

SIDNEI RAMALHO OLIVEIRA

*ANÁLISE DO DEEP SQUAT EM PRATICANTES DE
CROSSFIT: ANÁLISE BIOMECÂNICA VS. CRITÉRIOS DO
FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN*

Orientador: Prof. Doutor Pedro Miguel Rosmaninho Aleixo

Co-orientador: Prof. Doutor João Manuel Cunha Silva Abrantes

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Educação Física e Desporto

Lisboa

2021

SIDNEI RAMALHO OLIVEIRA

**ANÁLISE DO *DEEP SQUAT* EM PRATICANTES DE
CROSSFIT: ANÁLISE BIOMECÂNICA VS. CRITÉRIOS DO
*FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN***

Dissertação defendida em provas públicas para obtenção do Grau de Mestre no Curso de Mestrado em Exercício e Bem-Estar, especialização em Exercício, Nutrição e Saúde, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias no dia 27/01/2021, com o Despacho de Nomeação de Júri Nº 06/2021, de 08 de Janeiro 2021, com a seguinte composição:

Presidente: Prof. Doutor António João Labisa da Silva Palmeira

Arguente: Prof. Doutor Tiago João Viegas Atalaia (ES Cruz Vermelha)

Orientador: Prof. Doutor Miguel Rosmaninho Aleixo

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Educação Física e Desporto
Lisboa
2021

*“As palavras voam e os exemplos
arrastam. Uma palavra que precede o
exemplo vale mais do que mil
palavras sem exemplo.”*

Pe. Jean Gailhac

Como não lembrar da pessoa que sempre me incentivou aos estudos.
Dedico este trabalho a minha mãe Maria de Lourdes Fernandes Quintão Maciel.

AGRADECIMENTOS

Não foi uma decisão fácil. Estava indeciso quanto ao meu futuro na profissão que amo tanto, e muitas perguntas não dei conta de responder. Mas de repente, logo me veio à cabeça a opção de ir estudar em Portugal, mas muitas dúvidas ainda pairavam em minha cabeça. Deixei as minhas empresas com meu sócio e atravessei o oceano Atlântico para fazer mestrado e realizar o sonho de morar em outro país, conhecer novas culturas e aprender mais sobre o país que faz parte da nossa história. Portugal, país que admiro e que se tornou minha segunda casa. Amo este lugar.

Mas nada disso seria possível se eu não tivesse fé nas coisas que faço e o apoio da minha família, minha mãe Maria de Lourdes Fernandes Gonçalves Maciel maior inspiração e incentivadora aos estudos, meu pai Geraldo Magela Gonçalves Maciel e minhas irmãs: Carol Fernandes Maciel Gonçalves; Rita Gonçalves Maciel e Luciana Siqueira Ramalho de Souza. Esta é minha base de inspiração, que me motiva a querer mais e mais. Mas sem dúvida há muitas outras pessoas que fizeram parte de minha caminhada e deixo aqui meus agradecimentos a todos.

E obviamente vai aqui os meus agradecimentos especiais aos “maestros que regeram a orquestra da minha vida acadêmica” na cidade de Lisboa, Portugal. Recebi todo suporte necessário e agradeço principalmente pela paciência que tiveram para comigo nos vários momentos em que as vezes eu não estava sintonizado com as questões pertinentes ao corpo da tese e entre outras. Em primeiro lugar quero agradecer ao Prof. Dr. Pedro Miguel Rosmaninho Aleixo, da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, por ter aceito fazer parte deste projeto e, ter acreditado em mim e nas minhas capacidades. Agradeço ainda o trato simples, correcto e científico, com que sempre abordou as nossas reuniões de trabalho, por me motivar e ajudar a concretizar este projeto em realidade. Em segundo lugar quero agradecer ao excelentíssimo Prof. Dr. João Manuel Cunha da Silva Abrantes pela sua sabedoria, equilíbrio e sensatez entre outros adjetivos. As conversas com o Prof. Dr. João Abrantes são aquelas que não queremos parar de ouvir pela sua ampla e vasta bagagem de conhecimento. O pouco tempo que convivemos foi importantíssimo na minha vida e levarei para sempre seus ensinamentos.

E por fim, um agradecimento especial aos varios sujeitos que participaram desde estudo e toda equipa do MovLab a qual deram todo suporte fundamental nas coletas e analises dos dados tridimensionais.

