordância final. Por outro lado, há situações em que os avaliadores discordam da proporção de casos positivos (ou negativos) e se reflete na diferença entre as células da Tabela 2x2 referente aos casos positivos discordantes e negativos discordantes [37]. No presente estudo, o índice de viés foi equivalente a 0,06 (Tabela 9), não interferindo no resultado do kappa.

Limitações e pontos fortes do estudo

É importante avaliar se a confiabilidade do método variou de acordo com a experiência dos avaliadores. Porém, foram utilizados avaliadores experientes no presente estudo, visto que foram aqueles envolvidos no estudo de coorte. Além disso, os avaliadores do presente estudo realizaram o treinamento formal com DMA, possuíam cinco anos de experiência no momento do estudo. Portanto, estes resultados não podem ser extrapolados para indivíduos inexperientes e sem a formação formal no método. Com o intuito de aumentar a aplicabilidade clínica do método, uma próxima etapa, poderia ser a realização da avaliação da DMA ao vivo, sem a avaliação 2D. Entretanto, novos estudos deveriam ser realizados com o intuito de testar a confiabilidade da medida. Além disso, não foi possível realizar a avaliação da confiabilidade do tipo “consistência interna”, com uma reavaliação em até dois dias, pois o mesmo avaliador lembraria os resultados do teste realizado. Porém, foi realizada uma avaliação da estabilidade da medida.

Conclusão

A Avaliação Dinâmica do Movimento™ (DMA™) possui uma excelente confiabilidade inter e intra-avaliadores para medir os padrões de movimento e classificar o risco de lesões musculoesqueléticas, quando se considera a quantidade de pontos obtida nos sete testes. Esta confiabilidade decresce para moderada, ao se considerar o risco de lesão previsto pelo método. Sugere-se a realização de futuros estudos comparando-se avaliadores experientes e novatos. Portanto, a generalização dos resultados do presente estudo deve ser realizada com cautela.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] TAANILA, H. et al. Musculoskeletal disorders in physically active conscripts: a one-year follow-up study in the Finnish Defence Forces. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 10, n. 1, p. 89, 2009.
- [2] O'BRIEN, J.; FINCH, C. F. The Implementation of Musculoskeletal Injury-Prevention Exercise Programmes in Team Ball Sports: A Systematic Review Employing the RE-AIM Framework. *Sports Medicine*, n. October 2015, p. 1305–1318, 2014.
- [3] MCCALL, A. et al. Injury prevention strategies at the FIFA 2014 World Cup: perceptions and practices of the physicians from the 32 participating national teams. *British journal of sports medicine*, v. 49, n. 9, p. 603–8, 2015.
- [4] PATERNO, M. V et al. Prevention of Overuse Sports Injuries in the Young Athlete. *Orthopaedic Clinics of North America*, v. 44, n. 4, p. 553–564, 2013.
- [5] ROSA, B. et al. Epidemiology of sports injuries on collegiate athletes at a single center. *Acta Ortop Bras*, v. 22, n. 6, p. 321–324, 2014.
- [6] BUENO, A. M. et al. Injury prevalence across sports : a descriptive analysis on a representative sample of the Danish population. *Injury Epidemiology*, v. 5, n. 6, p. 1–8, 2018.
- [7] ONATE, J. A. et al. Physical Exam Risk Factors for Lower Extremity Injury in High School Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, v. 26, n. 6, p. 435–444, 2016.
- [8] ROMBALDI, A. J. et al. Prevalência e fatores associados à ocorrência de lesões durante a prática de atividade física. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 20, n. 3, p. 190–194, 2014.
- [9] MARAR, M. et al. Epidemiology of Concussions Among United States High School Athletes in 20 Sports. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 40, n. 4, p. 747–755, 2012.
- [10] TAANILA, H. et al. Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 104, 2015.
- [11] LEE, J.; KOH, D.; KIM, K. The kinematics of the lower leg in the sagittal plane during downward squatting in persons with pronated feet. *Journal Physique*, v. 27, p. 285–287, 2015.
- [12] KIM, S. et al. Lower Extremity Strength and the Range of Motion in Relation to Squat Depth. *Journal of Human Kinetics*, v. 45, n. 1, p. 59–69, 2015.

- [13] POWERS, C. M. The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 40, n. 2, p. 42–51, 2010.
- [14] CLIFTON, D. R.; GROOMS, D. R.; ONATE, J. A. Overhead Deep Squat Performance Predicts Functional Movement Screen™ Score. *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 5, p. 622–7, 2015.
- [15] BUTLER, R. J. et al. Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*, v. 46, n. 1, p. 11–17, 2013.
- [16] BUSHMAN, T. et al. Pain on Functional Movement Screen Tests and Injury Risk. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 11, p. 65–70, 2015.
- [17] ZALAI, D. et al. Quality of functional movement patterns and injury examination in elite-level male professional football players. *Acta physiologica Hungarica*, v. 102, n. 1, p. 34–42, 2015.
- [18] HOTTA, T. et al. Functional Movement Screen for predicting running injuries in 18- to 24-year-old competitive male runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 10, p. 2808–2815, 2015.
- [19] LEWIS, C. L. et al. Differences in Lower Extremity and Trunk Kinematics between Single Leg Squat and Step Down Tasks. *PLOS ONE*, v. 10, n. 5, p. e0126258, 2015.
- [20] GWYNNE, C. R.; CURRAN, S. A. Quantifying frontal plane knee motion during single limb squats: reliability and validity of 2-dimensional measures. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 9, n. 7, p. 898–906, 2014.
- [21] MCLEAN, S. G. et al. Evaluation of a two dimensional analysis method as a screening and evaluation tool for anterior cruciate ligament injury. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 355–362, 2005.
- [22] AUGUSTSSON, J. et al. Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 16, n. 2, p. 111–120, 2006.
- [23] TONG, T. K.; WU, S.; NIE, J. Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. *Physical Therapy in Sport*, v. 15, n. 1, p. 58–63, 2014.
- [24] NESSLER, T. D.; HAILE, E. Dynamic Movement Assessment: Prevent Injury and Enhance Performance Kindle Edition. *Publiwise, USA, 2014*, p. 2014, 2014.
- [25] KOTTNER, J. et al. Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 1, p. 96–106,

2011.

[26] JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *The British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

[27] SIM, J.; WRIGHT, C. C. The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements. *Phys Ther*, v. 85, n. 3, p. 257–268, 2005.

[28] PINHEIRO, F. A.; TRÓCCOLI, B. T.; CARVALHO, C. V. DE. Validação do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares como medida de morbidade. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n. 3, p. 307–312, 2002.

[29] LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977.

[30] ESTRELA, C. *Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa*. [s.l.] Artes Médicas, 2018.

[31] MCCUNN, R. et al. Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports Medicine*, p. 1–19, 2015.

[32] BA, K. H. Test-Retest and Inter-Rater Reliability of the Functional Lower Extremity Evaluation (FLEE) Test-Retest and Inter-Rater Reliability of the Functional Lower Extremity Evaluation (FLEE). n. 4, [s.d.].

[33] KILPIKOSKI, S.; AIRAKSINEN, O. Interexaminer Reliability of Low Back Pain Assessment Using the McKenzie Method. v. 27, n. 8, p. 207–214, 2002.

[34] MUNRO, A.; HERRINGTON, L.; CAROLAN, M. Reliability of 2-Dimensional Video Assessment of Frontal-Plane Dynamic Knee Valgus During Common Athletic Screening Tasks. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 21, p. 7–11, 2012.

[35] CHMIELEWSKI, T. L. et al. Investigation of Clinician Agreement in Evaluating Movement Quality During Unilateral Lower Extremity Functional Tasks: A Comparison of 2 Rating Methods. v. 37, n. 3, p. 122–129, 2007.

[36] AGEBERG, E. et al. Validity and inter-rater reliability of medio-lateral knee motion observed during a single-limb mini squat. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 11, p. 265, nov. 2010.

[37] BYRT, T. E. D.; BISHOP, J.; CARLIN, J. B. A second agreement coefficient of this form is. v. 46, n. 5, 1993.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Senhor está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada “**A CONCORDÂNCIA INTER E INTRA-AVALIADOR DA AVALIAÇÃO DINÂMICA DO MOVIMENTO™**”, sob a responsabilidade dos pesquisadores seguintes pesquisadores:

Aluna: Priscila dos Santos Bunn

Orientador: Prof. Dr. Elirez Bezerra da Silva

Resolução nº 466/2012 – Conselho Nacional de Saúde

A Avaliação Dinâmica do Movimento™ é um método que classifica o risco de lesões musculares, ósseas e articulares durante as atividades esportivas.

O conhecimento dos fatores relacionados ao surgimento de lesões musculoesqueléticas em atletas permitirá um melhor planejamento de programas de prevenção e de treinamento. As conclusões deste estudo não terão nenhuma influência na permanência do Senhor(a) na equipe esportiva. O objetivo é somente a aplicação e desenvolvimento de um método de avaliação que possa minimizar a ocorrência de lesões durante as atividades.

A realização desse estudo justifica-se pelo fato de, anualmente, um grande número de atletas apresentarem lesões musculoesqueléticas (ex: joelho, tornozelo, coluna) em decorrência de suas atividades. Dessa forma, com o resultado dessa pesquisa será possível, no futuro, tentarmos diminuir a quantidade de indivíduos machucados através de programas de prevenção de lesões.

O Senhor(a) foi selecionado por se encaixar nos critérios de seleção. É importante frisar que sua participação é **totalmente voluntária**. A qualquer momento o Senhor(a) poderá desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento, e sua desistência não trará **qualquer prejuízo** na sua relação com os pesquisadores, com a Comissão Técnica ou com a Marinha do Brasil. A pesquisa terá duração de até hora.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, pois todas as informações coletadas serão apresentadas como média, percentual e nunca individualmente ou nominalmente. Além disso, os dados coletados serão utilizados apenas **nesta** pesquisa e os resultados poderão ser apenas divulgados em eventos científicos e/ou revistas científicas.

Inicialmente, o Senhor(a) responderá um questionário com os seguintes dados: nome completo; data de nascimento; histórico de cirurgia ou lesão recente; categoria esportiva e histórico de lesões nos últimos 12 meses. Em seguida, um profissional de Educação física verificará a sua altura, peso e a gordura corporal. Posteriormente, será realizada a Avaliação Dinâmica do Movimento™, em que o Senhor(a) será filmado realizando seis movimentos: agachamento, subida no degrau, agachamento unilateral, salto unilateral, prancha e prancha lateral. Estes testes serão realizados em sequência, e terá uma duração total de até 15 minutos. Posteriormente, dois profissionais analisarão os vídeos, e avaliarão o seu padrão de movimento. Os resultados das avaliações dos dois profissionais serão comparados. O objetivo será classificar o risco de o Senhor(a) desenvolver lesões durante treinamentos ou competições esportivas. Por fim, o fisioterapeuta responsável pela sua equipe registrará eventuais lesões que o Senhor(a)

venha a sofrer ao longo da temporada. Os testes serão aplicados no seu local de treinamento, no Laboratório de pesquisa do CEFAN, e sem prejuízo para o cronograma de treinamento ou competição.

Ao final do estudo, a pesquisadora, Priscila dos Santos Bunn, disponibilizará os resultados dos testes para o Senhor e para o fisioterapeuta responsável pela equipe. Desta forma, ele poderá utilizar os resultados da avaliação.

Os **riscos** relacionados com sua participação nesta pesquisa são muito baixos comparados com a atividade do Projeto. No entanto, existem alguns riscos que serão descritos abaixo:

- ✓ Como a avaliação envolve a realização de exercícios físicos, existe um pequeno risco de o Senhor Senhor(a) experimentar fadiga (cansaço) e dor muscular que pode iniciar no dia seguinte. Porém, caso isso aconteça ele será orientado sobre como fazer para diminuir esse quadro de dor muscular;
- ✓ Existe um risco mínimo de acontecer uma torção de joelho ou tornozelo durante os testes de salto com apoio de uma perna, no entanto esses riscos são mínimos e estarão controlados durante a realização dos testes. Além disso, esses movimentos são bem comuns da sua atividade esportiva;
- ✓ Todas os vídeos e as informações relativas ao Senhor estarão guardadas em um banco de dados protegido por senha, no entanto existe uma possibilidade remota de que alguém consiga acesso à essas informações. Além disso, os dados das avaliações serão organizados por números, **mantendo o anonimato** das imagens da gravação do vídeo.

Apesar de ser mínimo o risco relacionado à sua participação na pesquisa, caso o Senhor(a) sofra lesões durante as avaliações realizadas durante a pesquisa, o Departamento de Saúde do CEFAN fornecerá atendimento médico, em casos de urgência, bem como avaliação fisioterapêutica, **sem qualquer custo**.

Já os **benefícios** relacionados com a sua participação são muito grandes em comparação com os riscos, pois o Senhor(a) poderá nos ajudar a prevenir lesões do Senhor(a) e de outros atletas, já que as lesões de joelho e membros inferiores são as maiores causas de afastamento e internações. O projeto de pesquisa visa identificar quais são os testes mais indicados para avaliar o risco de lesão nos atletas. Dessa forma, a sua participação será fundamental para entendermos quais os mecanismos estão relacionados com essas lesões e ajudar muitas pessoas no futuro, inclusive o(a) Senhor(a) mesmo(a). O Senhor(a) receberá o laudo da avaliação realizada no projeto, podendo ser utilizado pelo seu treinador ou fisioterapeuta.

O Sr(a) não terá **nenhum custo** ou quaisquer compensações financeiras pela sua participação nesse estudo. No entanto, caso haja qualquer despesa decorrente da sua participação no estudo, tais como: transporte, alimentação, dentre outras, estas serão compensadas pela pesquisadora.

Por fim, o Senhor(a) receberá uma via deste termo onde consta o telefone/e-mail e endereço institucional do pesquisador responsável, e demais membros da equipe, podendo tirar qualquer dúvida sobre o projeto e da sua participação, agora ou a qualquer momento.

Pesquisadora: Priscila dos Santos Bunn

Celular: 21981872843

Whatsapp: 21981872843

e-mail: priscilabunn@yahoo.com.br

Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN), Avenida Brasil, 10590, Olaria, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 21012-350.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “**CONCORDÂNCIA INTRA E INTER-AVALIADOR E ASSOCIAÇÃO DA AVALIAÇÃO DINÂMICA DO MOVIMENTO™ COM O RISCO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS™**”.

Aceito participar desse estudo. Ficaram claros para mim quais são os **objetivos** do estudo, os **procedimentos** que serão realizados, seus **desconfortos e riscos**, as **garantias de confidencialidade** e os esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a minha participação é **isenta de despesas** e que eu terei **acesso** à avaliação realizada. Concordo **voluntariamente** em participar neste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou qualquer perda de benefício que eu possa ter adquirido.

Eu, _____ sou voluntário para participar do projeto citado acima, após eu ter sido devidamente esclarecido.

_____	____/____/2018
Assinatura do participante da pesquisa	Data da Autorização

Eu, Priscila dos Santos Bunn, declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento Livre e esclarecido deste participante,

_____	____/____/2018
Assinatura do responsável pela pesquisa	Data

APÊNDICE B. Ficha de Triagem

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA ALMIRANTE ADALBERTO NUNES
LABORATÓRIO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS DO EXERCÍCIO

1) Nome completo:

(Sublinhar o nome de guerra)

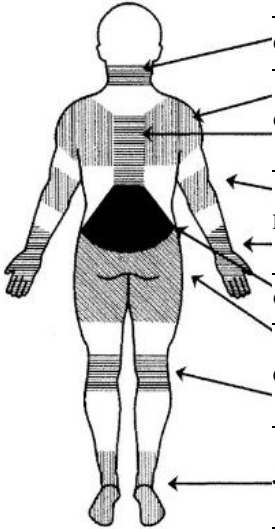
2) Data de Nascimento: ___/___/_____(dd/mm/aaaa)

3) Você já sofreu lesão no ligamento cruzado anterior (LCA)? Sim, D; Sim, E;
 Sim, nos dois joelhos; Não;

4) Qual é a tua categoria esportiva (em kg)? _____

5) Nos últimos 12 meses, você sofreu lesão musculoesquelética ou algum procedimento cirúrgico? Sim, local: _____ Não.

6) Histórico de sintomas prévios realizado pelo preenchimento do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (QNSO)[28]:

	Articulação/ Segmento	Questão 1 Em qualquer momento, durante os últimos 12 meses, você teve problemas (dor ou desconforto) em...?	Questão 2 Durante os últimos 12 meses, você foi impedido(a) de fazer seu trabalho/treino normal (em casa ou fora) por causa do problema?	Questão 3 Você foi avaliado por um médico, fisioterapeuta ou outro por causa deste problema, nos últimos 12 meses?	Questão 4 Você teve algum problema nos últimos 7 dias?	Percepção Subjetiva de Dor (Escala analógica visual): Classifique a dor que você sentiu (se sentiu) nos últimos 7 dias em uma escala de 0 a 10 (onde 0 = “sem dor”)
	Pescoço	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	
	Ombros	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	
	Costas (sup.)	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	
	Cotovelos	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	
	Punhos/Mãos	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	
	Costas (inf.)	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Sim	
	Quadril/Coxas	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	
	Joelhos	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	
	Tornozelos/Pés	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	<input type="checkbox"/> Sim, Dir. <input type="checkbox"/> Sim, Esq.	

APÊNDICE C

Tabela 1. O Número de participantes necessários em um estudo de 2 avaliadores para detectar uma diferença estatisticamente significativa ($P=0,05$) em uma variável categórica, com 80% ou 90% de poder do teste, em várias proporções de diagnósticos positivos e supondo o valor da hipótese nula de Kappa para ser 0,00, 0,40, 0,50, 0,60, ou 0,70^a[27].

Proportion of Positive Ratings	Kappa to Detect	1-Tailed Test Null Value=.00		2-Tailed Test Null Value=.00		2-Tailed Test Null Value=.40		2-Tailed Test Null Value=.50		2-Tailed Test Null Value=.60		2-Tailed Test Null Value=.70	
		n at 80% Power	n at 90% Power	n at 80% Power	n at 90% Power	n at 80% Power	n at 90% Power	n at 80% Power	n at 90% Power	n at 80% Power	n at 90% Power	n at 80% Power	n at 90% Power
.10	.40	39	54	50	66								
.30	.40	39	54	50	66								
.50	.40	39	54	50	66								
.70	.40	39	54	50	66								
.90	.40	39	54	50	66								
.10	.50	25	35	32	43	1,617	2,164						
.30	.50	25	35	32	43	762	1,020						
.50	.50	25	35	32	43	660	883						
.70	.50	25	35	32	43	762	1,020						
.90	.50	25	35	32	43	1,617	2,164						
.10	.60	18	24	22	30	405	541	1,519	2,034				
.30	.60	18	24	22	30	191	255	689	922				
.50	.60	18	24	22	30	165	221	589	789				
.70	.60	18	24	22	30	191	255	689	922				
.90	.60	18	24	22	30	405	541	1,519	2,034				
.10	.70	13	18	17	22	180	241	380	509	1,340	1,794		
.30	.70	13	18	17	22	85	114	173	231	593	793		
.50	.70	13	18	17	22	74	99	148	198	503	673		
.70	.70	13	18	17	22	85	114	173	231	593	793		
.90	.70	13	18	17	22	180	241	380	509	1,340	1,794		
.10	.80	10	14	13	17	102	136	169	226	335	449	1,090	1,459
.30	.80	10	14	13	17	48	64	77	103	149	199	475	635
.50	.80	10	14	13	17	42	56	66	88	126	169	401	536
.70	.80	10	14	13	17	48	64	77	103	149	199	475	635
.90	.80	10	14	13	17	102	136	169	226	335	449	1,090	1,459
.10	.90	8	11	10	13	65	87	95	128	149	200	273	365
.30	.90	8	11	10	13	31	41	44	58	66	89	119	159
.50	.90	8	11	10	13	27	36	37	50	56	75	101	134
.70	.90	8	11	10	13	31	41	44	58	66	89	119	159
.90	.90	8	11	10	13	65	87	95	128	149	200	273	365

6 ESTUDO 6 - ASSOCIAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE PADRÕES DE MOVIMENTOS E O RISCO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UM ESTUDO DE COORTE

RESUMO

Objetivo: Investigar a associação a associação dos padrões de movimento com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas em uma população jovem e fisicamente ativa.

Métodos: Neste estudo de coorte, após as medidas antropométricas, os participantes preencheram o Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares para avaliar dor ou desconforto músculo-esquelético prévio. Em seguida, 240 cadetes foram filmados realizando os seis testes funcionais da Avaliação Dinâmica do Movimento (agachamento profundo, subida no degrau, agachamento unilateral, teste de salto vertical, prancha e teste de prancha lateral) no início de seu ano acadêmico. As análises dos vídeos foram realizadas por profissionais de saúde experientes com o *software* Kinovea 8.15.0. De acordo com o número de desvios, os participantes foram classificados como risco alto, moderado, médio ou mínimo para desenvolver lesões. Os participantes foram subsequentemente acompanhados por 12 meses e seus prontuários médicos foram investigados de forma independente para verificar possíveis lesões musculoesqueléticas que poderiam ter ocorrido ao longo do ano. As lesões foram classificadas como agudas (LA) ou por overuse (LO) e foram incluídas apenas as lesões que promoveram afastamento das atividades físicas por mais de 24 horas. As associações preditivas entre lesões e classificação de risco foram examinadas usando a análise de regressão logística bivariada para identificar os principais fatores de risco, com um nível de significância definido, a priori, em $\alpha = 0,05$. **Resultados:** Um total de 184 participantes (5 mulheres) completou o estudo ($19,0 \pm 1,1$ anos), correspondendo a 87,61% da amostra total. No final dos 12 meses de seguimento, 30 participantes sofreram lesões por overuse e 12 lesões agudas. A maioria das lesões afetou as extremidades inferiores (67,44%). Considerando o sexo, lesões prévias e procedência da escola de ensino médio como covariáveis, os participantes classificados com alto risco ou com piores escores na avaliação dos padrões de movimento não tiveram mais chance de desenvolverem lesões. A procedência de ensino civil apresentou-se como fator de risco independente para lesões de qualquer tipo (OR = 3,14 e IC 95% = 1,43-6,91; a OR=4,57 e IC 95%=1,92-10,83); LO (OR=2,58 e IC 95%=1,05-6,30; a OR=2,55 e IC 95%=1,06-6,14); e LA (OR = 4,88 e IC 95%=1,19-19,99). Os sintomas musculoesqueléticos prévios também aumentam a chance de LA (OR = 4,45 e IC 95%=1,15-17,18; a OR=5,91 e IC95%=1,13-30,88). **Conclusão:** Os padrões de movimento não estão associados a um maior risco de lesões em uma população jovem e fisicamente ativa. Entretanto, a procedência de ensino médio e o histórico de sintomas musculoesqueléticos são fatores que devem ser levados em consideração no início da carreira militar, com o intuito de desenvolver estratégias de prevenção baseadas no aumento do condicionamento físico e do controle neuromuscular.