RESUMO

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi conduzir uma revisão sistemática sobre a prevalência e taxa de lesão no *CrossFit* e um estudo que relacionasse, em praticantes de *CrossFit*, a pontuação obtida no *Deep Squat (Functional Movement Screen)* e parâmetros biomecânicos associados à estabilidade e mobilidade articular durante a realização desse teste.

Métodos

A revisão sistemática seguiu as diretrizes do *PRISMA*, no dia 07 de janeiro de 2019, nas bases de dados *PubMed*, *SPORTDiscus*, *Scielo* e *Cochrane Central*.

Foram selecionados 6 praticantes de *CrossFit* do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e os 40 anos. A recolha de vídeos com as execuções destes praticantes do *Deep Squat*, permitiram a atribuição das pontuações de acordo com os critérios do *Functional Movement Screen*. Análises tridimensionais do movimento permitiram a recolha dos parâmetros biomecânicos relacionados com a estabilidade e mobilidade articular.

Resultados

Nos estudos analisados na revisão sistemática, as taxas de lesão variaram entre 0,7 e 3,3 lesões/1000 horas de treino, enquanto a prevalência variou entre 19,4% e 73,5%. A região do corpo em que ocorreram mais lesões foram os ombros, seguido da zona lombar e joelhos.

Da comparação entre os sujeitos com mesma pontuação no *Deep Squat*, foram verificadas diferenças em algumas variáveis associadas à mobilidade articular e estabilidade global. Da comparação entre grupos com diferentes pontuações no *Deep Squat* (1, 2 e 3), verificou-se que algumas variáveis associadas à mobilidade articular e estabilidade global não apresentavam diferenças.

Conclusão

As taxas de lesão no *CrossFit* são similares a modalidades desportivas de contacto.

Os dados obtidos apontam para alguma dificuldade do FMS em avaliar objetivamente a estabilidade e a mobilidade articular no teste do *Deep Squat*.

LISTA DE ABREVIATURAS

PARTE I

FMS	<i>Functional Movement Screen</i>
RCT	<i>Randomized Controlled Trials</i>

PARTE II

CoGp	Projeção no solo do centro de gravidade
CoP	Centro de pressão
C7	Marca do modelo <i>Plug-In Gait Full Body</i> – Sobre a apófise espinhosa da 7ª vertebra cervical
T10	Marca do modelo <i>Plug-In Gait Full Body</i> – Sobre a apófise espinhosa da 10ª vertebra torácica
RTHI	Marca do modelo <i>Plug-In Gait Full Body</i> – No alinhamento do trocânter e da marca 35 (membro inferior direito)
RKNE	Marca do modelo <i>Plug-In Gait Full Body</i> – Sobre o epicôndilo lateral do fêmur (membro inferior direito)
LKNE	Marca do modelo <i>Plug-In Gait Full Body</i> – Sobre o epicôndilo lateral do fêmur (membro inferior esquerdo)
RTOE	Marca do modelo <i>Plug-In Gait Full Body</i> – Sobre a cabeça do segundo metatarso (membro superior direito)
LTOE	Marca do modelo <i>Plug-In Gait Full Body</i> – Sobre a cabeça do segundo metatarso (membro superior esquerdo)
RANK	Marca do modelo <i>Plug-In Gait Full Body</i> – Sobre o maléolo lateral (membro inferior direito)

PARTE III

FMS	<i>Functional Movement Screen</i>
-----	-----------------------------------

ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	13
LISTA DE ABREVIATURAS	15
ÍNDICE GERAL.....	17
ÍNDICE DE TABELAS.....	19
ÍNDICE DE FIGURAS	21
INTRODUÇÃO	23
PARTE I - <i>CrossFit</i> e a sua prevalência de lesões	27
CAPÍTULO 1 - Revisão da literatura e objetivos da investigação	29
CAPÍTULO 2 - Perfil epidemiológico das lesões no <i>CrossFit</i> : revisão sistemática.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
PARTE II - Avaliação e análise do <i>Deep Squat</i> em praticantes de <i>CrossFit</i>	57
CAPÍTULO 3 - Revisão da literatura e objetivos da investigação	59
CAPÍTULO 4 - Metodologia.....	74
1 - METODOLOGIA	76
1.1 - DESENHO DA INVESTIGAÇÃO.....	76
1.2 - SELEÇÃO DA AMOSTRA	76
1.3 - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	76
1.4 - VARIÁVEIS	77
1.5 - INSTRUMENTOS E MÉTODOS	78
1.5.1 - Preparação do laboratório.....	79
1.5.2 - Preparação do sujeito.....	79
1.5.2.1 - Medições antropométricas.....	80
1.5.2.2 - Colocação das marcas retrorrefletoras.....	82
1.5.3 - Aquisição dos dados	84
1.5.4 - Processamento e análise de dados	84
1.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	86
CAPÍTULO 5 - Análise do <i>Deep Squat</i> em praticantes de <i>Crossfit</i> : parâmetros biomecânicos associados à mobilidade vs. critérios do <i>Functional Movement Screen</i>	88
CAPÍTULO 6 - Análise do <i>Deep Squat</i> em praticantes de <i>Crossfit</i> : parâmetros biomecânicos associados à estabilidade vs. critérios do <i>Functional Movement Screen</i>	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
PARTE III - Conclusões e recomendações.....	121
CAPÍTULO 7 - Conclusões gerais	123
CAPÍTULO 8 - Recomendações para futura investigação	128

ANEXOS

ANEXO 1 - Consentimento Informado

ANEXO 2 - Questionário

ANEXO 3 - Folha de pontuação do functional movement screen

ÍNDICE DE TABELAS

PARTE I

Tabela 1 - Avaliação da qualidade metodológica dos estudos selecionados, de acordo como os critérios da <i>Quality Assessment Tool for Quantitative Studies</i>	41
Tabela 2 - Características dos estudos sobre o <i>CrossFit</i>	43

PARTE II

Tabela 3 – Caracterização dos praticantes de <i>CrossFit</i> selecionados.....	77
Tabela 4 – Descrição dos pontos anatômicos que compõem o modelo Plug-In-Gait Full-Body.....	83
Tabela 5 – Caracterização dos praticantes selecionados.....	96
Tabela 6 – Resultados dos vários sujeitos nos parâmetros biomecânicos e na pontuação obtida no Deep Squat.	97
Tabela 7 – Resultados das comparações entre as várias pontuações no <i>Deep Squat</i> (1, 2 ou 3), relativamente aos parâmetros biomecânicos.	98
Tabela 8 – Caracterização dos sujeitos selecionados.....	109
Tabela 9 – Resultados dos vários sujeitos nos parâmetros biomecânicos e na pontuação obtida no Deep Squat.	111
Tabela 10 - Resultados das comparações entre as várias pontuações no <i>Deep Squat</i> (1, 2 ou 3), relativamente aos parâmetros biomecânicos.	112

ÍNDICE DE FIGURAS

PARTE I

Figura 1. Diagrama representativo do processo de revisão, apresentando a identificação, triagem, elegibilidade e o número de artigos incluídos nesta revisão sistemática.....	39
--	----

PARTE II

Figura 2. <i>Deep Squat</i> (vista lateral e vista anterior).	63
Figura 3. <i>Hurdle Step</i> (vista anterior e vista lateral).....	64
Figura 4. <i>In Line Lunge</i> (vista anterior, vista lateral e vista posterior).....	65
Figura 5. <i>Shoulder Mobility</i> (vista posterior)	66
Figura 6. <i>Active Straight Leg Raise</i> (vista lateral).	67
Figura 7. <i>Trunk Stability Pushup</i> (vista lateral).	68
Figura 8. <i>Rotary Stability</i> (vista posterior e vista lateral).	69
Figura 9. Modelo Plug-In Gait Full Body (1 – plano frontal, vista anterior; 2 – plano sagital; 3 – plano frontal vista posterior).	80
Figura 10. (1) – Balança digital e estadiômetro (SECA 764), (2) – Compasso de pontas curvas, (3) – fita métrica e (4) – compasso de correção.	80
Figura 11. Medidas antropométricas: (1) altura e massa corporal; (2) comprimento do membro inferior; (3) diâmetro bicôndilo umeral; (4) diâmetro bicôndilo femoral; (5) diâmetro bimalleolar; (6) diâmetro estílio ulnar; (7) “hand thickness”; (8) “shoulder offset”.....	81
Figura 12. Pontos anatômicos que compõem o modelo Plug-In Gait Full-Body - Ensaio estático (vista anterior e posterior).....	84
Figura 13. Deslocamentos do CoGp e do CoP de um sujeito durante a execução do <i>Deep Squat</i> FMS.....	111