Palavras-chaves: movimento; triagem; lesões atléticas.

INTRODUÇÃO

As lesões musculoesqueléticas são endêmicas na população fisicamente ativa [1]. Possuem elevadas taxas de morbidade e de cirurgias ortopédicas, o que onera o sistema de saúde, afastando o indivíduo de suas funções laborais e esportivas [2,3]. Além de uma redução do efetivo de pessoal em condições de trabalho (esportivo ou operacional), há um aumento nos pedidos de abandono ou desligamento das atividades [4].

São comuns as dores e lesões nos membros inferiores e tronco [5–9], como entorses, distensões e tendinopatias [4]. As lesões podem ter fatores de risco modificáveis e não modificáveis. Os fatores não modificáveis mais associados com lesões são: idade (grupos etários mais velhos) [10,11], sexo (feminino) [12–15] e lesão prévia [7,10,16]. Uma importante parcela dos fatores de risco de lesões são identificados como “modificáveis”, pois podem ter os valores de incidências reduzidos com programas de prevenção [1,4], tais como o índice de massa corporal (sobrepeso ou obesidade) [17] e o desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200 metros [18,19]. Adicionalmente, alguns autores relatam que o desempenho em testes funcionais, em que é realizada a avaliação dos padrões de movimento, pode ser estratégia de predição de lesões. Especula-se que a presença de certos desvios seja associada com um maior risco de lesões [20,21], especialmente em situações exercícios com maior carga de treinamento [22]. Entretanto, não há um consenso entre os autores [7,8,23,24].

Alguns desvios tem sido relatados com associados a um maior o risco de lesões [25]. O desvio lateral de pelve excessivo em movimentos de agachamento, com maior deslocamento do centro de massa, promove uma distribuição de força de forma assimétrica entre as articulações [26]. Um pobre controle muscular também pode causar um inapropriado alinhamento de joelho durante os movimentos, com maior translação anteroposterior, causando maiores forças de cisalhamento articulares [25]. Um excessivo momento de adução de joelho, em atividades com apoio unilateral, associado a uma dominância de quadríceps, aumenta a tensão no ligamento cruzado anterior [27]. Nas atividades esportivas, são comuns movimentos com maiores momentos de adução de joelho, como saltos e aterrissagens. Uma atividade muscular adequada, com contração entre os grupamentos anteriores e posteriores de coxa previne uma grande magnitude do deslocamento anterior da tíbia [28]. Sugere-se, ainda que indivíduos com

baixo desempenho em testes de prancha frontal e lateral possam ter um maior risco de lesões lombares [29]. Os desvios são exacerbados em situações de fadiga, quando aumentam as forças de reação vertical e os ângulos nos planos sagital e frontal (especialmente de rotação interna de joelho) [30].

O padrão de referência para a avaliação dos padrões de movimento é a avaliação em laboratórios de biomecânica com equipamentos de cinemetria [31], porém são inacessíveis para a grande maioria da população. Alguns testes de baixo custo e fácil exequibilidade foram desenvolvidos, como o *Functional Movement Screening*TM (FMSTM). Este método teve como intuito avaliar os padrões de movimento fundamentais de atletas em pré-temporadas esportivas para avaliar a capacidade de um indivíduo realizar certos movimentos essenciais [32].

A Avaliação Dinâmica do Movimento (DMATM) é mais um método de avaliação dos padrões de movimento, que foi desenvolvido como mais uma alternativa de baixo custo para a detecção de padrões de movimento de sete testes funcionais e na classificação de risco de lesões musculoesqueléticas [5]. Difere do FMSTM por ser composto por testes com apoio unilateral e pela análise bidimensional do movimento ser realizada com um software de análise biomecânica [5], sendo avaliados desvios como o valgo dinâmico e o desvio lateral de pelve, que causam maior sobrecarga biomecânica nos membros inferiores [28]. Esse método pode ser realizado por profissionais com conhecimentos de biomecânica, como fisioterapeutas e profissionais de Educação Física, e é facilmente realizado em uma variedade de locais. Entretanto, é desconhecida a associação com a incidência de lesões musculoesqueléticas.

Uma grande parte dos estudos de coorte que investigaram a associação entre o desempenho em testes funcionais e o risco de lesões utilizou o protocolo de FMSTM [32]. Foram comparadas as incidências de lesões entre diferentes grupos de risco, permitindo o cálculo do risco relativo ou da razão de chances [33]. Apesar de indivíduos com alto risco apresentarem um maior risco de lesões, o nível de evidência foi “muito baixo” [34]. Os principais motivos foram: a grande inconsistência entre os estudos [35], possivelmente devido às definições de lesões utilizadas; e não considerarem fatores de confundimento no método [36]. Além disso, o FMSTM não conta com testes unilaterais, como saltos e agachamentos, comuns em diversas atividades esportivas [27,37].

Diante da potencial associação de certos padrões de movimento com o risco de lesões [21,27,28,38,39], e considerando a multifatorialidade das lesões musculoesqueléticas, o objetivo do presente estudo de coorte foi avaliar a associação

dos padrões de movimento com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas em uma população jovem e fisicamente ativa.

MÉTODO

Desenho do estudo

O presente estudo foi do tipo coorte e redigido a partir das recomendações do *STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology (STROBE Statement)* [40].

Amostra

Os participantes do presente estudo foram aspirantes a oficial, recrutados na primeira semana do curso, com idades de 18 a 22 anos e de ambos os sexos. Foram excluídos deste estudo indivíduos com lesões agudas, cirurgia recente ou com qualquer patologia que impedisse a realização dos testes funcionais. Inicialmente foi realizado o preenchimento de um formulário de anamnese composto pelo histórico de sintomas e desconfortos musculoesqueléticos (Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares) [41], lesões prévias no ligamento cruzado anterior e cirurgias ou lesões agudas que impedissem a realização dos testes funcionais (Anexo 1). Além disso, foi investigada a procedência da instituição de ensino médio (civil ou militar). Escolas militares adotam uma rotina diária de atividades eminentemente militares, como marcha, ordem unida, treinamento físico militar e prática de diversos esportes por, no mínimo, três anos.

Após a realização da anamnese, um profissional de Educação Física realizou a avaliação da estatura, da massa corporal e das dobras cutâneas. Estes dados foram utilizados para o cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC) e do percentual de gordura corporal [42].

Os procedimentos de recrutamento e verificação dos critérios de elegibilidade dos participantes, anamnese, aplicação e filmagem dos testes funcionais foram realizados na primeira semana do curso.

Cálculo do tamanho amostral

O cálculo amostral foi realizado na plataforma <http://openepi.com/SampleSize/SSCohort.htm>, com os seguintes parâmetros:

- Nível de confiança bilateral = 95%;
- Poder do estudo = 80%;
- Razão entre não expostos e expostos na amostra = 3,06;
- Porcentagem de não expostos positivos = 5%
- Tamanho da amostra: 150 participantes.

Procedimento de Avaliação Dinâmica do Movimento™

A DMA™ foi realizada por cinco profissionais de Educação Física e Fisioterapia com formação no método, mais de quatro anos de experiência e mais de cem testes realizados. Com o intuito de padronizar os procedimentos, todos os avaliadores participaram de um treinamento, na semana anterior à coleta dos dados. Após a avaliação da estatura, da massa corporal e das dobras cutâneas, os participantes assistiram a um vídeo com as instruções para o teste. Os participantes não poderiam ter realizado exercícios físicos no dia da avaliação da DMA™.

O participante foi posicionado a uma distância de três metros de uma câmera digital estabilizada em um tripé nivelado nos planos vertical e horizontal. Posteriormente, foi realizada a filmagem dos seguintes testes funcionais, na seguinte sequência, e sem intervalos [5]: agachamento completo bilateral (20 repetições, sendo 10 de frente e 10 de costas para a câmera); subida no degrau (10 repetições com cada lado); agachamento unilateral (10 repetições com cada lado); saltos com apoio unilateral (10 repetições com cada lado); prancha frontal (isometria de 60 segundos); prancha lateral direita (isometria de 60 segundos); e prancha lateral esquerda (isometria de 60 segundos) [43].

No **agachamento completo bilateral**, o avaliador solicitou que o participante realizasse o movimento de agachamento profundo. Após entrelaçar as mãos anteriormente ao corpo, foram realizados os vinte movimentos de agachamento o mais profundo possível.

O **teste de subida no degrau** foi realizado utilizando um degrau de 31 centímetros de altura. O participante posicionou o membro inferior avaliado no degrau e realizou dez movimentos de subida e descida no degrau com o membro contralateral.

Durante o **agachamento Unilateral**, o participante realizou com cada membro inferior o agachamento o mais profundo possível com apoio unilateral e suas mãos entrelaçadas e posicionadas à frente do corpo.

No teste de **saltos com apoio unilateral**, o objetivo era que o participante saltasse uma maior altura possível com apoio unilateral.

Os padrões de movimento observados nos quatro primeiros testes foram: a magnitude e sentido do desvio lateral (agachamento completo bilateral), a magnitude da elevação do calcanhar em relação ao solo (agachamento completo bilateral), total de perdas de equilíbrio (em todos os testes), presença de flexão excessiva de tronco (em todos os testes), relato de dor (em todos os testes), adução do quadril (em todos os testes), elevação do quadril e rotação/ inclinação pélvica (agachamento profundo), de circundação de quadril ou de dorsiflexão de tornozelo reduzida na abordagem do pé (subida no degrau), Trendelenburg (todos os testes unilaterais), Retrotrendelenburg (todos os testes unilaterais), movimento de Saca Rolhas, caracterizado pela depressão e rotação posterior da pelve (todos os testes unilaterais), semiflexão do membro de apoio (testes unilaterais), reduzido pico de altura (teste de salto unilateral) e adução de quadril (todos os testes) [5,44–46].

Os testes para avaliar a resistência dos músculos do tronco foram a prancha e as pranchas laterais [47,48]. Nestes testes foram observadas a presença de depressão da pelve superior a 2,54 cm, escápula alada, rotação superior do tronco, rotação inferior do tronco, elevação do quadril, aumento da lordose e oscilações [5].

Os cálculos dos escores parciais, referentes aos resultados dos testes individuais, estão na Tabela 1, que apresenta o cálculo dos escores parciais dos testes da DMA™.

Tabela 1: Cálculo dos escores parciais dos testes funcionais [5].

Teste	Desvios	Pontuação
Agachamento completo bilateral	Desvio Lateral < 2,54 cm e sem desvios	3
	Desvio Lateral \geq 2,54 e \leq 5,08 Cm e/ou 2 desvios	2
	Desvio Lateral > 5,08 e/ou 3 desvios	1
	Dor e/ou 4 desvios	0
Teste de Subida no degrau	Adução antes da linha de referência e sem desvios	3
	Adução até a linha de referência e/ou 2 desvios	2
	Adução passando da linha de referência e/ou 3 desvios	1
	Dor e/ou 4 desvios	0
Teste de agachamento unilateral	Adução antes da linha de referência e sem desvios	3
	Adução até a linha de referência e/ou 2 desvios	2
	Adução passando da linha de referência e/ou 3 desvios	1
	Dor e/ou 4 desvios	0
Teste de salto unilateral	Adução antes da linha de referência e sem desvio	3
	Adução até a linha de referência e/ou 2 desvios	2
	Adução passando da linha de referência e/ou 3 desvios	1
	Dor e/ou 4 desvios	0
Teste de prancha	2,54 cm de Queda \geq 45" e sem desvios	3
	2,54 cm de Queda \geq 30" < 45" e/ou 2 desvios	2
	2,54 cm de Queda < 30" e/ou 3 desvios	1

	Dor e/ou 4 desvios	0
Teste de prancha unilateral D ou E	2,54 cm de Queda \geq 45" e sem desvios	3
	2,54 cm de Queda \geq 30" < 45" e/ou 2 desvios	2
	2,54 cm de Queda < 30" e/ou 3 desvios	1
	Dor e/ou 4 desvios	0

Fonte: Nessler & Haile (2014) [5].

Após o cálculo dos escores parciais, foi obtido o escore final. Classificou-se o risco de lesão musculoesquelética em alto, moderado, médio ou baixo, conforme a Tabela 2. Foi acrescentado um nível no escore de risco caso o participante praticasse esporte de risco (futebol, basquetebol, etc) ou relatasse histórico de lesão de ligamento cruzado anterior.

Tabela 2: Cálculo do escore final da DMA™ [5].

Escore de Risco	Características
4 - ALTO	Contagem coletiva de até três pontos nos testes 1, 2 e 3 + Contagem coletiva de até três pontos nos testes 4, 5 e 6; e/ou Perda de Equilíbrio nos testes 1 e 2;
3 - MODERADO	Contagem coletiva de quatro a cinco pontos nos testes 1, 2 e 3 + Contagem coletiva superior a quatro pontos nos testes 4, 5 e 6 e/ou perda de equilíbrio em dois dos três testes - 1, 2 ou 3;
2 - MÉDIO	Contagem coletiva de seis a sete pontos nos testes 1, 2 e 3 + Contagem coletiva superior a sete pontos nos testes 4, 5 e 6 e/ou perda de equilíbrio em um dos três testes - 1, 2 ou 3;
1 - MÍNIMO	Contagem coletiva de oito a nove pontos nos testes 1, 2 e 3 + Contagem coletiva superior a seis pontos nos testes 4, 5 e 6; e/ou perda de equilíbrio em um dos 3 testes - 1, 2 ou 3.

Fonte: Nessler & Haile (2014) [5]

Acompanhamento (Seguimento)

O acompanhamento da amostra em estudos de classificação de risco de lesões musculoesqueléticas varia na literatura. Kiesel et al.[21] realizaram o seguimento durante uma pré temporada de equipe de futebol. Outros utilizaram um período de seis [49,50] ou dez semanas [49,50], seis meses [51–54], um ano [55], dois anos [56], ou cinco anos [57]. Na maioria dos estudos, o acompanhamento ocorreu durante uma temporada esportiva [58–63], ou durante o período de curso de formação militar, independentemente de sua duração [49,50]. Neste estudo, foi realizado um acompanhamento de um ano da amostra, que equivaleu a um ano letivo, em que foram

obtidos dados decorrentes de lesões e licenças médicas. Os responsáveis pelo registro das lesões desconheciam os resultados da DMA™ dos participantes.

Para iniciar este curso, os participantes foram aprovados em testes de suficiência física de corrida e natação. Durante o primeiro ano escolar, os participantes realizam nas primeiras semanas o estágio de adaptação à vida militar e, posteriormente, o período acadêmico, composto por atividades de ensino, treinamento físico e formação militar-naval.

Definição e classificação das lesões

Neste estudo as lesões foram definidas como qualquer queixa de dor musculoesquelética que seguisse os seguintes critérios: (1) a lesão foi associada com a participação em atividades físicas do curso, como exercícios físicos, treinamento físico militar ou exercícios de marcha e ordem unida; (2) a lesão foi relatada em prontuário médico, por ortopedista; e (3) a lesão promoveu um afastamento das atividades do curso de, no mínimo, 24 horas [64,65]. Quanto à natureza, as lesões foram classificadas em agudas ou não traumáticas (*overuse*). As lesões agudas foram decorrentes de uma evolução imediata, podendo ter sido decorrente de um trauma sem contato ou de um movimento brusco. São exemplos as entorses, distensões musculares, contusões, fraturas, luxações e outros (feridas e concussões). As lesões por *overuse* (excesso de uso) foram caracterizadas por uma dor musculoesquelética que teve seu início de maneira insidiosa. Somente foram incluídas neste estudo as lesões que ocorreram no cronograma dos alunos, sendo excluídas as lesões recreativas [64].

Medidas adotadas para a prevenção de vieses

Com o intuito de prevenir os principais vieses que ocorrem em estudos de coorte, optou-se por uma amostra homogênea em termos de sexo, idade, rotina diária e condicionamento físico inicial. Todos os participantes foram aprovados em testes de corrida e natação, o que minimiza o impacto do desempenho aeróbio no desfecho (viés de seleção). A avaliação das variáveis dependentes (lesões durante o período de seguimento) e das variáveis independentes (potenciais fatores de risco) foram realizadas por grupos de avaliadores independentes. Foram consideradas covariáveis e potenciais fatores de confundimento. Ademais, foi padronizado o critério de definição de lesões

[64]. Finalmente, houve o registro do número de participantes que foram excluídos do estudo, com suas respectivas causas.

Análise dos Dados

Inicialmente, foi realizada a estatística descritiva dos resultados obtidos com as características da amostra (idade, IMC, percentual de gordura e tempo de prática esportiva e o escore da DMA) no momento inicial do estudo. Uma tabela de contingência foi criada para descrever possíveis fatores de risco ou variáveis independentes (sexo, sintomas musculoesqueléticos prévios, prática de esportes de contato, procedência e escore da DMA) associados com lesões. Estas foram divididas em três categorias: qualquer lesão, lesão por *overuse* ou lesão aguda.

Uma análise de regressão logística multivariada foi utilizada para estimar a associação entre a chance de lesões (variável dependente) e os seguintes potenciais fatores de risco: sexo, sintomas musculoesqueléticos prévios (questão 2 do QNSO), procedência, escore da DMA e grupo de risco da DMA. Considerou-se como grupos de risco ou “coortes expostas”, *à priori*: sexo feminino, resposta positiva para a Questão 2 do QNSO [41] (“nos últimos 12 meses, você foi impedido de realizar suas atividades normais em decorrência de alguma dor ou desconforto musculoesquelético?”) [41], realização de ensino médio em instituição civil (procedência) e pontuações mais baixas ou risco alto, moderado, médio, e mínimo na DMA. Paralelamente, para fins de análise, considerou-se como coortes “não-expostas” os grupos da amostra que não foram pertenciam a esses “grupos de risco”.

Inicialmente, o Bloco 1 da análise de regressão foi composto pelas variáveis: sexo, questão 2 do QNSO (“nos últimos 12 meses, você foi impedido de realizar atividades normais (por exemplo: trabalho, atividades domésticas e de lazer) por causa deste problema?”) e procedência (ensino médio civil ou militar). Para o Bloco 2, foi inserida a variável padrão de movimento mensurado pelo escore ou grupo de risco da DMA.

Foram realizadas análises de regressão para as duas formas de escore da DMA: intervalar (zero a 21 pontos nos sete testes funcionais) e categórica (risco alto, moderado, médio e mínimo). Considerou-se como variável dependente “qualquer lesão”, “lesões agudas” e “lesões por *overuse*”. Seis análises de regressão foram realizadas no presente estudo de coorte. Foram calculadas as variáveis das equações desenvolvidas (coeficientes B, P-valor e as razões de chance (OR) ou Exp (B) com os

intervalos de confiança de 95% correspondentes), bem como os resultados do teste Chi-quadrado do modelo (para avaliar se os coeficientes da equação foram nulos), o valor de Cox-Snell R^2 , Nagelkerke R^2 e o Teste de Hosmer e Lemeshow para avaliar o grau de aderência do modelo, ou seja, a força das variáveis preditoras para prever o risco de lesão musculoesquelética. O teste de análise dos resíduos foi utilizado para investigar os casos não aderentes ao modelo de regressão. Caso fossem detectados resíduos normalizados superiores a $\pm 3,0$ desvios-padrões, foi realizada a exclusão destes casos.

O nível de significância adotado foi 0,05. Para as análises utilizou-se o software IBM SPSS Statistics for Windows (versão 24.0; Armonk, NY).

RESULTADOS

Fluxograma dos participantes incluídos na amostra

Inicialmente, 257 militares foram convidados a participar do estudo. Entretanto, em decorrência de lesões no momento da avaliação com DMA, baixas e reprovações, um total de 240 foi avaliado (Figura 2). Durante o período de seguimento, 30 militares pediram desligamento ou foram reprovados. Ao final do estudo, 184 militares foram incluídos na análise, o que correspondeu a 87,61% de todos os alunos do curso.