INTRODUÇÃO

O *CrossFit* é um programa de treino que tem chamado a atenção pelo seu rápido crescimento em todo mundo. Envolve vários tipos e métodos de treino, nomeadamente exercícios aeróbios (i.e., corrida e remo), exercícios de força (i.e., agachamento) e movimentos da ginástica. Para além disso, foi igualmente criada a própria modalidade de *CrossFit* de competição. Por se tratar de um método de treino e de um tipo de modalidade de competição, composto por exercícios que são frequentemente combinados em treinos de alta intensidade e realizados em repetições rápidas e sucessivas, e com tempo de recuperação limitado ou nulo (Weisenthal, Beck, Maloney, Dehaven, & Giordano, 2013), é razoável ter alguma preocupação em relação aos riscos de lesão decorrentes da sua realização. Várias revisões sistemáticas foram concretizadas para analisar os seus benefícios e riscos (Claudino et al., 2018; Dominski, Siqueira, Serafim, & Andrade, 2018; Meyer, Morrison, & Zuniga, 2017). Os resultados encontrados nessas revisões levaram os autores a concluir que a prevalência e a taxa de lesão são similares a outras modalidades desportivas, como o andebol e o basquetebol. Pelo facto de terem sido publicados novos estudos após a condução das referidas revisões sistemáticas, seria importante fazer uma atualização das mesmas. Desta forma, como primeiro objetivo, este trabalho visou desenvolver uma revisão sistemática sobre a epidemiologia das lesões no *CrossFit*, tentando responder à seguinte questão: “Qual é o risco de lesão associado aos praticantes de *CrossFit*?”.

Como vimos anteriormente, a prevalência e a taxa de lesão em praticantes de *CrossFit* são similares a modalidades desportivas de contacto. Este facto representa uma elevada prevalência de lesão para uma atividade em que não existe contacto físico entre os seus praticantes e em que muitos desses praticantes não realizam qualquer competição de *CrossFit*. Deste modo, nos praticantes de *CrossFit* poderá ser importante a utilização de baterias de testes que consigam predizer a ocorrência de lesão (pela associação entre o desempenho na bateria de testes e a ocorrência das lesões). O *Functional Movement Screen* (FMS) é um exemplo de uma ferramenta desse tipo, a qual é composta por uma bateria de 7 tarefas que avaliam a qualidade do movimento por observação visual e com base em critérios padronizados, expondo dor ou disfunções do movimento, nomeadamente ao nível da estabilidade e da mobilidade articular (Cook, Burton, Kiesel, Rose, & Bryant, 2010). Cada uma destas tarefas é avaliada numa escala de quatro níveis: 0 pontos, presença de dor durante a realização da tarefa (ou seja, sempre que apresenta dor, e independentemente da qualidade da execução, é classificado neste nível); 1 ponto, não realiza ou não completa a tarefa; 2

pontos, realiza a tarefa mas são observadas algumas compensações no movimento; 3 pontos, realiza a tarefa sem apresentar qualquer tipo de compensação. As somas dos pontos obtidos nas várias tarefas resultam num resultado final, o qual pode variar entre 0 e 21. De acordo com a revisão sistemática de Bonazza et al. (2017), um resultado final abaixo de 14 foi associado a um risco aumentado de lesão, levando estes investigadores a sugerir a capacidade preditiva do FMS relativamente às lesões. Apesar desta capacidade preditiva, e de acordo com os mesmos, o FMS mostra falta de validade para mensurar défices posturais e de estabilidade (global e articular). Então, e de acordo com Warren, Lininger, Chimera, & Smith (2018), é necessária mais investigação para aferir se o FMS é uma boa ferramenta para analisar défices do movimento, nomeadamente de estabilidade e de mobilidade articular. Assim, podem colocar-se de imediato duas questões: “Será que a pontuação obtida em cada uma das tarefas consegue aferir, objetivamente, a mobilidade articular e a estabilidade nessas tarefas?”; “Será que as avaliações das mesmas tarefas com critérios mais objetivos aumentariam a sua validade para analisar défices no movimento, e por conseguinte, aumentar a capacidade de predição de lesão? Nesse sentido, avaliar a estabilidade e a mobilidade articular durante as tarefas do FMS com base em parâmetros biomecânicos e comparar estes resultados com a pontuação obtida no FMS, contribuirá para responder às perguntas anteriormente formuladas. E neste trabalho concretizámos esta comparação numa das sete tarefas do FMS, o *Deep Squat*. De acordo com as indicações do FMS (Cook et al., 2010), o *Deep Squat* é uma tarefa motora em que o executante, a partir da posição bípede e com os cotovelos e ombros em completa extensão, faz um agachamento profundo e lento, sempre com os calcanhares no solo, joelhos alinhados sobre os pés e a cabeça e o tronco virados para a frente. Desta forma, o *Deep Squat* é a base de muitos movimentos que fazemos no dia à dia (i.e., sentar numa cadeira ou agachar para apanhar qualquer coisa do solo) e também de exercícios incorporados em programas de treino (i.e., agachamentos com pesos adicionais). Para além disso, e de acordo com a literatura (Kiesel, Plisky, & Butler, 2011), um resultado final no FMS inferior a 14 pode ser predito por uma baixa pontuação no *Deep Squat*.

Do exposto anteriormente, o presente trabalho pretendeu contribuir com novo conhecimento, avaliando a estabilidade e a mobilidade articular de praticantes de *CrossFit* durante a realização de um *Deep Squat* através de uma análise biomecânica (parâmetros biomecânicos), e comparando estes dados com a pontuação obtida a partir dos critérios do FMS. Com esta comparação podemos perceber se há relação entre a pontuação obtida no *Deep Squat* (de acordo com os critérios do FMS) e os parâmetros biomecânicos associados à

estabilidade e mobilidade articular. E assim, respondendo à pergunta “Será que a pontuação obtida no *Deep Squat* consegue aferir, objetivamente, a mobilidade articular e a estabilidade nessas tarefas?”, poderemos tirar algumas conclusões sobre a sua usuabilidade e apontar recomendações para futura investigação.

O presente trabalho será dividido em três partes. A Parte I incluirá os seguintes capítulos: 1) revisão da literatura e definição dos objetivos; 2) artigo com uma revisão sistemática sobre o perfil epidemiológico das lesões no *CrossFit*. A Parte II incluirá os capítulos: 3) revisão da literatura e objetivos da investigação; 4) metodologia; 5) artigo – Análise do *Deep Squat* em praticantes de *Crossfit*: parâmetros biomecânicos associados à mobilidade vs. critérios do *Functional Movement Screen*; 6) artigo – Análise do *Deep Squat* em praticantes de *Crossfit*: parâmetros biomecânicos associados à estabilidade vs. critérios do *Functional Movement Screen*. Na parte III serão apresentadas as conclusões finais do trabalho e as recomendações para futura investigação.

As referências bibliográficas contidas neste estudo serão apresentadas de acordo com as normas da *American Psychological Association* (6ª Edição), tendo sido utilizado o *software Mendley 1.19.4* para formatar essas mesmas referências. As referências bibliográficas relativas a cada parte serão apresentadas no final dessa mesma parte.

PARTE I

CrossFit e a sua prevalência de lesões

CAPÍTULO 1

Revisão da literatura e objetivos da investigação

1. REVISÃO DA LITERATURA

O *CrossFit* é um programa de treino que envolve vários tipos e métodos de treino, nomeadamente exercícios aeróbios (i.e., corrida e remo), exercícios de força (i.e., levantamento olímpico) e movimentos da ginástica. Estes exercícios são frequentemente combinados em treinos de alta intensidade e realizados em repetições rápidas e sucessivas, com tempo de recuperação limitado ou nulo (Weisenthal, Beck, Maloney, Dehaven, & Giordano, 2014). Este método de treino preconiza o desenvolvimento da condição física de uma forma ampla, ou seja, visa a melhoria progressiva das três vias metabólicas e de várias capacidades físicas, nomeadamente da resistência cardiorrespiratória, força, potência, velocidade, coordenação, mobilidade, agilidade e estabilidade (Rasczyk & Stephens, 2015). O *CrossFit* apareceu na cidade de Santa Cruz, Califórnia no ano de 1995 e foi formalmente estabelecido no ano de 2000 (Box, 2012). Desde então várias *boxes* de *CrossFit* começaram a surgir nos Estados Unidos, tendo tido um crescimento relevante após a criação dos *games* (competição) no ano de 2007. Em 2011, com a *Reebok* como patrocinadora, essa competição foi lançada *online* e os jogos passaram a acontecer em várias regiões do mundo (Box, 2012), tornando-se assim num dos métodos de treino mais populares do mundo. Atualmente, contam com mais de 14 mil afiliados pelo mundo e em Portugal já ultrapassam os 100 afiliados (CrossFit, 2019).