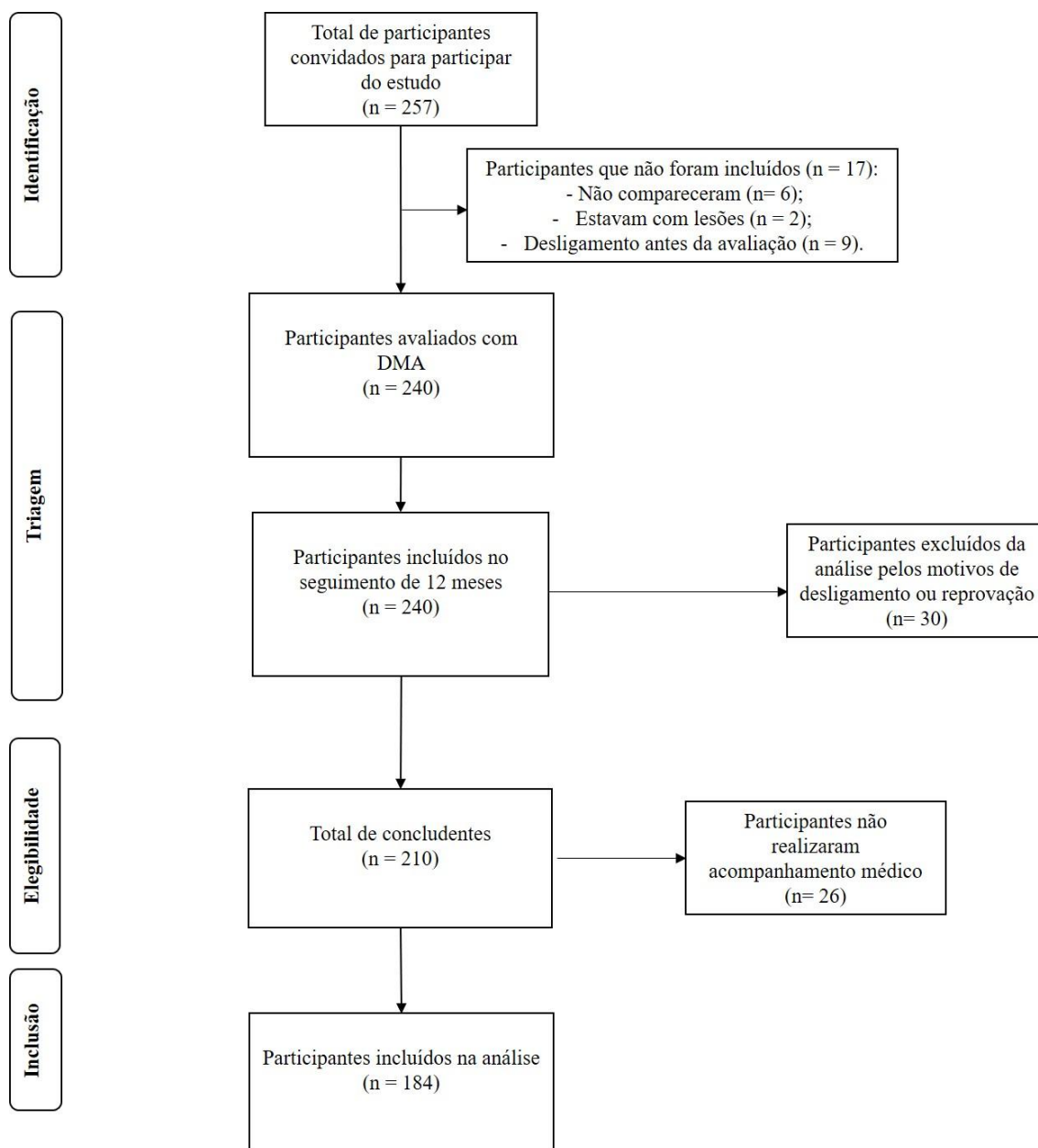


Figura 2. Fluxograma dos participantes incluídos no estudo.

Fonte: O autor, 2020.

Características da amostra

Durante os 12 meses de seguimento, um total de 42 participantes sofreu lesões. Destas, 30 foram lesões por overuse e 12 foram lesões agudas. A maioria das lesões ocorreram nos membros inferiores (67,44%), as demais lesões ocorrendo em ombros e tronco. A Tabela 3 fornece as características dos participantes no momento inicial do

estudo e a Tabela 4 é uma tabela de contingência, que possui o detalhamento das variáveis dependentes e independentes utilizadas na regressão logística.

Tabela 3. Características da amostra no momento inicial do estudo (n = 179 homens e 5 mulheres)

Variável	Média	Desvio-padrão
Idade (anos)	19	1,1
IMC (Kg/m ²)	24	2,5
%G	11	5,1
DMA escore (pontos)	12	2,7

IMC = índice de massa corporal; DMA = avaliação dinâmica do movimento;
Fonte: O autor, 2020.

Tabela 4. Tabela de contingência das variáveis categóricas utilizadas na regressão logística (n = 184)

Variáveis		Sim	Não
Lesão musculoesquelética	QL	42	142
	LO	30	154
	LA	12	172
Sexo	Feminino	5	179
Lesão prévia	Questão 2 do QNSO afirmativa	20	164
Procedência	Ensino médio civil	50	134
DMA (classificação de risco)	Mínimo	4	180
	Médio	42	142
	Moderado	73	111
	Alto	65	119

Legenda: QL = qualquer lesão; LO = lesão por overuse; LA = lesão aguda; QNSO = Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares. Questão 2 = “nos últimos 12 meses, você foi impedido de realizar atividades normais (por exemplo: trabalho, atividades domésticas e de lazer) por causa deste problema?”; DMA = avaliação dinâmica do movimento.

Fonte: O autor, 2020.

Análises de regressão

Na Tabela 5 estão os valores de Cox-Snell R^2 , Nagelkerke R^2 e Hosmer e Lemeshow R^2 para avaliar o grau de aderência do modelo, ou seja, a força das variáveis preditoras para prever o risco de lesão musculoesquelética nas seis análises de regressão logística realizadas. As análises 1 e 2 foram realizadas para investigar as variáveis preditoras para qualquer lesão musculoesquelética (Tabelas 6 e 7); as análises 3 e 4 para lesões por *overuse* (Tabelas 8 e 9); e as análises 5 e 6 para lesões agudas (Tabelas 10 e 11).

Tabela 5. Grau de aderência dos modelos para prever o risco de lesões musculoesqueléticas.

Análise	Bloco 1			Bloco 2		
	R ²	R ²	R ²	R ²	R ²	R ²
	(Cox e Snell)	(Nagelkerke)	(Hosmer e Lemeshow)	(Cox e Snell)	(Nagelkerke)	(Hosmer e Lemeshow)
1a	0,11	0,18	0,12	0,15	0,24	0,18
1b	0,10	0,15	0,10	0,10	0,15	0,11
2a	0,06	0,10	0,07	0,10	0,16	0,12
2b	0,06	0,10	0,07	0,06	0,11	0,08
3a	0,04	0,10	0,09	0,13	0,34	0,31
3b	0,04	0,11	0,09	0,05	0,14	0,12

1a = Aderência entre os blocos 1 e 2 para qualquer lesão musculoesquelética considerando a classificação de risco da DMA em alto, moderado, médio e mínimo; 1b = Aderência entre os blocos 1 e 2 para qualquer lesão musculoesquelética considerando a pontuação da DMA de zero a 21 pontos; 2a = Aderência entre os blocos 1 e 2 para lesões por *overuse* considerando a classificação de risco da DMA em alto, moderado, médio e mínimo; 2b = Aderência entre os blocos 1 e 2 para lesões por *overuse* considerando a pontuação da DMA de zero a 21 pontos; 3a = Aderência entre os blocos 1 e 2 para lesões agudas considerando a classificação de risco da DMA em alto, moderado, médio e mínimo; 3 b = Aderência entre os blocos 1 e 2 para lesões agudas musculoesquelética considerando a pontuação da DMA de zero a 21 pontos;

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 6. Análise 1 - Regressão logística para o desfecho qualquer lesão musculoesquelética (aguda ou *overuse*), a partir das variáveis sexo, sintomas musculoesqueléticos prévios, procedência do ensino médio e classificação de risco pela DMA (n = 181).

Variáveis incluídas	B	P	Exp(B)	IC 95% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
Sexo feminino	1,90	0,11	6,69	0,68	66,36
Procedência (ensino médio civil)	1,51	0,001	4,57	1,92	10,83
Lesão prévia	0,96	0,08	2,61	0,90	7,54
DMA					
		Mínimo	0,17		
	18,37	Médio	0,99	94x10 ⁶	0,00
	19,90	Moderado	0,99	43x10 ⁷	0,00
	19,52	Alto	0,99	29x10 ⁷	0,00
Constante	-21,52		0,99	0,00	

Nota: R² = 0,18 (Hosmer e Lemeshow), 0,15 (Cox e Snell), 0,24 (Nagelkerke), χ^2 do modelo = 30,05; P=0,001. Foram excluídos três casos por apresentarem resíduos normalizados acima ou abaixo de $\pm 3,0$. DMA = Avaliação dinâmica do movimento.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 7. Análise 2 - Regressão logística para o desfecho qualquer lesão musculoesquelética (aguda ou *overuse*), a partir das variáveis sexo, sintomas musculoesqueléticos prévios, procedência do ensino médio e total de pontos na DMA (n = 184).

Variáveis incluídas	B	P- valor.	Exp(B)	IC 95% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
Sexo feminino	1,80	0,13	6,04	0,58	62,76
Procedência (ensino médio civil)	1,14	0,004	3,14	1,43	6,91
Lesão prévia	0,89	0,09	2,42	0,86	6,83
Escore da DMA (pontos)	0,02	0,78	0,98	0,85	1,13
Constante	-1,55	0,08	0,21		

Nota: $R^2 = 0,11$ (Hosmer e Lemeshow), 0,10 (Cox e Snell), 0,15 (Nagelkerke), χ^2 do modelo = 19,36; P = 0,001. Não houve outliers. DMA = Avaliação dinâmica do movimento.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 8. Análise 3 - Regressão logística para o desfecho lesão por *overuse*, a partir das variáveis sexo, sintomas musculoesqueléticos prévios, procedência do ensino médio e classificação de risco pela DMA (n = 184).

Variáveis incluídas	B	P-valor.	Exp(B)	IC 95% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
Sexo feminino	1,26	0,22	3,51	0,48	25,88
Procedência (ensino médio civil)	0,95	0,04	2,58	1,05	6,30
Lesão prévia	0,09	0,88	1,09	0,32	3,74
DMA		0,12			
	Mínimo				
	Médio	18,20	0,99	79x10 ⁶	0,00
	Moderado	19,07	0,99	19x10 ⁷	0,00
	Alto	19,72	0,99	36x10 ⁷	0,00
Constante	-21,27	0,46	36x10		

Nota: $R^2 = 0,12$ (Hosmer e Lemeshow), 0,10 (Cox e Snell), 0,16 (Nagelkerke), χ^2 do modelo = 18,46; P = 0,005. Não houve outliers. DMA = Avaliação dinâmica do movimento.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 9. Análise 4 - Regressão logística para o desfecho lesão por *overuse*, a partir das variáveis sexo, sintomas musculoesqueléticos prévios, ensino médio de precedência e total de pontos na DMA (n = 184).

Variáveis incluídas	B	P-valor.	Exp(B)	IC 95% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
Sexo feminino	1,09	0,28	2,98	0,41	21,56
Procedência (ensino médio civil)	0,94	0,04	2,55	1,06	6,14
Lesão prévia	0,19	0,77	1,20	0,35	4,14
Escore da DMA (pontos)	-0,10	0,25	0,91	0,77	1,07
Constante	-0,97	0,33	0,38		

Nota: $R^2 = 0,09$ (Hosmer e Lemeshow), $0,07$ (Cox e Snell), $0,12$ (Nagelkerke), χ^2 do modelo = 13,93; P = 0,02. Não houve outliers. DMA = Avaliação dinâmica do movimento.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 10. Análise 5 - Regressão logística para o desfecho lesão aguda pelas variáveis de sexo, sintomas musculoesqueléticos prévios, ensino médio de precedência e classificação de risco pela DMA (n = 184).

Variáveis incluídas		B	P-valor.	Exp (B)	IC 95% para EXP(B)	
					Inferior	Superior
Sexo feminino		16,63	0,99	16x10 ⁶	0,00	.
Procedência (ensino médio civil)		1,59	0,03	4,88	1,19	19,99
Lesão prévia		1,78	0,04	5,91	1,13	30,88
DMA	Mínimo		0,90			
	Médio	18,53	0,99	11x10 ⁷	0,00	.
	Moderado	19,13	0,99	20x10 ⁷	0,00	.
	Alto	-14,25	0,99	0,00	0,00	.
Constante		-21,91	0,99	0,00		

Nota: $R^2 = 0,31$ (Hosmer e Lemeshow), 0,14 (Cox e Snell), 0,36 (Nagelkerke), χ^2 do modelo = 27,39; P=0,001. Não houve outliers. DMA = Avaliação dinâmica do movimento.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 11. Análise 6 -Regressão logística para o desfecho lesão aguda pelas variáveis de sexo, sintomas musculoesqueléticos prévios, ensino médio de precedência e total de pontos na DMA (n = 184).

Variáveis incluídas	B	P-valor.	Exp(B)	IC 95% para EXP(B)	
				Inferior	Superior
Sexo feminino	1,28	0,35	3,59	0,24	53,15
Procedência (ensino médio civil)	1,14	0,09	0,32	0,85	11,58
Lesão prévia	1,49	0,03	4,45	1,15	17,18
Escore da DMA (pontos)	0,17	0,14	1,20	0,95	1,50
Constante	-5,49	0,001	0,04		

Nota: $R^2 = 0,12$ (Hosmer e Lemeshow), $0,06$ (Cox e Snell), $0,15$ (Nagelkerke), χ^2 do modelo = $10,75$; $P=0,06$. Não houve outliers. DMA = Avaliação dinâmica do movimento.

Fonte: O autor, 2020.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo de coorte foi avaliar a associação dos padrões de movimento com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas em uma população jovem e fisicamente ativa. Para assegurar a consecução deste objetivo, as análises de regressão logística foram feitas sempre considerando o escore de 0 a 21 e/ou a classificação de risco da DMA, para todo o tipo de lesão, lesão por *overuse* e lesão aguda, utilizando-se dois blocos de variáveis preditoras: o bloco 1 com os fatores de risco de lesão musculoesquelética já levantados em estudo prévio (sexo, lesões prévias e procedência de ensino médio) e o bloco 2 incluindo a variável padrão de movimento.

Com o intuito de investigar a associação de certos padrões de movimento com o risco de lesões (Tabela 5), o bloco 2 incluiu os resultados das avaliações dos padrões de movimento, tanto no escore obtido de 0 a 21 pontos, quanto na classificação de risco feita pela DMA. Os modelos que incluíram a classificação de risco da DMA (equações 1a, 2a e 3a) apresentaram uma melhor aderência em relação aos modelos com o escore da DMA em pontos (equações 1b, 2b e 3b). Apesar da melhoria da aderência do modelo para a predição de lesão musculoesquelética em todas as situações, o padrão de movimento não foi um preditor significativo para a ocorrência de lesões [B=19,52; OR=29x10⁷; P=0,99 (Tabela 6); B=0,02; OR=0,98; P=0,78 (Tabela 7); B=19,72; OR=36x10⁷; P=0,99 (Tabela 8); B=-10; OR=0,91; P=0,25 (Tabela 9); B=-14,25; OR=0,00; P=0,99 (Tabela 10); e B=0,17; OR=1,20; P=0,14 (Tabela 11)]. Com isso, em decorrência do pouco ganho de aderência com a inclusão do Bloco 2, é baixa a chance de prever lesões com confiança a partir dos modelos desenvolvidos (Tabelas 6-11).

Alguns fatores podem ter contribuído para a falta de associação dos padrões de movimento com o risco de lesões. Uma possível explicação é a falta de consenso sobre o que é um “padrão normal de movimento”, bem como da influência do conhecimento prévio e das orientações fornecidas ao participante para a realização dos testes [66]. Em estudos com a avaliação dos padrões de movimento, indivíduos mais motivados e que já realizaram os testes anteriormente possuem melhores escores de risco [67]. Adicionalmente, na ausência de dor relacionada ao movimento, indivíduos saudáveis (sem dor e/ou lesão) utilizam diferentes estratégias para realizar as tarefas. Portanto, uma variada gama de padrões de movimento podem ser realizadas por um mesmo indivíduo, que pode ser classificado de formas diferentes em momentos diferentes [68]. A avaliação subjetiva da qualidade do movimento dos atletas é comum no esporte profissional, geralmente na tentativa de prever o risco de lesões. Apesar de serem considerados protocolos de avaliação de risco de lesão, a avaliação do padrão do

movimento tem sido pouco estudada em estudos de coorte [24], exceto o FMS (Estudos 2, 3 e 4). Especificamente em relação à DMA e seus testes, o único teste anteriormente investigado com um desenho de coorte foi o agachamento profundo [38,51,54,69,70]. Ainda existia uma lacuna na literatura a respeito da capacidade de predição de testes funcionais unilaterais e de pranchas [24]. O presente estudo reforça a teoria de que os protocolos de avaliação subjetivos dos padrões de movimento não possuem evidência suficiente para justificar o seu uso para a classificação de risco de lesão. Portanto, independentemente do tipo de lesão musculoesquelética (qualquer lesão, *overuse* ou aguda), os padrões de movimento não estão associados a uma maior chance de lesões em uma população jovem e fisicamente ativa (no caso, militares no início da carreira) (Tabelas 6-11).

Entretanto, dois fatores apresentaram-se como fatores de risco significativos e independentes para lesões: a procedência da escola de nível médio e o histórico de lesões prévias ao curso.

No presente estudo, para as lesões musculoesqueléticas de qualquer tipo (aguda ou *oversuse*) ou apenas *overuse*, os modelos finais (Tabelas 6 a 9) apresentaram como fator independente para lesões a procedência da escola de ensino médio. Esta associação variou de moderada a forte para qualquer tipo de lesão ou lesões agudas e fraca (porém significativa) para lesões por *overuse*. Com isso, a proveniência de ensino médio civil foi um fator de risco para a ocorrência de lesões. Os participantes oriundos do ensino médio civil têm, no mínimo, 2,55 vezes mais chance (IC 95% = 1,05-6,14) de serem acometidos por uma lesão em 12 meses de seguimento em relação aos jovens provenientes do ensino médio militar (Tabelas 6-11). Durante o ensino médio militar, os alunos realizam por, no mínimo, três anos, uma rotina diária de atividades eminentemente militares, como marcha, ordem unida, treinamento físico militar e prática de diversos esportes [71]. A exposição a essa rotina parece ser favorável a um melhor estilo de vida [72], com a obtenção de melhores indicadores de composição corporal e condicionamento físico [72,73]. Em alunos de ensino médio militar de 15 a 18 anos, o desempenho em testes de corrida de 1.600 metros aumenta até o final do segundo ano escolar, mantendo-se estável até o final do curso. Já o desempenho nos testes de salto horizontal, barra, abdominais e na composição corporal (IMC e massa magra) aumenta até o final do curso [72]. Portanto, apesar de não ter sido possível incluir os valores de IMC e do desempenho em testes de corrida, a procedência de escola de nível médio militar reduz esses fatores de risco durante o ensino médio, diminuindo o risco de lesão no ingresso no ensino superior. Sugere-se que os fatores contribuintes possam ser as adaptações no controle neuromuscular dos alunos [74]. No presente estudo, analisando-se os fatores de risco para

qualquer tipo de lesão musculoesquelética, a procedência de ensino médio civil em comparação à militar aumenta a chance de lesões entre 2,55 e 4,88 vezes [(OR = 4,57 e IC95%=1,92-10,83 (Tabela 6); OR = 3,14 e IC 95% = 1,43-6,91 (Tabela 7); OR = 2,58 e IC 95% = 1,05-6,30 (Tabela 8); OR = 2,55 e IC 95% = 1,06-6,14 (Tabela 9); e OR = 4,88 e IC 95% = 1,19-19,99 (Tabela 10)]. Uma das atividades com as quais os alunos provenientes de escolas militares são expostos é a prática de esportes [72]. Realizar esportes na adolescência aumenta o consumo máximo de oxigênio em comparação aos não praticantes [75], e aumenta a massa magra [76]. Além disso, ao praticar esportes de risco, como futebol e basquetebol, é aumentado o controle neuromuscular em comparação aos esportes individuais, bem como a adesão dos alunos ao autocuidado [74].

Um outro fator de risco, cuja associação com a ocorrência de lesões agudas foi forte, foi o histórico de sintomas musculoesqueléticos prévios ao curso. Participantes que responderam de forma afirmativa à Questão 2 do QNSO (“nos últimos 12 meses, você foi impedido de realizar atividades normais (por exemplo: trabalho, atividades domésticas e de lazer) por causa deste problema?”) [41] têm de 4,45 a 5,91 vezes mais chance de sofrerem lesões agudas, como entorses de tornozelo e lesões ligamentares de joelho (OR = 5,91 e IC95%=1,13-30,88 (Tabela 10); OR = 4,45 e IC95%=1,15-17,18 (Tabela 11)). Portanto, os sintomas musculoesqueléticos prévios aumentam a chance de lesões em militares na coluna lombar por *overuse* [7], bem como em lesões agudas (inclusive severas) [77,78]. Possivelmente, os indivíduos não se recuperaram totalmente, e ainda apresentaram déficits relacionados ao sistema neuromuscular [79]. Após lesões musculoesqueléticas, os indivíduos sofrem adaptações musculares e neurais [79]. Nos membros inferiores, após meses de uma lesão de LCA, ocorre uma redução na força submáxima de quadríceps, sendo tal comprometimento tanto em membros envolvidos como em não envolvidos [80]. Ao mesmo tempo, é aumentado o risco de lesões em indivíduos com sintomas musculoesqueléticos prévios, porém em alguns casos as lesões não são anatomicamente relacionadas. Possivelmente, os déficits remanescentes no condicionamento físico ou propriocepção em decorrência de uma lesão anterior podem ter facilitado a ocorrência em uma região diferente [81]. O risco é ainda maior se o indivíduo for proveniente de uma escola civil de ensino médio (Tabela 10). Possivelmente, um maior desenvolvimento neuromuscular em participantes provenientes de escolas militares pode ter atuado como um efeito protetor neste grupo [72,74].

No presente estudo, o fator sexo não aumentou a chance de lesões. Em estudos prévios, mulheres sofreram mais lesões do que homens, especialmente nos primeiros 12

meses de seguimento [12,15,82–88]. Possivelmente, um motivo para a falta de associação do sexo com a ocorrência de lesões pode ter sido o pequeno número de mulheres incluídas no presente estudo (n=5). Desta forma, a associação foi por acaso. Todas as mulheres foram provenientes de ensino médio civil. Em decorrência de um maior risco de lesões no grupo com procedência civil, sugere-se que a rotina prévia de exercícios físicos ao curso possa ser um fator mais importante para prevenção de lesões musculoesqueléticas.

Pontos fortes e limitações do estudo

Este estudo foi o primeiro a investigar prospectivamente a associação entre padrões de movimento baseados em testes funcionais unilaterais (salto e agachamento) e pranchas (laterais e frontais), por meio da DMA. Houve uma preocupação com a prevenção de vieses de seleção, confundimento e desfecho. Inicialmente, o estudo contou com uma amostra representativa, equivalente a 87,61% dos alunos que concluíam o curso. O emprego de uma amostra homogênea em termos de composição corporal, idade, rotina e condicionamento físico inicial, e a realização de uma análise de regressão logística contribuíram para o controle dos principais fatores de confundimento apontados pela literatura. Estudos prospectivos [49,52,57,61,89,90] que investigaram a associação de padrões de movimentos com o risco de lesões não adotaram os três critérios propostos por Hagglund [64]. Entretanto, no presente estudo, houve uma preocupação de considerar como “lesões musculoesqueléticas” apenas aquelas relacionadas ao curso, que tenham sido diagnosticadas por equipe médica (com ortopedista) e que tenham afastado ou requerido adaptação do participante para a realização de suas funções, por mais de 24 horas.

Os fatores lesão prévia [7,10,16], índice de massa corporal (IMC) [17], idade [10,11] e desempenho em testes de corrida [18,19] foram apontados previamente como potenciais variáveis preditoras de lesão. Sexo foi apontado previamente como um fator preditor em períodos de seguimento inferiores a 12 meses, como no presente estudo [12–15]. A ideia inicial foi que estas variáveis constituíssem o bloco 1 do modelo. Em decorrência da natureza pragmática da pesquisa, que visou não interferir no *modus operandi* do local de pesquisa [89], não foi possível utilizar os dados do teste de aptidão física de entrada, visto que todos os participantes foram aprovados no teste. Além disso, os fatores idade e IMC apresentaram pouca variabilidade (Tabela 1). Sendo assim, o bloco 1 foi constituído pelas variáveis sexo, procedência da escola de nível médio e 2ª questão do QNSO (que reflete o histórico de sintomas musculoesqueléticos que promoveram afastamento das funções). Apesar de não ter sido possível utilizar os dados dos testes de corrida de entrada ou realizar um novo teste, a

utilização da procedência é um indicativo do histórico de prática de exercícios físicos pelos participantes e a 2ª questão do QNSO de lesão prévia.

Entretanto, este estudo não está livre de limitações. Em decorrência da baixa variabilidade entre os participantes, a inclusão dos fatores IMC e idade não contribuíram para o desenvolvimento dos modelos desenvolvidos, sendo excluídos. Outra limitação foi a impossibilidade de realizar um novo teste de corrida no momento da avaliação inicial, que não foi possível em decorrência da rotina do curso. Entretanto, a associação procedência de escola de ensino médio militar com uma menor chance de lesão parece ser um grande indicativo do impacto de uma rotina de treinamento físico na prevenção de lesões. Por fim, houve um pequeno número de mulheres incluídas, não mostrando associação entre o sexo e a ocorrência de lesões, porém todas as participantes foram provenientes de escolas civis de ensino médio, com um maior risco de lesões.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo de coorte indicaram que não houve associação entre padrão de movimento com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas em uma população jovem e fisicamente ativa. A procedência da escola de ensino médio civil é um fator de risco moderado a forte que promove uma chance entre 3,14 e 4,57 de desenvolverem lesões de qualquer tipo (agudas ou *overuse*); 2,55 a 2,58 para lesões por *overuse*; e 4,88 para lesões agudas. Um segundo fator de risco fortemente associado às lesões agudas foi o histórico de lesões prévias ao curso.

Sugere-se a realização de um período de treinamento inicial para os participantes provenientes de escolas civis, bem como aqueles com histórico de lesões prévias, com o intuito de realizar estratégias de prevenção baseadas na melhoria das valências físicas relacionadas ao controle neuromuscular, permitindo que todos os alunos do curso apresentem-se em condições mais homogêneas de realizarem as atividades físicas prevista no ano escolar.

REFERÊNCIAS

- [1] CAMERON, K.; OWENS, B. *Musculoskeletal injuries in the military*. New York: Springer, 2016.
- [2] TAANILA, H. et al. Low physical fitness is a strong predictor of health problems among young men: a follow-up study of 1411 male conscripts. *BMC Public Health*, v. 11, n. 1, p. 590, 2011.
- [3] O'BRIEN, J.; FINCH, C. F. The Implementation of Musculoskeletal Injury-Prevention Exercise Programmes in Team Ball Sports: A Systematic Review Employing the RE-AIM Framework. *Sports Medicine*, n. October 2015, p. 1305–1318, 2014.
- [4] LOVALEKAR, M. et al. Epidemiology of musculoskeletal injuries among US Air Force Special Tactics Operators: an economic cost perspective. *BMJ open sport & exercise medicine*, v. 4, n. 1, p. e000471, 2018.
- [5] NESSLER, T. D.; HAILE, E. *Dynamic Movement Assessment: Prevent Injury and Enhance Performance*. USA: Publiwise, 2014.
- [6] PARKKARI, J. et al. Neuromuscular training with injury prevention counselling to decrease the risk of acute musculoskeletal injury in young men during military service: a population-based, randomised study. *BMC Medicine*, v. 9, n. 1, p. 35, 2011.
- [7] MONNIER, A. et al. Risk factors for back pain in marines ; a prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 17, p. 1–12, 2016.
- [8] KNAPIK, J. J. et al. Efficacy of Functional Movement Screening for predicting injuries in Coast Guard Cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 5, p. 1157–1162, 2015.
- [9] ROY, M. A. J. T. C. et al. Heavy Loads and Lifting Are Risk Factors for Musculoskeletal Injuries in Deployed Female Soldiers. *Military Medicine*, v. 181, n. December 2016, p. e1476-1483, 2016.
- [10] HENDERSON, N. E. et al. Injuries and Injury Risk Factors among Men and Women in U . S . Army Combat Medic Advanced Individual Training. *Military medicine*, v. 9, n. November 1999, p. 647–652, 2000.
- [11] HEIR, T.; EIDE, G. Injury proneness in infantry conscripts undergoing a physical training programme: smokeless tobacco use , higher age , and low levels of physical fitness are risk factors. *Scand J Med Sci Sports*, v. 7, n. 1 1, p. 304–311, 1997.
- [12] ARMSTRONG, D. W. et al. Stress fracture injury in young military men and women. *Bone*, v. 35, p. 806–816, 2004.
- [13] BEDNO, S. et al. Effects of personal and occupational stress on injuries in a young, physically active population: A survey of military personnel. *Military Medicine*, v. 179, n. 11, p. 1311–1318, 2014.
- [14] BLACKER, S. D.; WILKINSON, D. M.; RAYSON, M. P. Gender differences in the physical demands of British Army recruit training. *Military Medicine*, v. 174, n. 8, p. 811–

816, 2009.

- [15] FINESTONE, A. et al. Overuse Injuries in Female Infantry Recruits during Low-Intensity Basic Training. *Medicine Science in Sport and Exercise*, p. 630–635, 2008.
- [16] KNAPIK, J. J. et al. A prospective investigation of injury incidence and risk factors among army recruits in combat engineer training. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, v. 8, n. 1, p. 1, 2013.
- [17] TAANILA, H. et al. Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: A population-based cohort study *Epidemiology of musculoskeletal disorders*. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, 2015.
- [18] MALLOY, P. Hip External Rotator Strength is Associated With Better Dynamic Control of the Lower Extremity During Landing Tasks. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 1, 2016.
- [19] ROSENDAL, L. et al. Incidence of injury and physical performance adaptations during military training. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, v. 13, n. 3, p. 157–63, 2003.
- [20] KIESEL, K. et al. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy*, v. 2, n. 3, p. 147–158, 2007.
- [21] KIESEL, K. B.; BUTLER, R. J.; PLISKY, P. J. Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *Journal of sport rehabilitation*, v. 23, n. 2, p. 88–94, 2014.
- [22] DREW, M. K.; FINCH, C. F.; DREW, M. K. The Relationship Between Training Load and Injury , Illness and Soreness : A Systematic and Literature Review. *Sports Medicine*, v. 46, n. 6, p. 861–883, 2016.
- [23] ROY, T. C. et al. Heavy loads and lifting are risk factors for musculoskeletal injuries in deployed female soldiers. *Military Medicine*, v. 181, n. 11, p. e1476–e1483, 2016.
- [24] MCCUNN, R. et al. Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports Medicine*, p. 1–19, 2015.
- [25] NESSLER, T.; MOKHA, M. Using Movement Assessment to Improve Performance and Reduce Injury Risk. *International Journal of Athletic Therapy & Training*, v. 18, n. 2, p. 8–12, mar. 2017.
- [26] ATKINS, S. J. et al. The Presence of Bilateral Imbalance of the Lower Limbs in Elite Youth Soccer Players of Different Ages. *Journal of strength and conditioning research*, v. 30, n. 4, p. 1007–1013, abr. 2016.
- [27] UGALDE, V. et al. Single Leg Squat Test and Its Relationship to Dynamic KneeValgus and Injury Risk Screening. *PM and R*, v. 7, n. 3, p. 229–235, 2015.
- [28] NESSLER, T.; DENNEY, L.; SAMPLEY, J. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? *Current reviews in musculoskeletal medicine*, v. 10, n. 3, p. 281–288, set. 2017.
- [29] GONZALEZ, S. L. et al. Musculoskeletal screening to identify female collegiate rowers at risk for low back pain. *Journal of Athletic Training*, v. 53, n. 12, p. 1173–1180, 2018.
- [30] BRAZEN, D. M. et al. The Effect of Fatigue on Landing Biomechanics in Single-Leg

Drop Landings. *Clin J Sport Med*, v. 20, n. 4, p. 286–292, 2010.

[31] GWYNNE, C. R.; CURRAN, S. A. Quantifying frontal plane knee motion during single limb squats: reliability and validity of 2-dimensional measures. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 9, n. 7, p. 898–906, 2014.

[32] COOK, G.; BURTON, L.; HOOGENBOOM, B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*, v. 1, n. 2, p. 62–72, maio 2006.

[33] CHEN, H.; COHEN, P.; CHEN, S. How big is a big odds ratio? Interpreting the magnitudes of odds ratios in epidemiological studies. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, v. 39, n. 4, p. 860–864, 2010.

[34] BUNN, S.; INOUE, A.; BEZERRA, E. Physical Therapy in Sport The association between the functional movement screen outcome and the incidence of musculoskeletal injuries : A systematic review with meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, v. 35, p. 146–158, 2019.

[35] GUYATT, G. H. et al. GRADE guidelines: 7. Rating the quality of evidence - Inconsistency. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1294–1302, 2011.

[36] WELLS, G. A. et al. *The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta- analyses*. Disponível em: <http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp>. Acesso em: 16 out. 2017.

[37] COOK, G.; BURTON, L.; HOOGENBOOM, B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT*, v. 1, n. 2, p. 62–72, 2006.

[38] TEE, J. C. et al. Preseason Functional Movement Screen component tests predict severe contact injuries in professional rugby union players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 2016.

[39] ZAREI, M.; ASADY SAMANI, Z.; REISI, J. Can functional movement screening predict injuries in Iranian soldiers? *Journal of Military Medicine*, v. 17, n. 2, p. 107–114, 2015.

[40] ELM, E. VON et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement : Guidelines for Reporting Observational Studies. *PLOS ONE*, v. 4, n. 10, p. 1623–1627, 2007.

[41] PINHEIRO, F. A.; TRÓCCOLI, B. T.; CARVALHO, C. V. DE. Validação do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares como medida de morbidade. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n. 3, p. 307–312, 2002.

[42] JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *The British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

[43] HOFFMAN, M. D.; STUEMPFLE, K. J. Muscle Cramping During a 161-km Ultramarathon: Comparison of Characteristics of Those With and Without Cramping. *Sports Medicine - Open*, v. 1, n. 1, p. 24, 2015.

[44] AUGUSTSSON, J. et al. Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 16, n. 2, p. 111–120, 2006.

[45] POWERS, C. M. The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A

Biomechanical Perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 40, n. 2, p. 42–51, 2010.

[46] LEE, J.; KOH, D.; KIM, K. The kinematics of the lower leg in the sagittal plane during downward squatting in persons with pronated feet. *Journal Physique*, v. 27, p. 285–287, 2015.

[47] ZAZULAK, B. T. et al. Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk: A Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 35, n. 7, p. 1123–1130, 2007.

[48] TONG, T. K.; WU, S.; NIE, J. Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. *Physical Therapy in Sport*, v. 15, n. 1, p. 58–63, 2014.

[49] LISMAN, P. et al. Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 45, n. 4, p. 636–643, 2013.

[50] EPSTEIN, Y. et al. Physiological and medical aspects that put women soldiers at increased risk for overuse injuries. *Journal of Strength and Conditioning*, v. 29, n. 11, p. 107–110, 2015.

[51] BUSHMAN, T. et al. Pain on Functional Movement Screen Tests and Injury Risk. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 11, p. 65–70, 2015.

[52] BUSHMAN, T. T. et al. The Functional Movement Screen and Injury Risk: Association and Predictive Value in Active Men. *The American journal of sports medicine*, v. 44, n. 2, p. 297–304, 2016.

[53] HOTTA, T. et al. Functional Movement Screen for predicting running injuries in 18- to 24-year-old competitive male runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 29, n. 10, p. 2808–2815, 2015.

[54] ZALAI, D. et al. Quality of functional movement patterns and injury examination in elite-level male professional football players. *Acta physiologica Hungarica*, v. 102, n. 1, p. 34–42, 2015.

[55] TEYHEN, D. S. et al. What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal Injury in US Army Rangers ? A Prospective Prognostic Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 2015.

[56] MCGILL, STUART M; ANDERSEN, JORDAN T.; HORNE, A. D. Predicting Performance and Injury Resilience from Movement Quality and Fitness Scores in a Basketball Team Over 2 Years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 26, n. 7, p. 1731- 1739., 2012.

[57] MCGILL, S. M. et al. Can fitness and movement quality prevent back injury in elite task force police officers? A 5-year longitudinal study. *Ergonomics*, v. 0139, n. May, p. 1–8, 2015.

[58] CLAY, H.; MANSELL, J.; TIERNEY, R. Association between rowing injuries and the functional movement screen in female collegiate division I rowers. *International journal of sports physical therapy*, v. 11, n. 3, p. 345–349, 2016.

[59] GARRISON, M. et al. Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International journal of sports physical therapy*, v. 10, n. 1, p. 21–8, 2015.

[60] GRIBBLE, P. A. et al. Prediction of Lateral Ankle Sprains in Football Players Based on Clinical Tests and Body Mass Index. *The American journal of sports medicine*, p. 460–467, 2015.

- [61] CHORBA, R. S. et al. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*, v. 5, n. 2, p. 47–54, 2010.
- [62] MOKHA, M.; SPRAGUE, P. A.; GATENS, D. R. Predicting Musculoskeletal Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes From Asymmetries and Individual-Test Versus Composite Functional Movement Screen Scores. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 2, p. Functional Movement Screening: Predicting Injuries, 2016.
- [63] WEISE, W. et al. Determination of the Functional Movement Screen to Predict Musculoskeletal Injury in Intercollegiate Athletics - ProQuest. *Athletic Training and Sports Healthcare*, v. 6, n. 4, p. 161–169, 2014.
- [64] HÄGGLUND, M. et al. Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 340–6, 2005.
- [65] DICK, R.; AGEL, J.; MARSHALL, S. W. NCAA Injury Surveillance System Commentaries : Introduction and Methods. *Journal of Athletic Training*, v. 42, n. 2, p. 173–182, 2007.
- [66] FROST, D. M. et al. An appraisal of the Functional Movement Screen™ grading criteria – Is the composite score sensitive to risky movement behavior? *Physical Therapy in Sport*, v. 16, n. 4, p. 324–330, nov. 2015.
- [67] FROST, D. M. et al. Can the Functional Movement Screen™ be used to capture changes in spine and knee motion control following 12 weeks of training? *Physical Therapy in Sport*, v. 23, p. 50–57, 2017.
- [68] BUTLER, R. J. et al. Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*, v. 46, n. 1, p. 11–17, set. 2013.
- [69] HOTTA, T. et al. Functional Movement Screen for Predicting Running Injuries in 18- to 24-Year-Old Competitive Male Runners. *Journal of strength and conditioning research*, v. 29, n. 10, p. 2808–2815, out. 2015.
- [70] POPOVICH, R. M. et al. Effect of rest from running on overuse injuries in army basic training. *American journal of preventive medicine*, v. 18, n. 3 Suppl, p. 147–155, abr. 2000.
- [71] GLAVAČ, B. et al. Changing body structure components and motor skills in Military High School students within one year . *Vojnosanitetski Pregled*, v. 72, n. 8, p. 677–682, 2015.
- [72] MALKAWI, A. M. et al. Dietary, physical activity, and weight management interventions among active-duty military personnel: A systematic review. *Military Medical Research*, v. 5, n. 1, p. 1–12, 2018.
- [73] HERMAN, D. C. et al. Previous High School Participation in Varsity Sport and Jump-Landing Biomechanics in Adult Recreational Athletes. *Journal of athletic training*, v. 54, n. 10, p. 1089–1094, 2019.
- [74] NETO, A. S. et al. VO2Max e composição corporal durante a puberdade: comparação entre praticantes e não praticantes de treinamento sistematizado de futebol. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 9, n. 2, p. 159–164, 2007.
- [75] MASCARENHAS, L. P. G. et al. Comportamento do consumo máximo de oxigênio e da composição corporal durante o processo maturacional em adolescentes do sexo masculino participantes de treinamento de futebol. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 14, n.

2, p. 49–56, 2006.

[76] TAANILA, H. et al. Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 104, 2015.

[77] BLIEKENDAAL, S.; GOOSSENS, L.; STUBBE, J. H. Incidence and risk factors of injuries and their impact on academic success: A prospective study in PETE students. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 27, n. 12, p. 1978–1985, 2017.

[78] OPAR, D. A.; WILLIAMS, M. D.; SHIELD, A. J. Hamstring Strain Injuries Factors that Lead to Injury and Re-Injury. *Sports Medicine*, v. 42, n. 3, p. 209–226, 2012.

[79] WARD, S. H. et al. Deficits in quadriceps force control after anterior cruciate ligament injury: Potential central mechanisms. *Journal of Athletic Training*, v. 54, n. 5, p. 505–512, 2019.

[80] HÄGGLUND, M.; WALDÉN, M.; EKSTRAND, J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: A prospective study over two consecutive seasons. *British Journal of Sports Medicine*, v. 40, n. 9, p. 767–772, 2006.

[81] BLACKER, S. D. et al. Risk Factors for Training Injuries among British Army Recruits. *Military medicine*, v. 173, n. March 2008, p. 278–286, 2018.

[82] BELL, N. S. et al. High injury rates among female Army trainees: A function of gender? *American Journal of Preventive Medicine*, v. 18, n. 3 SUPPL., p. 141–146, 2000.

[83] COSIO-LIMA, L. M. et al. U . S . Coast Guard Academy Injury and Risk Factor Study. *British Journal of Medicine & Medical Research*, v. 3, n. 4, p. 914–927, 2013.

[84] KNAPIK, J. J. et al. Injury Rates and Injury Risk Factors among U.S. Army Wheel Vehicle Mechanics. *Military medicine*, v. 172, n. May 2007, p. 988–996, 2007.

[85] KNAPIK, J. J. et al. Association Between Ambulatory Physical Activity and Injuries During United States Army Basic Combat Training. *Journal of Physical Activity & Health*, v. 8, n. 4, p. 496–502, maio 2011.

[86] MATILLA, V. et al. Risk Factors for Bone Stress Injuries: A Follow-up Study of 102,515 Person-Years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, p. 1061–1066, 2007.

[87] YATES, B.; WHITE, S. The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *American Journal of Sports Medicine*, v. 32, n. 3, p. 772–780, abr. 2004.

[88] KODESH, E. et al. Examination of the Effectiveness of Predictors for Musculoskeletal Injuries in Female Soldiers. *Journal of Sports Science & Medicine*, v. 14, n. 3, p. 515–521, set. 2015.

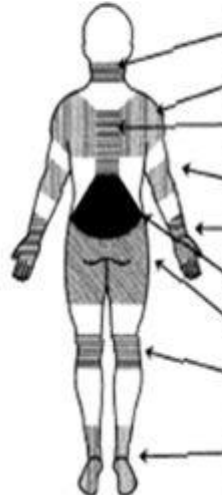
[89] WARREN, M.; SMITH, C. A.; CHIMERA, N. J. Association of the Functional Movement Screen With Injuries in Division I Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 24, p. 163–170, 2015.

[90] FORD, I. et al. Pragmatic Trials. *The New England Journal of Medicine*, v. 375, n. 5, p. 454–463, 2016.

ANEXO 1

Formulário de Anamnese

1. Nome completo: _____
2. Data de nascimento: ___/___/___
3. Data e horário da avaliação: ___/___/___
4. Ocorrência de cirurgia ou lesão recente: () Sim; () Não
5. Esporte praticado: _____
6. Nível do esporte praticado: () recreacional; () escolar; () semiprofissional ou profissional:
7. Lesão prévia de ligamento cruzado anterior: () Sim, D e E; () Sim, D () Sim, E; () Não.
8. Histórico de sintomas prévios realizado pelo preenchimento do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (QNSO) [41].

	Nos últimos 12 meses, você teve problemas (como dor, formigamento/ dormência) em:	Nos últimos 12 meses, você foi impedido(a) de realizar atividades normais (por exemplo: trabalho, atividades domésticas e de lazer) por causa desse problema em:	Nos últimos 12 meses, você consultou algum profissional da área da saúde (médico, fisioterapeuta) por causa dessa condição em:	Nos últimos 7 dias, você teve algum problema em?
 PESCOÇO	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
OMBROS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
PARTE SUPERIOR DAS COSTAS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
COTOVELOS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
PUNHOS/MÃOS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
PARTE INFERIOR DAS COSTAS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
QUADRIL/ COXAS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
JOELHOS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
TORNOZELOS/ PÉS	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim

7 ESTUDO 7 - PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DE LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS EM MILITARES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE

RESUMO

Objetivo: Avaliar os efeitos de diferentes protocolos de exercícios físicos para a prevenção de lesões. **Métodos:** Uma revisão sistemática da literatura examinou os efeitos de diferentes protocolos de exercícios sobre a prevenção de lesões musculoesqueléticas em militares. Várias bases de dados foram exploradas para investigar os efeitos de diferentes programas de prevenção no risco de lesão. Os dados foram extraídos a partir dos estudos: perfil de participantes, tamanho da amostra, desenho do estudo e a forma de grupo de controle, tipo de intervenção e o risco relativo (RR) nos grupos experimentais e controle, com os respectivos níveis de significância. Para análise dos dados, utilizou-se o software Revman 5,3, em que a medida de RR foi investigada. O risco de viés de publicação foi analisado com o Teste de Begg. **Resultados:** Um total de 12.086 estudos foi recuperado a partir das bases de dados e três por busca manual, totalizando 12.089 títulos. Após a remoção dos títulos duplicados e estudos que não atenderam os critérios de elegibilidade, foram selecionados 14 estudos. A metanálise mostrou que não houve associação dos programas de exercícios físicos com a prevenção de lesões (RR = 0,91 e IC 95% = 0,80-1,04). **Conclusão:** Os atuais programas de exercícios físicos não tiveram êxito na redução do risco de lesões em militares.