Várias revisões sistemáticas foram conduzidas para perceber e conhecer os benefícios e os riscos do *CrossFit* (Claudino et al., 2018; Meyer, Morrison, & Zuniga, 2017). Na revisão sistemática conduzida por Meyer et al. (2017) foi concluído que a prática de *CrossFit* leva a melhorias do consumo máximo de oxigénio e da força muscular, as quais são comparáveis a outras modalidades de alta intensidade. Claudino et al. (2018), noutra revisão sistemática, concluíram que poucos estudos tinham um elevado nível de evidência científica e baixo risco para vieses. Apesar desta conclusão, os autores sugerem que a prática de *CrossFit* está associado a melhorias de alguns parâmetros sociais e psicológicos, nomeadamente a um elevado sentido de pertença a um grupo/comunidade e a um aumento da satisfação e motivação para o treino entre os seus participantes.

De acordo com a literatura (Atalaia, Ricardo, & Santos, 2009), a lesão é um dos principais riscos do exercício físico. Assim, no que concerne à epidemiologia das lesões no *CrossFit*, Meyer et al. (2017) incluíram, na sua revisão sistemática, apenas 4 estudos que estudaram a prevalência de lesões no mesmo. Concluíram, a partir destes, que a prevalência de lesão é comparável a outros tipos de exercício de alta intensidade. Numa revisão

sistemática posterior (Dominski, Siqueira, Serafim, & Andrade, 2018), os seus autores analisaram especificamente o perfil epidemiológico das lesões no *CrossFit*. Com base nos dez estudos incluídos nessa revisão, os autores verificaram prevalências de lesão entre os 5,0 e os 73,5%. Outro parâmetro importante para descrever o perfil epidemiológico das lesões é a taxa de lesão, ou seja, o número de lesões por horas de treino. Relativamente a este parâmetro, Dominski et al. (2018) encontraram valores entre 1,94 e 3,10 lesões/1000 horas de treino. A partir destes resultados, os autores concluíram que a taxa de lesão é similar a outras modalidades desportivas (i.e., andebol). No que concerne à prevalência e à taxa de lesão no *CrossFit*, foram publicados novos estudos após a condução das revisões sistemáticas referidas anteriormente. Assim, será importante fazer uma atualização das mesmas, nomeadamente da revisão conduzida por Dominski et al. (2018). Por outro lado, pensamos que a metodologia utilizada nesta revisão poderia ser melhorada, nomeadamente ao nível das palavras chaves para busca dos artigos. Estes autores usaram apenas a palavra-chave “*CrossFit*”, no entanto, pensamos que a palavra chave “*CrossFit AND injury*” poderá ser mais apropriada tendo em vista a consecução de uma revisão sistemática sobre a epidemiologia das lesões no *CrossFit*.

2. OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO

Entende-se a partir da revisão da literatura que, após a publicação da última revisão sistemática (Dominski et al., 2018), foram publicados novos estudos com mais dados sobre a prevalência e as taxas de lesão no *CrossFit*. Desta forma, seria importante fazer uma atualização das revisões sistemáticas já publicadas, bem como uma melhoria da metodologia utilizada nessas mesmas revisões. Assim, foi definido como primeiro objetivo deste trabalho a condução de uma nova revisão sistemática sobre o perfil epidemiológico das lesões no *CrossFit*.

CAPÍTULO 2

Perfil epidemiológico das lesões no *CrossFit*: revisão sistemática

Perfil epidemiológico das lesões no CrossFit: revisão sistemática

RESUMO

Objetivo

Conduzir uma revisão sistemática sobre a prevalência e taxa de lesão no CrossFit.

Método

A revisão sistemática seguiu as diretrizes do *PRISMA*. Procura efetuada por dois investigadores de forma independente, no dia 07 de janeiro de 2019, nas bases de dados *PubMed*, *SPORTDiscus*, *Scielo* e *Cochrane Central*, utilizando a seguinte palavra-chave - *CrossFit AND injury*. Critérios de inclusão: estudos epidemiológicos com a descrição da prevalência e/ou da taxa de lesão em indivíduos que praticavam *CrossFit*. Critérios de exclusão: estudos com praticantes de outras modalidades de alta intensidade; artigos que não estivessem escritos em português, espanhol ou inglês. O *Quality Assessment Tool for Quantitative Studies* foi usado para avaliar a qualidade metodológica dos estudos.