Palavras-chave: Prevenção e controle, lesões atléticas, militares, do risco relativo.

INTRODUÇÃO

Os benefícios dos exercícios físicos para a saúde estão bem estabelecidos, incluindo melhorias cardiorrespiratórias e neuromusculares [1], com redução nas taxas de morbidade e de mortalidade [2,3]. Entretanto, lesões musculoesqueléticas são bastante incidentes durante a prática de exercícios, sendo uma das principais causas de atendimentos médicos entre indivíduos fisicamente ativos [4,5].

Mais de 800.000 militares norte-americanos sofreram algum tipo de lesão no período de um ano, sendo as mais comuns as lesões ligamentares e fraturas ósseas. Quando analisadas, algumas regiões do corpo foram mais afetadas, com predominância nos membros inferiores [6–8]. Estes dados foram reforçados por um estudo realizado no Afeganistão, que mostrou que das 23.719 evacuações médicas realizadas entre 2001 e 2012, uma em cada sete (14,3%), foram decorrentes de lesões musculoesqueléticas, sendo a maioria delas nas regiões das costas e joelhos [9].

As lesões musculoesqueléticas promovem períodos de ausência das funções, reduzindo o pessoal em condição de trabalho, pois ficam afastados para a reabilitação. Com isso, as instituições dispendiam altos custos, além de serem afetadas pela redução de seu efetivo [2].

Com o intuito de atuar contra fatores modificáveis de risco de lesões [10], foram desenvolvidos programas de prevenção de lesões, frequentemente compostos de exercícios físicos, com o objetivo de melhorar o nível de condicionamento aeróbico, [8,11] flexibilidade, [12] força do CORE, [13] índice de massa corporal, [14] controle neuromuscular [15] e/ou outros. Tais programas têm sido amplamente utilizados em esportes [16–18].

Medidas de prevenção devem levar em conta os fatores de risco que afetam a população em questão [19]. Foram considerados como fatores de risco de lesões em militares o sexo [20–23], lesão prévia [24–26], índice de massa corporal (IMC) [27], idade [25,28], desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200m [29,30] e outros fatores [29,31–34]. Nas Forças Armadas, atividades como treinamento físico militar, corrida, carregamento de carga, marchas de 8, 16 e 32 km e ordem unida são comuns [35], tornando esta população suscetível às lesões atléticas [36]. Portanto, a implementação de programas de exercícios físicos de prevenção deve levar em conta tais atividades e fatores de risco.

Revisões prévias investigaram os efeitos de programas específicos na prevenção de lesões [37–39]. Os efeitos do alongamento estiveram entre os primeiros a serem pesquisados, embora sem resultado significativo [39,40]. Posteriormente, uma nova revisão investigou os efeitos do treinamento neuromuscular (TNM) na prevenção de lesões em atletas e militares

[37]. Apesar do resultado apontar para um efeito protetor do TNM, apenas dois estudos com militares foram incluídos, com resultados contraditórios [41,42], embora já houvessem outros estudos publicados sobre o tema [43–46]. Em outra revisão, alguns protocolos de prevenção de lesões promoveram uma menor chance para o desenvolvimento de lesões musculoesqueléticas durante atividades atléticas (esportivas ou militares), incluindo treinamento de equilíbrio postural, multi-intervenção com treino de equilíbrio postural (exemplo: orteses), outras multi-intervenções, programas de aquecimento e treinamento de força muscular [10]. Posteriormente, uma revisão sistemática sem metanálise incluiu cinco estudos que investigaram programas de exercícios físicos para prevenção de lesões, com a maioria dos estudos mostrando ausência de efeito significativo associado à intervenção e grande discordância entre os resultados dos estudos [38]. Além disso, novos estudos experimentais foram publicados [36,47,48].

Portanto, ainda havia uma lacuna a respeito da análise quantitativa dos estudos que realizaram programas de prevenção exclusivamente em militares. Ao mesmo tempo, estudos prospectivos realizados em ambientes militares podem controlar mais variáveis de confundimento e aumentar a validade interna do estudo, porque os participantes são submetidos a mesma rotina de trabalho, exercícios físicos, descanso e alimentação [49].

Desta forma, em decorrência dos potenciais benefícios de diferentes programas de exercícios físicos sobre fatores de risco de lesão modificáveis, bem como da contradição de resultados dos estudos, esta metanálise teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes programas de exercícios físicos de prevenção de lesões musculoesqueléticas em militares, categorizando os estudos pelo tipo de programa realizado (treinamento neuromuscular, alongamentos e exercícios combinados).

MÉTODOS

Esta metanálise foi redigida conforme as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) [50].

Protocolo e Registro

Um protocolo foi registrado no Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (CRD 42017077946).

Crêterios de elegibilidade

Foram incluídos estudos experimentais controlados que avaliaram os efeitos de programas de exercícios físicos de preven o de lesões na incidência de lesões em militares. Estudos que não avaliaram a incidência de lesões ou o risco relativo (RR) em grupos experimentais (GE) e/ou controle (GC) foram excluídos. Os indivíduos que não realizaram qualquer tipo de exercício ou realizaram exercícios apenas para os membros superiores (em estudos que investigaram lesões em membros inferiores) ou somente realizaram um aquecimento padrão comum ao grupo experimental foram considerados como participantes do GC. Com o intuito de fornecer uma análise específica para os militares, que não foi realizada no estudo de Lepp nen *et al.* (2014) [10], foram excluídos os estudos com participantes atletas.

Estratégia de busca

Uma busca foi realizada em agosto 2019 e atualizada em janeiro de 2020 nas bases de dados da Biblioteca Nacional de Medicina (MEDLINE), Central (Cochrane), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) via Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SCOPUS, SPORTDiscus, Cumulative Index to Nursing and Allied Health (CINAHL) e da Web of Science. As seguintes palavras-chave foram usadas como descritores do Medical Subject Headings (MeSH) e seus respectivos sin nimos: "wound and injury", "prevention", "exercise" e "military personnel". A frase de busca foi obtida utilizando os operadores booleanos "AND" entre os descritores e "OU" entre os sin nimos. Não houve filtros de idioma ou delimita o de um período de tempo na busca. Foram consideradas apenas revistas científicas. A estratégia de busca sistemática foi desenvolvida pelo agrupamento dos termos-chave de acordo com a estratégia PICOS (Participante, Interven o, Compara o, Desfecho e Desenho de estudo). Uma lista detalhada dos termos exatos e estratégias de busca utilizadas é fornecida no Apêndice A. Além de pesquisar as bases de dados eletr nicas, diversas listas de referência de artigos foram pesquisadas durante leitura dos textos completos, como um esforço para obter estudos adicionais elegíveis.

Processo de coleta de dados

Dois investigadores (PSB, GS) extraíram as características dos estudos incluídos e organizaram as informações em forma tabular. Discordâncias foram sanadas por um terceiro avaliador (E.B.S). Os seguintes dados foram extraídos a partir dos estudos selecionados: autor, ano de publicação, perfil de participantes, o tamanho da amostra, desenho do estudo, características do grupo controle e intervenção (tipos de exercícios, período de treinamento, a frequência semanal das intervenções, número de sessões), o risco relativo (RR) com os respectivos níveis de significância e o tipo de definição de lesão musculoesquelética. Os seguintes critérios de definição de lesões foram investigados: I) a lesão ter requerido atenção médica; II) a lesão ter sido associada com o treinamento físico militar ou atividades operacionais militares; e III) a lesão ter promovido afastamento ou adaptações das funções por, no mínimo, 24 horas.

Risco de viés e avaliação da qualidade metodológica dos estudos

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos foi realizada com a Escala de Jadad [51], que consiste na soma das pontuações de três domínios: 1) randomização dos participantes; 2) avaliação duplo-cega; e 3) descrição das perdas amostrais. Inicialmente, um ponto foi atribuído para cada questão atendida. Se a randomização dos participantes e avaliação duplamente cego não fossem apropriadas, um ponto era subtraído dos domínios 1 e 2. Portanto, a pontuação total na escala de Jadad variou de 0 a 5 pontos. A avaliação foi realizada por dois avaliadores independentes (RC e GS), e as contradições foram sanadas por um terceiro avaliador (E.B.S) (Knapik *et al.*, 2002).

A Escala *Cochrane Risk of Bias* (R.O.B 1.0) [53,54] foi utilizada para avaliar o risco de viés dos estudos. Nesta escala, foram avaliados sete domínios, que foram classificados em alto, incerto ou baixo risco de viés. Os domínios foram 1) geração de sequência aleatória; 2) ocultação da randomização; 3) cegamento de participantes e de profissionais; 4) cegamento na avaliação dos desfechos; 5) resultados incompletos; 6) desfecho seletivo; 7) outras fontes de viés. Para a classificação final do risco de viés do estudo, considerou-se o mais alto risco existente em um dos sete domínios. Dois avaliadores (G.P.S. e R.S.S) realizaram a avaliação de forma independente. As discordâncias entre classificações foram resolvidas por consenso.

Análise de dados

A análise estatística foi realizada com o programa RevMan5.3 (versão 5.3.5, The Cochrane Collaboration, Copenhague), disponível em <http://community.cochrane.org/tools/review-production-tools/revman-5>. Foram comparadas as incidências de lesões nos grupos GE e GC. Os seguintes parâmetros foram selecionados para a análise: variável dicotômica, método estatístico de Mantel-Haenszel, modelo de análise de efeitos aleatórios no caso de heterogeneidade significativa ou análise de efeito fixo no caso de heterogeneidade por acaso [55] e medida de efeito RR com intervalos de confiança (IC) de 95% para os estudos e metanálise, com os estudos ordenados de acordo com o seu peso no resultado. Os RR com correspondentes IC foram calculados, o que representou uma estimativa de efeito para cada estudo. Valores de RR inferiores a 1 indicaram uma redução do risco de lesão em favor dos programas de exercícios físicos de prevenção, enquanto valores superiores a 1 indicam aumento do risco de lesão em decorrência da intervenção.

Duas análises de subgrupos foram realizadas: uma de acordo com a localização anatômica das lesões (em qualquer área do corpo ou apenas nos membros inferiores) e outra conforme o tipo de exercícios físicos preventivos, que foram divididos em treinamento neuromuscular (TNM), alongamento e exercícios combinados (TNM associado a exercícios aeróbios). No presente estudo, considerou-se como TNM programas de prevenção compostos por exercícios de agilidade, força, pliometria e exercícios tarefa-específicas [56].

O programa StatsDirect (versão 3) foi utilizado para desenvolver os gráficos de funil e a análise quantitativa do risco de viés de publicação com o Teste de Begg, Correlação de Mazumbar, e estatística de Kendall com correção de continuidade tau. O nível de significância foi $P \leq 0.05$.

Nível de evidência

A qualidade da evidência associada com o resultado da metanálise foi avaliada com a *Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) [57–60]. Existem quatro níveis de classificação para avaliar a qualidade da evidência: alta, moderada, baixa e muito baixa. Os estudos randomizados controlados começam com alta qualidade de evidência, enquanto os estudos observacionais começam com baixa qualidade de evidência. Cinco aspectos podem diminuir a qualidade da evidência (limitações metodológicas, inconsistência, evidência indireta, imprecisão e viés de publicação); e três aspectos podem

aumentar a qualidade da evidência (tamanho do efeito, gradiente de resposta à dose e fator de confusão).

RESULTADOS

O diagrama de fluxo dos estudos incluídos está apresentado na Figura 1. Um total de 12.086 artigos foi inicialmente identificado nesta metanálise e três estudos foram recuperados por busca manual. Em seguida, foram excluídos 2.394 estudos duplicados e 9.664 estudos que não cumpriram os critérios de inclusão. Após a leitura de 31 textos completos, 14 estudos foram incluídos na metanálise. As características dos estudos incluídos são apresentadas na Tabela 1. Entre os estudos, as amostras foram compostas de homens e as mulheres; e militares de diferentes patentes. A maioria dos estudos não relatou um efeito protetor das intervenções de exercícios sobre lesões musculoesqueléticas. Os estudos adotaram diferentes critérios de definição de lesão. Apenas três estudos utilizaram os três critérios de definição de lesões propostos por Hagglund *et al.* [44–46]: ter sido constatada por profissional de saúde, ter tido relação com o treinamento físico e ter promovido o afastamento das funções por no mínimo 24 horas [61]. Os estudos foram categorizados de acordo com as similaridades entre os tipos de exercícios utilizados no treinamento: TNM, alongamento, exercícios combinados (TNM associado a exercícios aeróbios).

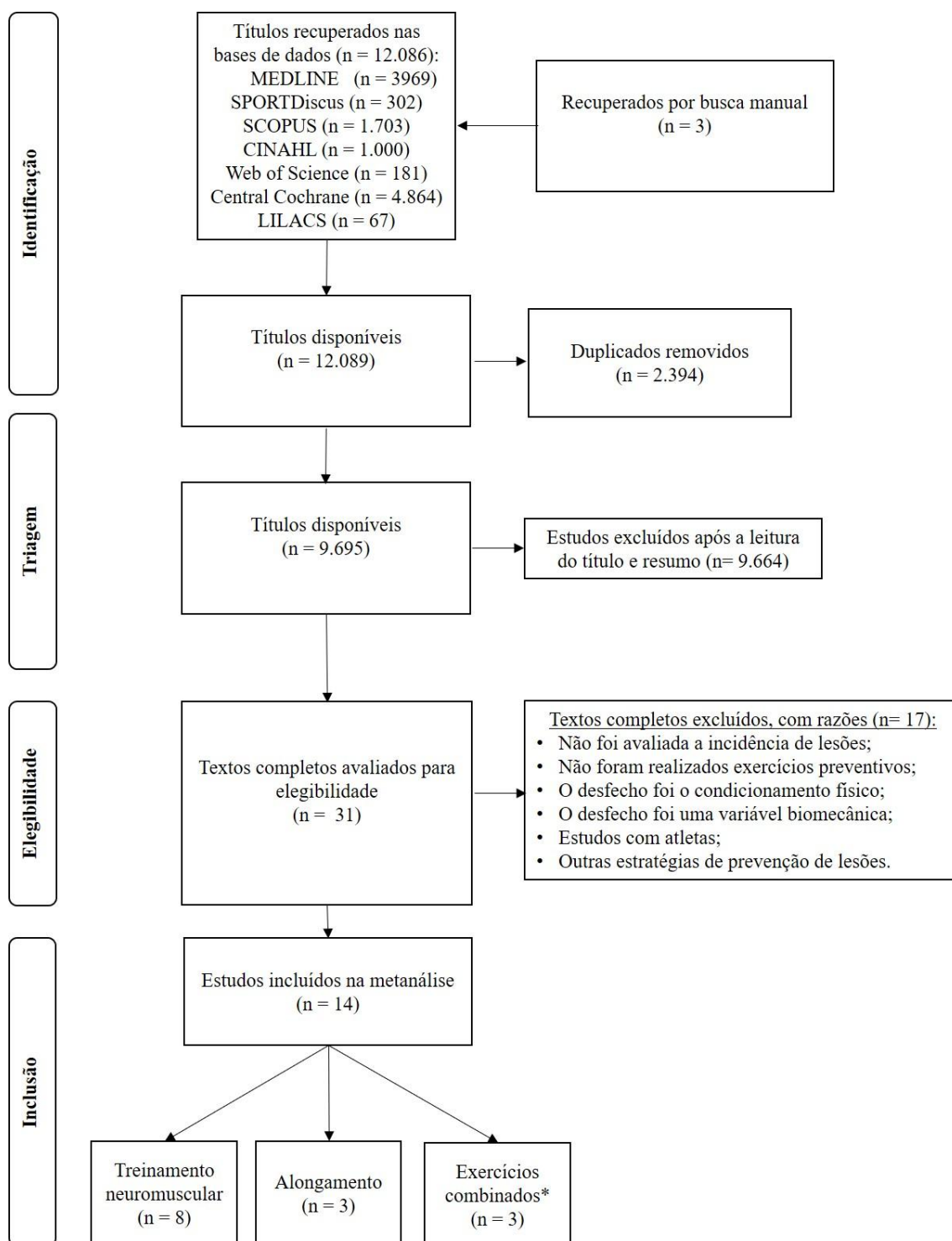


Figura 1. Diagrama de fluxo dos estudos incluídos. * Treinamento neuromuscular associado a exercícios aeróbios.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 1. Características dos estudos incluídos

Estudo	Amostra	Definição de lesão	Intervenção
Sell <i>et al.</i> (2016)	n = 1.720 soldados do Exército	I	EC
Roos <i>et al.</i> (2015)	n = 651 recrutas (homens); idade = 20 anos	I	EC
Hoftetter <i>et al.</i> (2012)	n = 259 recrutas do exército; idade, 20,7 ± 1,2 anos	I	EC
Pope <i>et al.</i> (2000)	n = 1.538 recrutas (homens)	I; III	A
Hartig <i>et al.</i> (1999)	n = 298 militares do curso de infantaria de combate básica	I	A
Pope <i>et al.</i> (1998)	n = 1.093 recrutas do exército	I, III	A
Parkkari <i>et al.</i> (2011)	n = 968 recrutas	I, II e III	TNM
Coopack <i>et al.</i> (2011)	n = 1502 (1.092 homens e 410 mulheres);	I e II	TNM
Knapik <i>et al.</i> (2005)	n = 1.967 recrutas (ambos os sexos)	I; II	TNM
Carow <i>et al.</i> (2016)	n = 1.313 cadetes do exército	I	TNM
Childs <i>et al.</i> (2010)	n = 1.141 soldados Idade = 22,9 ± 4,7 anos.	I, II e III	TNM
Brushoj <i>et al.</i> (2008)	n = 1.020 soldados do exército	I; II	TNM
Goodall <i>et al.</i> (2012)	n = 732 homens e 47 mulheres recrutas do Exército Australiano	I, II e III	TNM
Orr <i>et al.</i> (2016)	n = 287 recrutas de polícia (83 mlheres);	NR	TNM

Legenda: Critérios de definição de lesão: I) a lesão necessitou de atenção médica; II) houve relação da lesão com treino ou competição; e III) a lesão promoveu o afastamento ou a adaptações para funções desportivas por, no mínimo, 24 horas; TNM = treinamento neuromuscular; EC = exercícios combinados; A = alongamento; NR = não relatado.

Fonte: O autor, 2020.

Nas Tabelas 2, 3 e 4 estão detalhados os programas de exercícios utilizados para prevenção de lesões musculoesqueléticas em militares: treinamento neuromuscular, exercícios de alongamento e protocolos de exercícios combinados, respectivamente.

Tabela 2 - Protocolos de treinamento neuromuscular para a prevenção de lesões musculoesqueléticas

Estudo	Exercícios (GE)	Exercícios (GC)	Duração	Intensidade	Frequência
Carow <i>et al.</i> (2016)	DIME: Agachamentos bilaterais: 2 séries de 10; <i>forward lunge</i> : 2 séries de 10 cada perna; salto lateral: 10 para cada perna; <i>squat jump</i> : 2 conjuntos de 10; pranchas: 2 séries de 30 segundos; <i>one-leg reach</i> : 10 cada perna; flexões de braços: 2 séries de 10; saltos na caixa: 2 séries de 10; movimentos de patinação no gelo: 2 séries de 10;	Programa de aquecimento ativo: “Polichinelos”: velocidade moderada; <i>bend and reach</i> : velocidade lenta; <i>rear lunge</i> : velocidade lenta; <i>power squat</i> : velocidade moderada; remador: velocidade lenta; Power jump: velocidade moderada; flexões de braços: velocidade lenta; <i>windmill</i> : velocidade lenta; <i>Bend-leg body twist</i> : velocidade lenta;	6 semanas	Velocidade lenta a moderada	10 min; 3x / semana
Goodall <i>et al.</i> (2012)	Exercícios de equilíbrio e agilidade, além de treinamento físico normal. Treinamento de equilíbrio: 5 blocos realizados no final da fase de aquecimento de todas as lições de treinamento físico - cerca de 3-4 aulas por semana (total de 215 min em 12 semanas). Exercícios realizados nos planos frontal, sagital e transversal, aumentando progressivamente em dificuldade durante cada sessão subsequente.	Treinamento físicos habitual, que não incluíram os exercícios de equilíbrio e agilidade especificados	11 semanas	-	5 min; 3-4x / semana
Childs <i>et al.</i> (2010)	Programa de exercícios de estabilização do CORE Exercícios para o transverso do abdômen e multífidos - (5 ou 6 exercícios) durante 1 minuto cada.	Programa de exercícios tradicionais Exercícios para os músculos reto abdominal, oblíquo externo, e flexores de quadril - 1 minuto cada	16 semanas	Aumento progressive de carga	5 min; 4x / semana

Brushoj <i>et al.</i> (2008)	<p><u>Exercícios de membros inferiores</u> Agachamento: 10 - 20 rep; <i>lunge</i>: 10 - 14 repetições; Extensão de quadril com rotação e abdução: 12-20 20 rep; <i>lift</i> de antepé: 15-10 rep; exercícios de coordenação: 5-10 rep; alongamento de quadríceps: 15s.</p>	<p><u>Exercícios para os membros superiores</u> Abdominais: 10 - 25 rep; extensão de tronco: 8-20 rep; bíceps toalha <i>curl</i>: 15-8 rep; Rosca tríceps toalha: 15-8 rep; Alongamento de peitorais: 15 s.</p>	12 semanas	Carga dos exercícios aumentou progressivamente.	15 min; 3x / semana
Knapik <i>et al.</i> (2005)	<p><u>Série 1</u> Bend-and-reach: 5 a 10 reps; <i>rear lunge</i> 5 a 10 reps; <i>high jumper</i>: 5 a 10 reps; remador: 5 a 10 reps; knee-hender: 5 a 10 reps; <i>windmill</i>: 5 a 10 reps; <i>forward lunge</i>: 5 a 10 reps; remada pronada: 5 a 10 reps; supino: 5 a 10 reps; flexões de braço: 5 a 10 reps.</p> <p><u>Série 2</u> Flexões de praço: 4 rep progredindo a 20; abdominais: 4 rep progredindo a 20; barra: 2 repetições com auxílio, progredindo para sem auxílio.</p> <p><u>Série 3</u> Verticais 25 m; Laterais 25 m; tiros - 6 repetições de 25 m (300 m totais); corrida de habilidade e velocidade; alongamentos.</p>	<p><u>Treinamento físico tradicional:</u> Exercícios de alongamento seguido de ginástica, variações sobre flexões e abdominais, e corrida em formação. A corrida em formação foi realizada por 4 grupos com diferentes níveis de condicionamento.</p>	9 semanas	Dependendo da atividade.	60 min; 5x / semana

Parkkari <i>et al.</i> (2011)	<p>Apoio unilateral com bastão – 10 rep cada lado;</p> <p>Exercícios de agachamento com bastão - 16 rep bilaterais; 16 rep, oito em cada lado.</p> <p>Prancha lateral – 5 segundos com os joelhos flexionados, 5 com joelho estendido e cinco círculos de lado a lado com retenção de 5 segundos para cada posição lateral, barriga e lateral;</p> <p>Saltos laterais – quatro saltos lentos, alternando com oito saltos rápidos até completar 60s;</p> <p>Flexões adaptadas – Máximo de repetições em 60s;</p> <p>Alongamentos para flexores de quadril – 10s 5 rep unilaterais;</p> <p>Exercícios para posteriores de coxa - 8-12 rep;</p> <p>Alongamento de posteriores de coxa – 3 rep de 20s cada lado;</p> <p>Rotação de tronco superior em decúbito lateral – 60 s cada lado</p>	Manutenção da rotina usual, que também era comum ao GE	26 semanas – a partir da 9ª semana o recruta passava a realizar os exercícios sem supervisão.	Intensidade moderada	A partir de 30 a 45 minutos nas semanas 1-8, 3x/ semana. Da semana 9 -26: ≥ 1x / semana.
Coopack <i>et al.</i> (2011)	<p>Forward lunges (sem 1 – 3, 10 rep; sem 4-9, 12 rep; sem 13 - 14, 14 repetições);</p> <p>Agachamento unilateral até 45 graus de flexão do joelho com contração isométrica de glúteos (sem 1 a 6: 10;</p>	Exercícios de aquecimento Corrida lenta, alongamento de membros superiores e inferiores, abdominais e flexões.	14 semanas	Séries de 3 Alongamentos: 20 s	7x / semana

rep sem 7 número 12 - 12 rep; 13 sem número 14 - 14 repetições);

Abdução de quadril contra a parede, de pé: (Sem 1-6 -10 rep; sem 7 a 12: 15 rep; > 13 sem: 13-20 rep);

Descida de um degrau de 20 centímetros (Sem 1 a 6: 10 rep; 7 a 12 - 12 rep; 13 a 14 - 14 repetições);

Alongamentos de quadríceps, tensor da fascia lata, isquitibiais e gastrocnêmios.

Orr <i>et al.</i> (2016)	Padrão (treinamento de força com flexões, abdominais e barras; corridas de 400 m associadas com sprints de 20 metros) com treinamento de corrida baseado em habilidades (treinamento intermitente, de alta intensidade e curta distância, prescrito de acordo com os resultados do teste de 20m)	Apenas o treinamento padrão	10 semanas	Alta	1x/semana
--------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	------------	------	-----------

Legenda: rep = repetição; GE = grupo experimental; GC = grupo controle;
Fonte: O autor, 2020.

Tabela 3. Exercícios de alongamento para a prevenção de lesões musculoesqueléticas

Estudo	Exercícios (GE)	Exercícios (GC)	Duração	Intensidade	Frequência
Pope <i>et al.</i> (2000)	Uma série de 20s de alongamento estático em gastrocnêmio, solear, isquiotibiais, quadríceps, adutores de quadril e flexores de quadril durante o aquecimento antes de todas as sessões de treinamento físico.	Aquecimento alongamento	sem 12 semanas	-	Uma série de 20s em cada perna; Alongamentos foram intercalados com 4 minutos de atividades de aquecimento, como o corrida.
Hartig e Anderson. (1999)	Uma companhia (n = 150), seguindo o mesmo programa do GC, realizou três series de alongamento de isquiotibiais ao seu programa de treinamento. Os isquiotibiais foram mantidos em alongamento por 5 série de 30s em cada uma das pernas;	A companhia controle (n = 148) manteve o seu treinamento de rotina, que também foi realizado pelo GE.	13 semanas	Alongamento	3x / semana sensação sem dor
Pope <i>et al.</i> (1998)	Alongamento de gastrocnêmio e solear após 3 min de aquecimento;	Alongamento de músculos do punho e triceps braquial após 3 min de aquecimento;	12 semanas	-	

Legenda: GE = grupo intervenção; GC = grupo controle.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 4. Programas de exercícios combinados para a prevenção de lesões musculoesqueléticas

Estudo	Exercícios (GE)	Exercícios (GC)	Duração	Intensidade	Frequência
Sell <i>et al.</i> (2016)	<p>Cada dia da semana com um treinamento específico.</p> <p>Dia 1: Condicionamento anaeróbico. Exercícios de carregamento, <i>sprints</i>, movimentos laterais e agilidade. Volume (distância total) progredindo de alto (274 m) a baixo (27 m) e intensidade de baixa para alta. O treinamento do intervalo com proporção entre atividade e recuperação de 1:3 ou 1:2.</p> <p>Dia 2: Força e resistência muscular sem equipamento. Músculos alvo incluíram adutores e abdutores de quadril, isquiotibiais, manguito rotador e rotadores do tronco.</p> <p>Dia 3: Capacidade aeróbia através de corridas intervaladas com intervalo de execução de 800-1200m com recuperação activa ou passiva de 3:30 - 05:00. Também foram realizados exercícios de equilíbrio dinâmico e estático.</p> <p>Dia 4: Força muscular e força explosiva. Similar ao dia 2. Circuito com exercícios de corpo inteiro associados a exercícios pliométricos. 40-60 diferentes saltos verticais por</p>	<p>Corridas lentas seguidas de alongamento e ginástica que foram realizados após o aquecimento. Atividades cardiorrespiratórias incluíram corrida de longa distância, marcha em estrada, corridas intervalares, e corrida com frequência cardíaca de reserva alvo. As atividades de força incluíram exercícios de resistência muscular, o circuito de sacos de areia, e exercícios de resistência com um parceiro. Cada sessão de treino terminava com atividades de recuperação e alongamento.</p>	20 semanas	-	20 a 45 minutos; 5x / semana.

sessão e a intensidade do salto foi limitado, além de flexões de braço e exercícios com medicineball.

Dia 5: Resistência aeróbia.- corridas e marchas pé foram realizadas em semanas alternadas. O ritmo mínimo foi de três milhas por hora (20 min/milha).

A distância inicial era de três milhas e foi aumentando em uma meia milha a cada marcha. Além disso, a carga transportada foi aumentada: inicialmente sem carga, para 6,8 kg e um máximo de 11,4 kg. A distância nas corridas iniciou com duas a três milhas e um ritmo constante e, gradualmente, progrediu até seis milhas.

Roos *et al.* (2015)

15 minutos de exercícios de aquecimento e alongamento dinâmico, 15 minutos de exercícios de recuperação e alongamento estático no final da sessão. A parte principal mudou com cada sessão de treinamento: treinamento de força e condicionamento aeróbico (7 sessões em 11 semanas), esportes de equipe (5 sessões em 11 semanas), corridas com obstáculos (2 sessões em 11 semanas), teste de aptidão física (3

Uma companhia reduziu as distâncias percorridas a pé durante as primeiras 4 semanas de treinamento militar básico. Uma segunda companhia realizou um programa de treinamento físico adaptado para 10 semanas.

Uma terceira empresa

10 semanas, com registro de lesões por 21 semanas)

A intensidade dos exercícios durante as sessões adaptadas foi aumentada progressivamente.

15 min; 180 minutos por semana.

	testes em 11 semanas) e orientação (1 sessão em 11 semanas).	participou em ambas as intervenções combinadas, e uma quarta empresa serviu como um grupo de controle, sem qualquer intervenção.			
Hofstetter <i>et al.</i> (2012)	O GE participou de um programa semanal adicional de treinamento em circuito ao ar livre. Grupos de 10 recrutas por estação realizaram exercícios de circuito (calistênicos e aeróbios) com exercícios de mobilidade articular para todo o corpo e marcha lenta (10 minutos), e 3 séries de 60 s dos seguintes exercícios: agachamentos, pontes em decúbito dorsal e ventral, subida de escadas, pranchas laterais, além de equilíbrio postural unilateral sobre uma trave (3 séries de 1 minuto cada), três séries de três minutos de corrida e um período de recuperação ativa (alongamento estático e lento)	A CG realizou apenas o treinamento físico padrão. Um protocolo padronizado foi utilizado em ambos os grupos de estudo.	7 semanas	exercícios eram, individualmente adaptável em termos de representante e intensidade.	60 min; 1,0 ± 0,8 vezes por semana.

Legenda: GE = grupo experimental; GC = grupo controle;

Fonte: O autor, 2020.

Os resultados da metanálise são apresentados na Figura 2. Os protocolos de prevenção de lesões parecem não reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas em militares quando foram investigadas as lesões em qualquer região do corpo (Figura 2), bem como na análise de subgrupo com os membros inferiores (Figura 3). Independentemente da análise de subgrupo realizada, protocolos de treinamento neuromuscular, alongamento, ou protocolos de exercícios combinados (Figura 4-6), não reduziram o risco de lesão.

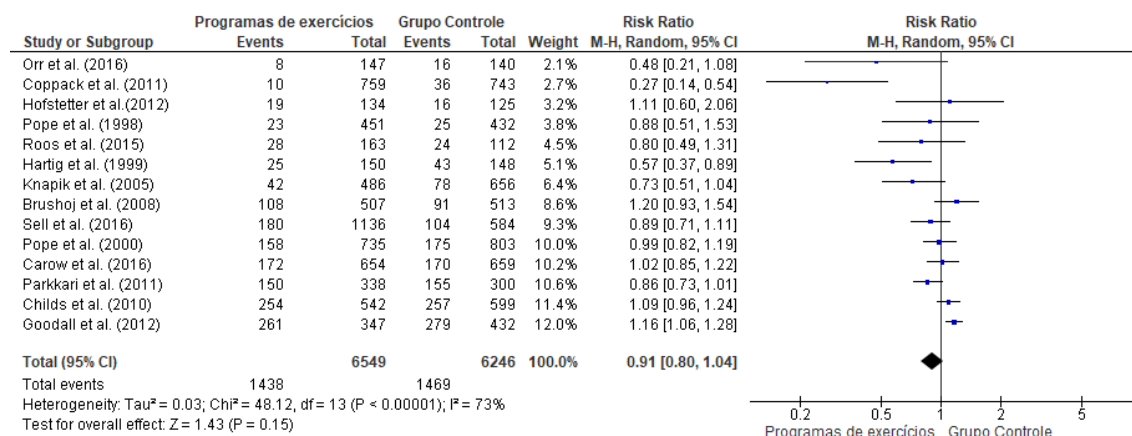


Figura 2. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os efeitos dos programas **de todos os tipos de exercícios físicos para prevenção de lesões em qualquer região do corpo**. Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

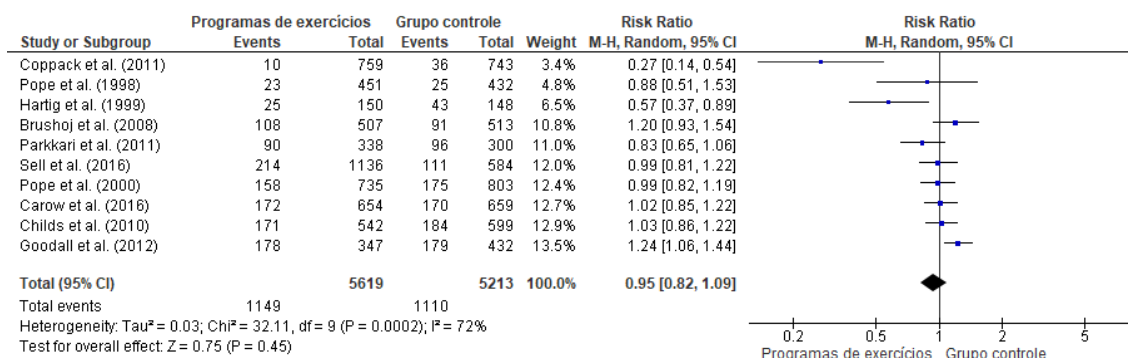


Figura 3. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os efeitos dos **programas de todos os tipos de exercicios físicos para prevenção de lesões em membros inferiores**. Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

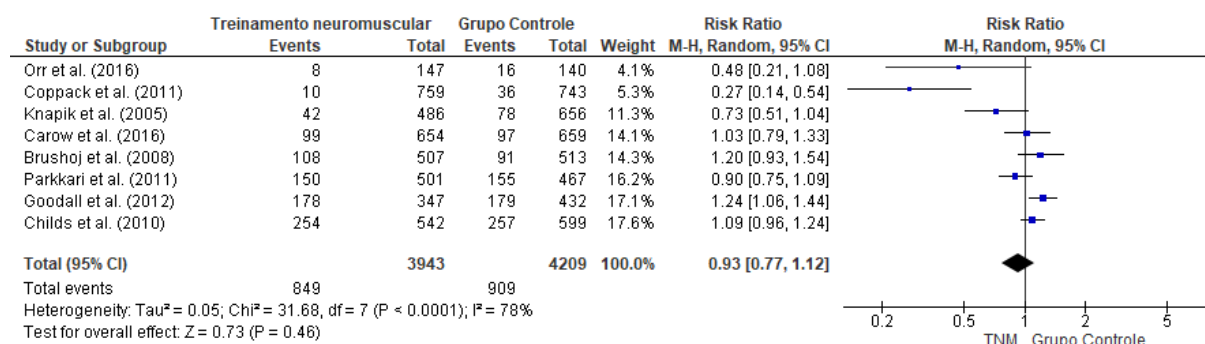


Figura 4. *Forest plot* dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os efeitos dos **programas de treinamento neuromuscular (TNM) para prevenção de lesões**. Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

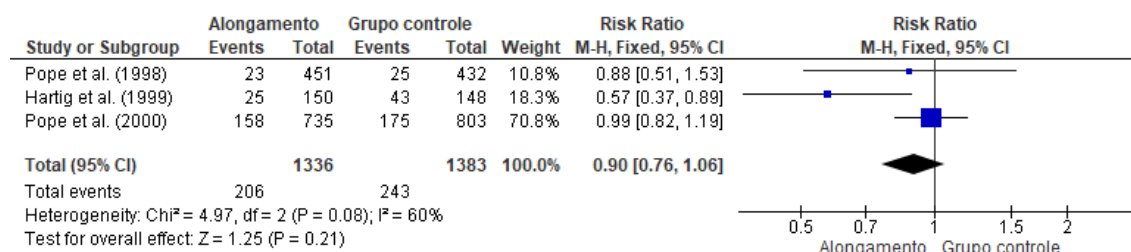


Figura 5. Forest plot dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os efeitos dos **programas de alongamento para prevenção de lesões**. Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

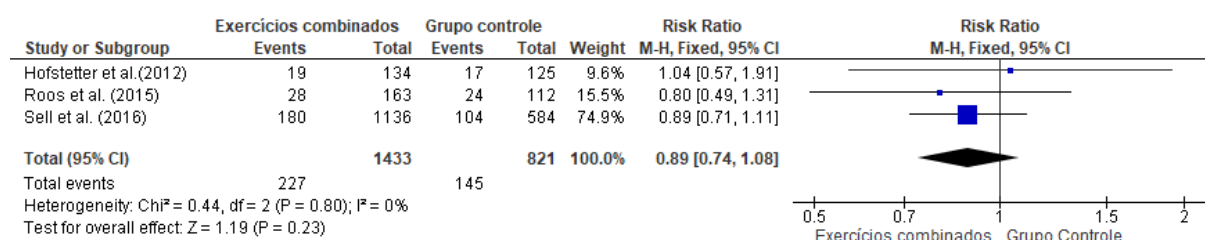


Figura 6. Forest plot dos riscos relativos (RR) com intervalo de confiança (IC) de 95% da metanálise de efeitos aleatórios para analisar os efeitos dos **programas de exercícios combinados para prevenção de lesões**. Para cada estudo, os quadrados representam os RR e as barras horizontais os limites inferior e superior do IC de 95%. A área de cada quadrado é indicativa do peso relativo do estudo na metanálise.

Fonte: O autor, 2020.

De acordo com a avaliação metodológica realizada com a Escala de Jadad (Tabela 5), apenas três estudos foram classificados com um mínimo de três pontos [42,45,46]. Além disso, apenas três estudos apresentaram um baixo risco de viés (Tabela 6), avaliado por meio da Escala de Cochrane [40,45,46]. Não houve suspeita de viés publicação na presente metanálise, pois a variação na estimativa dos resultados dos estudos selecionados dividido pelo seu erro padrão foi devida ao acaso, de acordo com o Teste de Begg (P = 0,0629) (Figura 7). O nível de evidência da metanálise foi classificado como "muito baixo" pela ferramenta GRADE (Quadro 7).

Tabela 5. Avaliação da qualidade metodológica dos estudos com a Escala de Jadad

Estudos	1	1b	2	2b	3	Ponto
Childs <i>et al.</i> (2010)	1	1	0	0	1	3
Goodall <i>et al.</i> (2012)	1	1	0	0	1	3
Brushoj <i>et al.</i> (2008)	1	-1	1	1	1	3
Coopack <i>et al.</i> (2011)	1	1	0	0	1	3
Roos <i>et al.</i> (2015)	0	0	0	0	1	1
Hofstetter <i>et al.</i> (2012)	1	-1	0	0	1	1
Carow <i>et al.</i> (2016)	1	-1	0	0	1	1
Hartig e Anderson. (1999)	0	0	0	0	1	1
Parkkari <i>et al.</i> (2011)	1	-1	0	0	1	1
Pope <i>et al.</i> (1999)	1	-1	0	0	1	1
Knapik <i>et al.</i> (2005)	0	0	0	0	1	1
Pope <i>et al.</i> (1998)	1	-1	0	0	1	1
Orr <i>et al.</i> (2016)	1	-1	1	1	1	1
Sell <i>et al.</i> (2016)	1	-1	0	0	0	0

Descrição: 1) Randomização dos participantes; 2) Estudo duplo-cego; e 3) Descrição das perdas amostrais. Se a randomização dos participantes (1a) e o cegamento duplo (2b) fossem realizados indevidamente, foi subtraído um ponto dos domínios 1 e 2.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 6. Avaliação de risco de viés através da Escala de Cochrane.

Estudos / Domínios	1	2	3	4	5	6	7	Risco
Sell et al. (2016)	Alto	Alto	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Alto
Hofstetter et al. (2012)	Alto	Alto	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Alto
Roos et al. (2015)	Alto	Alto	Baixo*	Baixo*	Alto	Baixo	Baixo	Alto
Brushoj et al. (2008)	Alto	Alto	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Alto
Carow et al. (2016)	Incerto	Incerto	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Incerto
Hartig e Anderson. (1999)	Incerto	Incerto	Baixo*	Baixo*	Incerto	Baixo	Baixo	Incerto
Knapik et al. (2005)	Incerto	Incerto	Baixo*	Baixo*	Incerto	Baixo	Baixo	Incerto
Parkkari et al. (2011)	Incerto	Incerto	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Incerto
Orr et al. (2016)	Incerto	Incerto	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Incerto
Childs et al. (2010)	Baixo	Baixo	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Goodall et al. (2012)	Baixo	Baixo	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Pope et al. (1999)	Baixo	Baixo	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Pope et al. (1998)	Baixo	Baixo	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Coopack et al. (2011)	Baixo	Baixo	Baixo*	Baixo*	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

** O baixo risco de viés foi devido à impossibilidade de cegamento de avaliadores e participantes. Domínios: 1) Geração de sequência aleatória; 2) Ocultação da randomização; 3) Cegamento de participantes e profissionais); 4) Cegamento na avaliação do desfecho; 5) Resultados incompletos; 6) Relato de desfecho seletivo; 7) Outras fontes de viés.

Fonte: O autor, 2020.

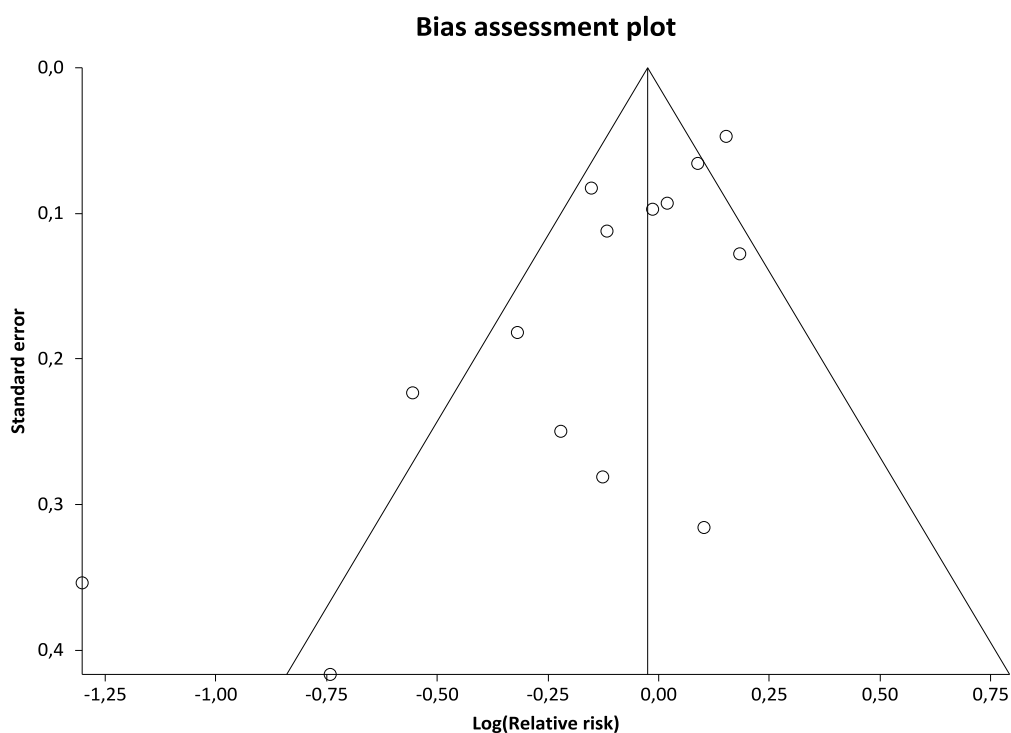


Figura 7. Funnel Plot da metanálise dos 14 estudos incluídos (treinamento neuromuscular, alongamento ou exercícios combinados). A variação nas estimativas dos resultados dos estudos selecionados dividido pelo seu erro padrão indicou que este foi por acaso, de acordo com o Teste de Begg ($P = 0,08$); Kendall's tau = -0,34.

Fonte: O autor, 2020.

Tabela 7. Nível de evidência da metanálise dos 14 estudos incluídos (treinamento neuromuscular, alongamento ou exercícios combinados) com o *Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) [57–60]

Avaliação da certeza							Sumário dos achados			
Nº de estudos	Design de estudo	Risco de viés	I ^{2b}	Evidência Indireta	Imprecisão	OC	Nº de pacientes		Efeito relativo (IC 95%)	Certeza da evidência
							GE	GC		
14	RCT	sério ^a	sério	não é sério	não é sério	não é grave ^{c,d}	1469/6246 (23.5%)	1438/6549 (22.0%)	RR = 0,91 (0,80-1,04)	⊕⊕⊕○ MODERADO

RCT = ensaios clínicos randomizados; IC = intervalo de confiança; RR = taxa de risco; a=risco de viés alto ou incerto em 9/14 estudos; I^{2/b} = inconsistência = 73%; GE = grupo de intervenção com exercícios de prevenção; GC = grupo controle; a = a maioria dos estudos apresentou risco de viés alto ou incerto através da Escala de Cochrane; OC - outras considerações.c = sem suspeita de viés publicação; d= variáveis de confundimento poderiam reduzir o efeito demonstrado.

Fonte: O autor, 2020.

DISCUSSÃO

Esta metanálise teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes programas de exercícios físicos para a prevenção de lesões musculoesqueléticas em militares. Os resultados mostraram que os programas de exercícios físicos promoveram uma redução no risco de lesões, porém esta associação foi por acaso ($RR = 0,91$ e $IC\ 95\% = 0,80-1,04$). A metanálise dos 14 estudos experimentais ou quase-experimentais mostrou que dos 6.549 participantes que realizaram os programas de exercícios físicos para a prevenção de lesões (treinamento neuromuscular, alongamentos ou exercícios combinados), 1.438 sofreram lesões em diversas regiões anatômicas, enquanto que no grupo controle, composto por 6.246 participantes, um total de 1.469 militares sofreu lesões (Figura 2). Além disso, dos 5.619 participantes que realizaram os programas de exercícios físicos para a prevenção de lesões, 1.149 sofreram lesões nos membros inferiores, enquanto entre os 5.213 participantes do grupo controle, 1.110 sofreram lesões ($RR = 0,95$ e $IC\ 95\% = 0,82-1,09$ – Figura 3).

Ao analisar o subgrupo dos estudos que realizaram diferentes tipos de treinamento neuromuscular com o intuito de prevenir lesões, dos 3.943 militares que realizaram a intervenção, 849 sofreram lesões. Já no grupo de controle, que consistiu em 4.290 participantes, o número de participantes lesionados foi 909, com um menor risco de lesões no grupo experimental, porém por acaso ($RR = 0,93$ e $IC\ 95\% = 0,77-1,12$). Já os subgrupos dos estudos que realizaram alongamento ou exercícios combinados, não houve também redução significativa do risco de lesão ($RR = 0,90$ e $95\% = 0,76-1,06$, $RR = 0,95$ e $IC\ 95\% = 0,80-1,13$, respectivamente).

Em síntese, considerando todos os tipos de exercícios físicos ou somente os treinamentos neuromusculares, os alongamentos, ou os exercícios combinados, os exercícios físicos não foram fator de proteção das lesões musculoesqueléticas. Contraditoriamente, 36 estudos com atletas e militares indicaram que alguns programas de exercícios físicos (treinamento de equilíbrio isolado ou associado a outras intervenções; programas de aquecimento; treinamento de força, e outros) reduziram a chance de lesão ($OR = 0,55$ e $IC\ 95\% = 0,46-0,66$) [10]. Dos estudos incluídos nessa metanálise, apenas dois estudos foram realizados com pessoal militar, porém sem resultados favoráveis às intervenções [44,62].

Em vários tipos de esportes, a introdução de programas de treinamento físico com o objetivo de prevenir lesões musculoesqueléticas é comum. Em atletas de rugby, um longo período de treinamento pré-temporada reduziu a chance de lesão [63]. No meio desportivo, além dos atletas estarem adaptados às suas atividades físicas, os programas de exercícios físicos preventivos de lesão são executados antes das temporadas de treinamento. Já nas Forças Armadas é o contrário: os novos militares ainda não estão adaptados às exigências físicas e, além disso, todos os estudos incluídos na presente metanálise realizou seus programas de exercícios físicos para a prevenção de lesões simultaneamente ao treinamento militar. Com isso, pode não ter sido possível a realização de aumentos graduais na carga de treinamento. Provavelmente, houve um aumento da carga interna de treinamento, que é diferente para os indivíduos com características diferentes. Sugere-se, portanto, que o risco de lesão possa ser maior em indivíduos que aumentam dramaticamente a carga de treinamento [64].

Wardle *et al.* (2017)[65] realizaram uma revisão sistemática, categorizando os estudos de acordo com a realização de programas de condicionamento físico, modificações nos calçados, uso de órteses, volume de treinamento, aptidão física, e liderança/supervisão/sensibilização. Comparando-se as categorias "condicionamento físico" e "aptidão física", que estão relacionadas com o objetivo desta metanálise, foram encontrados 29 estudos sobre condicionamento e aptidão física. Destes, cinco estudos de intervenção com militares foram incluídos [44–46,62,66]: dois apresentaram resultados favoráveis e três estudos não mostraram resultados significativos em decorrência da intervenção. Entretanto, a revisão não realizou metanálise.

Considerando-se as peculiaridades da rotina militar, composta por exercícios físicos e atividades específicas [67], o presente estudo pode contribuir para uma análise quantitativa específica para este grupo de militares, com a inclusão de estudos adicionais publicados a partir de 2014 [47,48,68,69].

A realização de exercícios físicos com intuito de prevenir lesões musculoesqueléticas deve levar em conta os fatores de risco que afetam a população [19]. Com isso, os fatores de risco podem ser classificados como intrínsecos e extrínsecos. Fatores de risco extrínsecos incluem o tipo de terreno onde as atividades são realizadas, fadiga muscular, o tipo de calçado, entre outros. Os fatores intrínsecos mais associados com lesões em militares incluem idade, índice de massa corporal, sexo,

lesão prévia e o nível de condicionamento físico no período de início da carreira (testes de corrida de 1.600 a 3.200 metros) [8,68,70,71].

O ingresso de indivíduos menos condicionados já foi relatado anteriormente [42]. Em seguida, podem ser submetidos a cargas de treinamento intensas, o que aumenta o risco de lesões, principalmente nos membros inferiores [14,64,72]. Nem sempre é possível a realização de um período de adaptação ou o início gradual às atividades. Portanto, o programa de exercícios para a prevenção de lesões costuma ocorrer simultaneamente ao treinamento militar específico, cujo contexto difere dos esportes devido a períodos de descanso limitados, rotina rigorosamente seguida e treinamento em grupo. Programas de exercícios físicos para a prevenção de lesões realizados simultaneamente com os cursos podem ter a maior chance de serem aceitos e adotados no mundo real, e em muitas situações pode ser a única abordagem possível [42].

O desenvolvimento de um programa de prevenção de lesões deve, idealmente, seguir cinco passos: 1) observação, 2) pesquisa de campo e investigação, 3) estudos de intervenção e revisões sistemáticas, 4) programa e política de implementação, e 5) avaliação e acompanhamento do programa. As presente metanálise contribui para a terceira etapa, pois revisões anteriores não realizaram a análise quantitativa dos estudos incluídas [65,73], abordando os efeitos dos programas de prevenção especificamente para a população militar [74].

Protocolos de exercícios

Programas de TNM tem como objetivo reduzir o risco de lesão por alterar fatores de risco relacionados ao sistema neuromuscular [37], tais como fadiga muscular, ativação muscular, desequilíbrios musculares, e outros [75,76]. Na presente metanálise, os exercícios de TNM foram diferentes entre os estudos. Alguns estudos realizaram agachamento [36] exercícios de equilíbrio postural, [46] saltos, [36], fortalecimento do CORE [36,45], entre outros. De forma antagônica, revisões anteriores realizadas com atletas mostraram que o TNM reduz a chance de lesões [10,15,17]. Foi sugerido que tais exercícios físicos poderiam promover alterações benéficas no sistema neuromuscular, devido à plasticidade neural, o que poderia reduzir o risco de lesões. Em jovens atletas de diferentes modalidades esportivas, a realização do treinamento neuromuscular por 10-15 minutos, duas a três vezes por semana, com um volume de treinamento semanal

de 30-60 minutos, promoveu efeitos protetores nos estudos que realizaram 20- 60 sessões de treino (RR = 0,58 e IC 95% = 0,47-0,72), com uma redução de risco de 42% para lesões de membros inferiores. Os programas consistiam em múltiplos componentes (geralmente força muscular, equilíbrio postural e agilidade) ou apenas exercícios de equilíbrio postural. O programa mais comumente usado foi o "FIFA 11", um protocolo multi-componente da *Fédération Internationale de Football Association*, que consiste em exercícios de corrida, força muscular e equilíbrio postural [77]. Alguns estudos com atletas iniciaram os programas de prevenção no início de pré-temporada esportiva [77]. Nos estudos incluídos nesta metanálise, os programas de exercícios físicos para prevenção de lesões ocorreram de forma simultânea ao treinamento militar. Enquanto no meio desportivo os programas preventivos costumam iniciar antes da temporada de competições, no meio militar (todos os estudos incluídos nesta metanálise) os programas de exercícios para a prevenção de lesões são iniciados simultaneamente com a “temporada de atividades físicas e militares”. Em decorrência disso, os programas de exercícios físicos, ao invés de preventivos, podem ter sobrecarregado o treinamento militar potencialmente já muito exigente, aumentando o risco de lesões [15].

Exercícios de alongamento foram objeto de apenas três dos estudos incluídos: foi realizada a intervenção somente nos isquiotibiais [78], em gastrocnêmios e solear [79] ou com seis exercícios de alongamento diferentes [40]. No estudo de de Hartig e Anderson [78], verificou-se um efeito protetor no grupo que realizou o alongamento. No entanto, na análise de subgrupo, apesar de ser constituída por apenas três estudos, não mostrou nenhum aumento ou redução do risco de lesão (Figura 5). Da mesma forma, uma metanálise que avaliou os efeitos de exercícios de alongamento em quatro estudos com atletas não mostraram um efeito protetor para alongamento (OR=0,92 e IC 95%=0,80-1,06), corroborando a falta de associação encontrada para esta intervenção [10].

Os protocolos que exercícios combinados empregaram diferentes protocolos de exercícios, porém associando TNM com exercícios aeróbios [43,47,48]. Contudo, os treinamentos empregados não reduziram o risco de lesões (Figura 6). Em atletas, principalmente jogadores de futebol, a realização de exercícios combinados com treinamento neuromuscular teve um efeito protetor (OR=0,46; IC 95%=0,32-0,64), embora com alta inconsistência entre os estudos ($I^2=63\%$) e com protocolos de exercícios diferentes do metanálise atual [10].

Embora os estudos da presente metanálise tenham sido analisados de forma geral (Figura 2) e em subgrupos (Figuras 3-6), devido às semelhanças entre os tipos de treinamentos, as diferenças nos protocolos dos estudos foram evidentes, o que torna difícil identificar potenciais estratégias preventivas [17]. Por exemplo, a duração das intervenções variou de 6 a 26 semanas. Além disso, a duração das sessões de exercícios variou de 5 a 60 minutos (Tabela 1). Desta forma, houve grande heterogeneidade entre os protocolos de exercícios físicos para a prevenção de lesões, com altos valores de I^2 (Figuras 2-5).

Definição de Lesões

A falta de padronização em relação à definição de lesões pode impedir uma comparação adequada dos resultados de um estudo em que no resultado foi avaliado o risco ou incidência de lesão. No presente estudo, apenas três estudos preencheram todos os três critérios para a definição das lesões [44–46]: I) a lesão ter promovido atenção médica; II) a lesão ter sido relacionada ao treinamento; e III) promover afastamento ou adaptação das atividades físicas militares por, no mínimo, 24 horas. Deve-se ressaltar que o terceiro critério é de fundamental importância para evitar os resultados de estudos realizados com lesões (danos físicos para o sistema musculoesquelético que prejudicou a realização das funções por mais de 24 horas) sendo comparado a sintomas musculoesqueléticos transitórios (menos de 24 horas). Idealmente, os estudos devem informar a gravidade das lesões de acordo com o período de afastamento das funções [61]. Considerando que a maioria dos estudos só cumpriu um dos critérios para definir as lesões (necessidade de atenção médica)[43,47,48,78], isso pode ter contribuído para o fato de que esta metanálise não ter encontrado nenhum efeito protetor para o treinamento neuromuscular, exercícios de alongamento ou exercícios combinados.

A qualidade metodológica dos estudos

Apenas três estudos obtiveram três pontos na Escala de Jadad [42,45,46], com dois destes estudos entre os cinco que apresentaram um baixo risco de viés [40,45,46,66,79]. Os estudos de Childs *et al.* [45] e Goodall *et al.* [46] apresentaram melhor qualidade metodológica e um baixo risco de viés, que pertence ao subgrupo "treinamento neuromuscular". Apenas dois estudos mostraram que a intervenção promoveu um menor risco de lesão [46,78] no entanto, um destes estudos apresentou

um risco incerto de viés [78]. O estudo por Goodall *et al.* [46] realizou um treinamento com exercícios de equilíbrio e agilidade por mais de 80 dias, apenas 5 minutos, 3 a 4 vezes por semana. Exercícios de equilíbrio e agilidade foram realizados, tais como desacelerações rápidas, saltos e mudanças de direção (corte e rotação). Em geral, não houve cegamento dos avaliadores, a randomização foi insuficiente ou ausente (em decorrência da impossibilidade de cegamento), e as taxas de atrito nem sempre foram descritas. Devido à natureza da atividade militar, com eventual concorrência entre os participantes, a randomização foi impraticável na maioria dos estudos. Uma opção foi o sorteio grupos de militares ou pelotões, visto que é indispensável no meio militar o desenvolvimento do espírito de grupo e de corpo para o cumprimento das tarefas e missões. No entanto, o mascaramento de procedimentos de avaliação do desfecho (lesões) e o registo das perdas amostrais são totalmente viáveis, e podem ser realizados em futuros estudos.

Pontos fortes e limitações do estudo

Um dos pontos fortes desta metanálise foi a avaliação dos riscos relativos de vários tipos de exercícios físicos para a prevenção de lesões musculoesqueléticas, classificando-as por grupos de exercícios similares (treinamento neuromuscular, alongamentos e exercícios combinados). Como os participantes de todos os estudos incluídos nesta metanálise eram militares, houve um maior controle de variáveis de confundimento, porque grupos militares costumam ser submetidos às mesmas rotinas de atividades, incluindo exercícios físicos, alimentação e descanso. Por fim, em adição a uma busca extensiva e abrangente em diversas bases de dados (Figura 1), não houve viés de publicação, a evidência foi direta e os resultados foram precisos, conferindo um grau de evidência moderado para a metanálise (Tabela 7).

No entanto, há limitações. Em primeiro lugar, o nível elevado de heterogeneidade dos estudos ($I^2 \geq 73\%$), devido aos diferentes protocolos de exercícios físicos e duração dos programas (Figura 2 e Tabelas 2-4) e o elevado e incerto risco de viés em 9/14 dos estudos (Tabela 6) pode ter interferido nos resultados encontrados. Os diferentes protocolos de exercícios parecem ter contribuído sobremaneira na heterogeneidade. Este fato foi corroborado ao realizar as análises de subgrupo, com redução do valor de I^2 para 60% e 0% nos estudos que realizaram alongamento e exercícios combinados, respectivamente (Figuras 5 e 6).

CONCLUSÃO

Os atuais programas de exercícios físicos não tiveram êxito na prevenção de lesões em militares. Possivelmente, a execução dos programas de exercícios físicos para prevenir as lesões simultaneamente com o treinamento militar sobrecarregou os militares, tornando-os mais suscetíveis à fadiga muscular e ao aparecimento de lesões. Sugere-se que os programas de exercícios físicos para a prevenção de lesões sejam realizados antes dos cursos militares, permitindo assim uma adaptação mais gradual e obtenção dos benefícios do programa de prevenção de lesões antes do treinamento militar específico.

REFERÊNCIAS

- [1] GRIER. Evaluating injury risk and gender performance on health- and skill-related fitness assessments. *Journal of Strength and Conditioning*, v. 31, n. 4, p. 971–980, 2017.
- [2] ANDERSON, M. K. et al. Occupation and other risk factors for injury among enlisted U . S . Army Soldiers. *Public Health*, v. 129, n. 5, p. 531–538, 2015.
- [3] ORR, R. M. et al. Reported Load Carriage Injuries of the Australian Army Soldier. p. 316–322, 2015.
- [4] MATILLA, V. et al. Risk Factors for Bone Stress Injuries: A Follow-up Study of 102,515 Person-Years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, p. 1061–1066, 2007.
- [5] SMITH, G. S.; DANNENBERG, A. L.; AMOROSO, P. J. Hospitalization due to injuries in the military - Evaluation of current data and recommendations on their use for injury prevention. *American journal of preventive medicine*, v. 18, n. 3, S, p. 41–53, 2000.
- [6] GEARY, K. G.; CROFT, A. M. Acute knee injuries in military personnel: A case-control study of the effectiveness of direct-access magnetic resonance imaging in a primary care setting. *Military Medicine*, v. 172, n. 4, p. 436–439, 2007.
- [7] ROY, T. C.; RITLAND, B. M.; SHARP, M. A. A Description of Injuries in Men and Women While Serving in Afghanistan. *Military Medicine*, v. 180, p. 126–131, 2017.
- [8] TEYHEN, D. S. et al. What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal Injury in US Army Rangers? A Prospective Prognostic Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 2015.
- [9] ARMED FORCES HEALTH SURVEILLANCE CENTER. Medical evacuations from Afghanistan during Operation Enduring Freedom, active and reserve components, U.S. Armed Forces, 7 October 2001-31 December 2012. *Medical Surveillance Monthly Report*, v. 20, n. 6, p. 2–8, 2013.
- [10] LEPPÄNEN, M. et al. Interventions to prevent sports related injuries: A systematic

review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, v. 44, n. 4, p. 473–486, 2014.

[11] TAANILA, H. et al. Low physical fitness is a strong predictor of health problems among young men: a follow-up study of 1411 male conscripts. *BMC public health*, v. 11, p. 590, jul. 2011.

[12] COSIO-LIMA, L. et al. Associations Between Functional Movement Screening , the Y Balance Test , and Injuries in Coast Guard Training. *Military Medicine*, v. 181, n. July, p. 643–649, 2016.

[13] POWERS, C. M. The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 40, n. 2, p. 42–51, 2010.

[14] TAANILA, H. et al. Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, p. 104, 2015.

[15] STEIB, S. et al. Dose-response relationship of Neuromuscular training for injury prevention in youth athletes: A meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, v. 8, n. NOV, 2017.

[16] BISCIOTTI, G. N. et al. ACL injury in football: A literature overview of the prevention programs. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, v. 6, n. 4, p. 473–479, 2016.

[17] EMERY, C. A. et al. Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 13, p. 865–870, 2015.

[18] O'BRIEN, J.; FINCH, C. F. The Implementation of Musculoskeletal Injury-Prevention Exercise Programmes in Team Ball Sports: A Systematic Review Employing the RE-AIM Framework. *Sports Medicine*, n. October 2015, p. 1305–1318, 2014.

[19] KAUFMAN, K. R.; BRODINE, S.; SHAFFER, R. Military training-related injuries - Surveillance, research, and prevention. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 18, n. 3, S, p. 54–63, 2000.

[20] ARMSTRONG, D. W. et al. Stress fracture injury in young military men and women. *Bone*, v. 35, p. 806–816, 2004.

[21] BEDNO, S. et al. Effects of personal and occupational stress on injuries in a young, physically active population: A survey of military personnel. *Military Medicine*, v. 179,

n. 11, p. 1311–1318, 2014.

[22] BLACKER, S. D.; WILKINSON, D. M.; RAYSON, M. P. Gender differences in the physical demands of British Army recruit training. *Military Medicine*, v. 174, n. 8, p. 811–816, 2009.

[23] FINESTONE, A. et al. Overuse Injuries in Female Infantry Recruits during Low-Intensity Basic Training. *Medicine Science in Sport and Exercise*, p. 630–635, 2008.

[24] MONNIER, A. et al. Risk factors for back pain in marines ; a prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 17, p. 1–12, 2016.

[25] HENDERSON, N. E. et al. Injuries and Injury Risk Factors among Men and Women in U . S . Army Combat Medic Advanced Individual Training. *Military medicine*, v. 9, n. November 1999, p. 647–652, 2000.

[26] KNAPIK, J. J. et al. A prospective investigation of injury incidence and risk factors among army recruits in combat engineer training. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, v. 8, n. 1, p. 1, 2013.

[27] TAANILA, H. et al. Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: A population-based cohort study *Epidemiology of musculoskeletal disorders. BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, n. 1, 2015.

[28] HEIR, T.; EIDE, G. Injury proneness in infantry conscripts undergoing a physical training programme: smokeless tobacco use , higher age , and low levels of physical fitness are risk factors. *Scand J Med Sci Sports*, v. 7, n. 1 1, p. 304–311, 1997.

[29] MALLOY, P. Hip External Rotator Strength is Associated With Better Dynamic Control of the Lower Extremity During Landing Tasks. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 1, 2016.

[30] ROSENDAL, L. et al. Incidence of injury and physical performance adaptations during military training. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, v. 13, n. 3, p. 157–63, 2003.

[31] BOOTH-KEWLEY, S.; LARSON, G. E.; HIGHFILL-MCROY, R. M. Psychosocial predictors of return to duty among marine recruits with musculoskeletal injuries. *Military medicine*, v. 174, n. 2, p. 139–152, fev. 2009.

[32] KAZMAN, J. B. et al. Physical fitness and injury reporting among active duty and National Guard/Reserve women: associations with risk and lifestyle factors. *U.S. Army Medical Department journal*, p. 49–57, 2015.

[33] SCHOENFELD, A. J. et al. The influence of musculoskeletal conditions, behavioral health diagnoses, and demographic factors on injury-related outcome in a

high-demand population. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, v. 96, n. e106, p. 1–8, 2014.

[34] ROY, T. C. et al. Heavy loads and lifting are risk factors for musculoskeletal injuries in deployed female soldiers. *Military Medicine*, v. 181, n. 11, p. e1476–e1483, 2016.

[35] POPOVICH, R. M. et al. Effect of rest from running on overuse injuries in Army basic training. *American journal of preventive medicine*, v. 18, n. 3 SUPPL. CC-Bone, Joint and Muscle Trauma CC-Work, p. 147- 155, abr. 2000.

[36] CAROW, S. D. et al. Risk of Lower Extremity Injury in a Military Cadet Population After a Supervised Injury-Prevention Program. *Journal of Athletic Training*, v. 51, n. 11, p. 905–918, nov. 2016.

[37] HERMAN, K. et al. The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BMC Medicine*, v. 10, p. 1–12, 2012.

[38] WARDLE, S. L.; GREEVES, J. P. Mitigating the risk of musculoskeletal injury: A systematic review of the most effective injury prevention strategies for military personnel. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 20, p. S3–S10, 2017.

[39] FRADKIN, A. J.; GABBE, B. J.; CAMERON, P. A. Does warming up prevent injury in sport?. The evidence from randomised controlled trials? *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 9, n. 3, p. 214–220, 2006.

[40] POPE, R. P. et al. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 32, n. 2, p. 271–277, 2000.

[41] COPPACK, R. J.; ETHERINGTON, J.; WILLS, A. K. The Effects of Exercise for the Prevention of Overuse Anterior Knee Pain. *American Journal of Sports Medicine*, 2011.

[42] BRUSHØJ, C. et al. Prevention of overuse injuries by a concurrent exercise program in subjects exposed to an increase in training load: A randomized controlled trial of 1020 army recruits. *American Journal of Sports Medicine*, v. 36, n. 4, p. 663–670, 2008.

[43] HOFSTETTER, M.-C.; MÄDER, U.; WYSS, T. Effects of a seven-week outdoor circuit training program on Swiss Army recruits. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 26, n. 12, p. 1, 2011.

[44] PARKKARI, J. et al. Neuromuscular training with injury prevention counselling to

decrease the risk of acute musculoskeletal injury in young men during military service: a population-based, randomised study. *BMC Medicine*, v. 9, n. 1, p. 35, 2011.

[45] CHILDS, J. D. et al. Effects of Traditional Sit-up Training Versus Core Stabilization Exercises on Short-Term Musculoskeletal Injuries in US Army Soldiers: A Cluster Randomized Trial. *Physical Therapy*, v. 90, n. 10, p. 1404–1412, 2010.

[46] GOODALL, R. L. et al. Balance and agility training does not always decrease lower limb injury risks: A cluster-randomised controlled trial. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, v. 20, n. 3, p. 271–281, 2013.

[47] SELL, T. C. et al. The Eagle Tactical Athlete Program Reduces Musculoskeletal Injuries in the 101st Airborne Division (Air Assault). *Military Medicine*, v. 181, n. 3, p. 250–257, 2016.

[48] ROOS, L. et al. Adapted Marching Distances and Physical Training Decrease Recruits' Injuries and Attrition. *Military Medicine*, v. 180, n. 3, p. 329–336, 2015.

[49] WELLS, G. A. et al. *The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta- analyses*. Disponível em: <http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp>. Acesso em: 16 out. 2017.

[50] MOHER, D. et al. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Physical Therapy*, v. 89, n. 9, p. 873–880, 2009.

[51] JADAD, A. et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Controlled Clinical Trials*, v. 17, n. 1, p. 1–12, 1996.

[52] KNAPIK, J. J. et al. Injuries and injury prevention among senior military officers at the Army War College. *Military Medicine*, v. 167, n. 7, p. 593–599, jul. 2002.

[53] PEDROSA, A. et al. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagn Tratamento*, v. 18, n. 1, p. 38–44, 2013.

[54] HIGGINS, J. P. T. et al. The Cochrane Collaboration ' s tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, p. 1–9, 2011.

[55] MOOLA, S. et al. Conducting systematic reviews of association (etiology): The Joanna Briggs Institute's approach. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, v. 13, p. 163–169, 2015.

[56] ZECH, A. et al. Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 41, n. 10, p. 1831–

1841, 2009.

[57] GUYATT, G. H. et al. GRADE guidelines 6. Rating the quality of evidence - Imprecision. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1283–1293, 2011.

[58] GUYATT, G. H. et al. GRADE guidelines: 5. Rating the quality of evidence - Publication bias. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1277–1282, 2011.

[59] GUYATT, G. H. et al. GRADE guidelines: 7. Rating the quality of evidence - Inconsistency. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1294–1302, 2011.

[60] GUYATT, G. H. et al. GRADE guidelines: 8. Rating the quality of evidence - Indirectness. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 64, n. 12, p. 1303–1310, 2011.

[61] HÄGGLUND, M. et al. Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *British journal of sports medicine*, v. 39, n. 6, p. 340–6, 2005.

[62] BRUSHØJ, C. et al. Prevention of overuse injuries by a concurrent exercise program in subjects exposed to an increase in training load: a randomized controlled trial of 1020 army recruits. *American Journal of Sports Medicine*, v. 36, n. 4, p. 663–670, abr. 2008.

[63] WINDT, J. et al. Training load-Injury paradox: Is greater preseason participation associated with lower in-season injury risk in elite rugby league players? *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, n. 8, p. 645–650, 2017.

[64] NIELSEN, R. O. et al. Training load and structure-specific load: applications for sport injury causality and data analyses. *British Journal of Sports Medicine*, p. bjsports-2017-097838, 2017.

[65] WARDLE, S. L.; GREEVES, J. P. the most effective injury prevention strategies for military personnel. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2017.

[66] COPPACK, R. J.; ETHERINGTON, J.; WILLS, A. K. The Effects of Exercise for the Prevention of Overuse Anterior Knee Pain: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Sports Medicine*, v. 39, n. 5, p. 940–948, maio 2011.

[67] POPOVICH, R. M. et al. Effect of rest from running on overuse injuries in army basic training. *American journal of preventive medicine*, v. 18, n. 3 Suppl, p. 147–155, abr. 2000.

[68] ORR, R. M.; FORD, K.; STIERLI, M. Implementation of an Ability-Based Training Program in Police Force Recruits. *Journal of strength and conditioning research*, v. 30, n. 10, p. 2781–2787, out. 2016.

[69] CAROW, S. D. et al. Risk of Lower Extremity Injury in a Military Cadet

Population After a Supervised Injury-Prevention Program. *Journal of Athletic Training* (Allen Press), v. 51, n. 11, p. 905–918, nov. 2016.

[70] CAROW, S. et al. Risk of lower extremity injury in a military cadet population after a supervised injury-prevention program. *Journal of Athletic Training*, v. 49, n. 3, 2014.

[71] LEGGAT, P. A. et al. Military training and musculoskeletal disorders. *Journal of Musculoskeletal Pain*, v. 15, n. 2, p. 25–32, jun. 2007.

[72] BOOTH, M.; ORR, R.; COBLEY, S. The effect of training loads on performance measures and injury characteristics in rugby league players. A systematic review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 32, p. 1–44, 2017.

[73] BULLOCK, S. H. et al. Prevention of Physical Training-Related Injuries Recommendations for the Military and Other Active Populations Based on Expedited Systematic Reviews. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 38, n. 1, p. S156–S181, jan. 2010.

[74] LEPPÄNEN, M. et al. Interventions to prevent sports related injuries: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, v. 44, n. 4, p. 473–486, 2014.

[75] FORT-VANMEERHAEGHE, A. et al. Integrative Neuromuscular Training and Injury Prevention in Youth Athletes. Part I. *Strength and Conditioning Journal*, v. 38, n. 3, p. 36–48, 2016.

[76] FAUDE, O., RÖSSLER, R., PETUSHEK, E. J., ROTH, R., ZAHNER, L., AND DONATH, L. Neuromuscular adaptations to multimodal injury prevention programs in youth sports. A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Front. Physiol*, v. 8, p. 791, 2017.

[77] LONGO, U. G. et al. The FIFA 11+ program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: A cluster randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, v. 40, n. 5, p. 996–1005, 2012.

[78] HARTIG, D. E.; HENDERSON, J. M. Increasing Hamstring Flexibility Decreases Lower Extremity Overuse Injuries in Military Basic Trainees. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 27, n. 2, p. 173–176, 1999.

[79] POPE, R.; HERBERT, R.; KIRWAN, J. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Australian Physiotherapy*, v. 44, n. 3, p. 165–172, 1998.

APÊNDICE A

Equações de busca utilizadas na revisão sistemática

Base	Search phrase
MEDLINE	(((((((((((((((Military[Title/Abstract] OR "Armed Forces Personnel"[Title/Abstract]) OR "Armed Forces"[Title/Abstract]) OR "Army Personnel"[Title/Abstract]) OR "Coast Guard"[Title/Abstract]) OR Submariner[Title/Abstract]) OR Submariners[Title/Abstract]) OR "Navy Personnel"[Title/Abstract]) OR Navy[Title/Abstract]) OR Sailors[Title/Abstract]) OR Sailor[Title/Abstract]) OR Soldiers[Title/Abstract]) OR Soldier[Title/Abstract]) OR Recruit[Title/Abstract]) OR Recruits[Title/Abstract]) OR "Air Force Personnel"[Title/Abstract]) OR "air force"[Title/Abstract]) OR Marines[Title/Abstract]) AND ((((((Trauma[Title/Abstract] OR Traumas[Title/Abstract]) OR Injuries[Title/Abstract]) OR Injury[Title/Abstract]) OR "sports injury"[Title/Abstract]) OR "sports injuries"[Title/Abstract]) OR "athletic Injury"[Title/Abstract]) OR "athletic injuries"[Title/Abstract])) AND (((((((((((((((((((Exercises[Title/Abstract] OR exercise[Title/Abstract]) OR "Physical Activity"[Title/Abstract]) OR "Physical Activities"[Title/Abstract]) OR "Physical Exercise"[Title/Abstract]) OR "Physical Exercises"[Title/Abstract]) OR "Isometric Exercises"[Title/Abstract]) OR "Isometric Exercise"[Title/Abstract]) OR "Exercise Training"[Title/Abstract]) OR "Exercise Trainings"[Title/Abstract]) OR "preventive therapy"[Title/Abstract]) OR Preventive[Title/Abstract]) OR Prophylaxis[Title/Abstract]) OR "preventive measures"[Title/Abstract]) OR Prevention[Title/Abstract]) OR "Prevention program"[Title/Abstract]) OR Control[Title/Abstract]) OR "movement training"[Title/Abstract]) OR neuromuscular[Title/Abstract]) OR proprioceptive[Title/Abstract]) OR proprioception[Title/Abstract]) OR plyometric[Title/Abstract]) OR training[Title/Abstract]) OR program[Title/Abstract]) OR programme[Title/Abstract]) OR warmup[Title/Abstract]) OR "warm up"[Title/Abstract])
CINAHL	AB (military OR Armed Forces Personnel OR Armed Forces OR Army Personnel OR Coast Guard OR submariner OR submariners OR Navy Personnel OR navy OR sailors OR sailor OR soldiers OR soldier OR recruit OR recruits OR Air Force Personnel OR air force OR marines) AND AB (trauma OR traumas OR injuries OR injury OR sports injury OR sports injuries OR athletic Injury OR athletic injuries) AND AB (exercises OR exercise OR Physical Activity OR Physical Activities OR Physical Exercise OR Physical Exercises OR Isometric Exercises OR Isometric Exercise OR Exercise Training OR Exercise Trainings OR preventive therapy OR preventive OR prophylaxis OR preventive measures OR prevention OR Prevention program OR control OR movement training OR neuromuscular OR proprioceptive OR proprioception OR plyometric OR training OR program OR programme OR warmup up OR warmup)

LILACS, via BVS	tw:((tw:(military OR "Armed Forces Personnel" OR "Armed Forces" OR "Army Personnel" OR "Coast Guard" OR submariner OR submariners OR "Navy Personnel" OR navy OR sailors OR sailor OR soldiers OR soldier OR recruit OR recruits OR "Air Force Personnel" OR "air force" OR marines)) AND (tw:(trauma OR traumas OR injuries OR injury OR "sports injury" OR "sports injuries" OR "athletic Injury" OR "athletic injuries")) AND (tw:(exercises OR exercise OR "Physical Activity" OR "Physical Activities" OR "Physical Exercise" OR "Physical Exercises" OR "Isometric Exercises" OR "Isometric Exercise" OR "Exercise Training" OR "Exercise Trainings" OR "preventive therapy" OR preventive OR prophylaxis OR "preventive measures" OR prevention OR "Prevention program" OR control OR "movement training" OR neuromuscular OR proprioceptive OR proprioception OR plyometric OR training OR program OR programme OR "warm up" or warmup)))) AND (db:("LILACS"))
SPORTDiscus	AB (military OR Armed Forces Personnel OR Armed Forces OR Army Personnel OR Coast Guard OR submariner OR submariners OR Navy Personnel OR navy OR sailors OR sailor OR soldiers OR soldier OR recruit OR recruits OR Air Force Personnel OR air force OR marines) AND AB (trauma OR traumas OR injuries OR injury OR sports injury OR sports injuries OR athletic Injury OR athletic injuries) AND AB (exercises OR exercise OR Physical Activity OR Physical Activities OR Physical Exercise OR Physical Exercises OR Isometric Exercises OR Isometric Exercise OR Exercise Training OR Exercise Trainings OR preventive therapy OR preventive OR prophylaxis OR preventive measures OR prevention OR Prevention program OR control OR movement training OR neuromuscular OR proprioceptive OR proprioception OR plyometric OR training OR program OR programme OR warmup up OR warmup)
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY (injuries OR injury OR trauma OR traumas OR "sports injury" OR "sports injuries" OR "athletic Injury" OR "athletic injuries")) AND ((TITLE-ABS-KEY (military OR "Armed Forces Personnel" OR "Armed Forces" OR "Army Personnel" OR "Coast Guard" OR submariner OR submariners OR "Navy Personnel" OR navy OR sailors OR sailor OR soldiers OR soldier OR recruit OR recruits)) OR (TITLE-ABS-KEY ("Air Force Personnel" OR "air force"))) AND ((TITLE-ABS-KEY (exercises OR exercise OR "Physical Activity" OR "Physical Activities" OR "Physical Exercise" OR "Physical Exercises" OR "Isometric Exercises" OR "Isometric Exercise" OR "Exercise Training" OR "Exercise Trainings" OR "preventive therapy")) OR (TITLE-ABS-KEY (preventive OR prophylaxis OR "preventive measures" OR prevention OR "Prevention program" OR control OR "movement training" OR neuromuscular OR proprioceptive OR training OR program OR programme OR warmup OR warm-up))) AND NOT INDEX (medline) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))
WEB OF SCIENCE	((TÍTULO: (((((((((((((((Military OR "Armed Forces Personnel") OR "Armed Forces") OR "Army Personnel") OR "Coast Guard") OR Submariner) OR Submariners) OR "Navy Personnel") OR Navy) OR Sailors) OR Sailor) OR Soldiers) OR Soldier) OR Recruit) OR Recruits) OR "Air Force Personnel") OR "air force") OR Marines) AND TÍTULO: (((((((((((((((Trauma OR Traumas) OR Injuries) OR Injury) OR "sports injury") OR "sports injuries") OR "athletic Injury") OR "athletic injuries")) AND TÍTULO: (((((((((((((((((((Exercises OR exercise) OR "Physical Activity") OR "Physical Activities") OR "Physical Exercise") OR "Physical Exercises") OR "Isometric Exercises")

	<p><u>OR "Isometric Exercise") OR "Exercise Training") OR "Exercise Trainings") OR "preventive therapy") OR Preventive) OR Prophylaxis) OR "preventive measures") OR Prevention) OR "Prevention program") OR Control) OR "movement training") OR neuromuscular) OR proprioceptive) OR proprioception) OR plyometric) OR training) OR program) OR programme) OR warmun) OR warm-up'))</u></p>
COCHRANE Central	<p>Military OR "Armed Forces Personnel" OR "Armed Forces" OR "Army Personnel" OR "Coast Guard" OR Submariner OR Submariners OR "Navy Personnel" OR Navy OR Sailors OR Sailor OR Soldiers OR Soldier OR Recruit OR Recruits OR "Air Force Personnel" OR "air force" OR Marines in Title Abstract Keyword AND Trauma OR Traumas OR Injuries OR Injury OR "sports injury" OR "sports injuries" OR "athletic Injury" OR "athletic injuries" in Title Abstract Keyword AND Exercises OR exercise OR "Physical Activity" OR "Physical Activities" OR "Physical Exercise" OR "Physical Exercises" OR "Isometric Exercises" OR "Isometric Exercise" OR "Exercise Training" OR "Exercise Trainings" OR "preventive therapy" OR Preventive OR Prophylaxis OR "preventive measures" OR Prevention OR "Prevention program" OR Control OR "movement training" OR neuromuscular OR proprioceptive OR proprioception OR plyometric OR training OR program OR programme OR warmup OR up" OR warmup OR up" in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)</p>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objeto de estudo desta Tese foi investigar a associação entre padrões de movimentos e lesões musculoesqueléticas. Após realizar sete estudos, sendo duas revisões sistemáticas, duas metanálises, um estudo de confiabilidade e um estudo de coorte, alinhados com este tema, pode-se chegar às seguintes considerações finais: Idade, lesão prévia, sobrepeso ou obesidade e desempenho em testes de corrida de 1.600 a 3.200 metros são fatores de risco de lesões musculoesqueléticas em militares. Em mulheres, há um risco de lesão aumentado em 2,44 vezes em até 12 meses de seguimento, não havendo diferença de risco a partir de então entre homens e mulheres; Os padrões de movimentos avaliados pelo *Functional Movement Screening*TM (FMS) podem estar associados com o risco de lesões em pessoas que praticam exercícios físicos, porém não foram encontrados estudos que os padrões de movimentos tenham sido avaliados pela Avaliação Dinâmica do MovimentoTM (DMA) e o risco de lesões; Indivíduos classificados como “alto risco” avaliados pelo FMSTM são 51% mais suscetíveis de serem acometidos por lesão do que os classificados como tendo “baixo risco”; Entretanto, foi ressaltada a importância de que haveria uma potencial influência do treinamento e/ou orientação dos movimentos a serem realizados, na classificação de risco de lesão; A presença de disfunções de movimento no Teste de Agachamento Profundo, único dos testes do FMS e DMA que teve a associação com o risco de lesões avaliada por estudos de coorte parece ser um preditor das lesões musculoesqueléticas em indivíduos que praticam exercícios físicos, porém esta conclusão foi limitada por questões metodológicas dos estudos, como amostras pouco representativas, sem controle de variáveis de confundimento e etc; A DMA possui uma excelente confiabilidade inter e intra-avaliadores para medir os padrões de movimento e classificar o risco de lesões musculoesqueléticas quando se considera a quantidade de pontos obtida nos sete testes, porém o resultado não pode ser extrapolado quando é realizada a avaliação da classificação de risco (alto, moderado, médio ou mínimo) de lesão; Não há associação entre padrão de movimento com a ocorrência de lesões musculoesqueléticas (qualquer tipo, por *overuse* ou agudas). Por outro lado, os fatores “procedência de escola de ensino médio civil” e “histórico de sintomas musculoesqueléticos prévios” aumentaram moderada a fortemente o risco de lesões; Com isso, e em decorrência das características inerentes à rotina dos cursos de ensino

médios militares, composta por uma prática regular de diversos tipos de exercícios físicos, os resultados do presente estudo reforçam a importância do condicionamento físico e a prática desportiva em ingressantes na carreira militar, como forma de aumentar o condicionamento aeróbio e desenvolver o controle neuromuscular; e, finalmente, os programas de exercícios físicos atualmente existentes não tiveram êxito na prevenção de lesões em militares. Uma possível causa foi a realização simultânea com o treinamento militar específico, impedindo um aumento gradual do volume e da intensidade de treinamento. Com isso, os programas podem ter sobrecarregado os militares, tornando-os mais suscetíveis a lesões.