Resultados

Foram incluídos doze estudos nesta revisão. Da avaliação realizada à qualidade metodológica dos estudos, percebe-se que a maioria apresenta um desenho do estudo fraco e debilidades ao nível da recolha dos dados e na análise dos praticantes que não participam no estudo. Nos estudos analisados, as taxas de lesão variaram entre 0,7 e 3,3 lesões/1000 horas de treino, enquanto a prevalência variou entre 19,4% e 73,5%. A região do corpo em que ocorreram mais lesões foram os ombros, seguido da zona lombar e joelhos.

Conclusão

As taxas de lesão no *CrossFit* são similares a modalidades desportivas de contacto. A prevalência de lesão no *CrossFit* é superior nos homens. Os ombros foram a localização anatómica mais afetada por lesões.

Palavras-chave: *CrossFit*, lesão

INTRODUÇÃO

O *CrossFit* é uma atividade associada ao Fitness que tem vindo a ganhar cada vez mais praticantes em todo o mundo. É um programa de treino que envolve vários tipos e métodos de treino, nomeadamente exercícios aeróbios (i.e., corrida e remo), exercícios de força (i.e., levantamento olímpico) e movimentos da ginástica. Estes exercícios são frequentemente combinados em treinos de alta intensidade e realizados em repetições rápidas e sucessivas, com tempo de recuperação limitado ou nulo (Weisenthal et al., 2014). Este método de treino preconiza o desenvolvimento da condição física de uma forma ampla, ou seja, visa a melhoria progressiva das três vias metabólicas e de várias capacidades físicas, nomeadamente da resistência cardiorrespiratória, força, potência, velocidade, coordenação, mobilidade, agilidade e estabilidade (Rasczyk & Stephens, 2015).

Várias revisões sistemáticas foram conduzidas para perceber e conhecer os benefícios e os riscos do *CrossFit* (Claudino et al., 2018; Meyer et al., 2017). Na revisão sistemática conduzida por Meyer et al. (2017) foi concluído que a prática de *CrossFit* leva a melhorias do consumo máximo de oxigénio e da força muscular, as quais são comparáveis a outras modalidades de alta intensidade. Claudino et al. (2018), noutra revisão sistemática, concluíram que poucos estudos tinham um elevado nível de evidência científica e baixo risco para vieses. Apesar desta conclusão, os autores sugerem que a prática de *CrossFit* está associado a melhorias de alguns parâmetros sociais e psicológicos, nomeadamente a um elevado sentido de pertença a um grupo/comunidade e a um aumento da satisfação e motivação para o treino entre os seus participantes.

A lesão é um dos principais riscos do exercício físico (Atalaia et al., 2009). A revisão sistemática de Meyer et al. (2017), onde foram incluídos apenas quatro estudos, também analisou a prevalência de lesões no *CrossFit*. Concluíram que a prevalência de lesão no *CrossFit* é similar a outros tipos de exercício de alta intensidade. Os autores de uma revisão sistemática posterior (Dominski et al., 2018), analisaram especificamente o perfil epidemiológico das lesões no *CrossFit*. Com base nos dez estudos incluídos na revisão, verificaram prevalências de lesão entre os 5,0 e os 73,5%. Outro parâmetro importante para descrever o perfil epidemiológico das lesões é a taxa de lesão, ou seja, o número de lesões por horas de treino. Relativamente a este parâmetro, Dominski et al. (2018) encontraram valores entre 1,94 e 3,10 lesões/1000 horas de treino. A partir destes resultados, os autores concluíram que a taxa de lesão é similar a outras modalidades desportivas (i.e., andebol, futebol, râguebi e ginástica).

Relativamente à prevalência e à taxa de lesão no *CrossFit* foram publicados novos estudos após a condução das revisões sistemáticas referidas anteriormente. Deste modo, é importante fazer uma atualização das mesmas, nomeadamente da revisão conduzida por Dominski et al. (2018). Por outro lado, pensamos que a metodologia utilizada nesta revisão poderia ser melhorada, nomeadamente ao nível das palavras chaves para busca dos artigos e das ferramentas usadas para a avaliação da qualidade dos estudos. Para a busca de artigos nas várias bases de dados, os autores apenas usaram a palavra-chave “*CrossFit*”. No entanto pensamos que a palavra chave “*CrossFit AND injury*” poderá ser mais apropriada tendo em vista a consecução de uma revisão sistemática sobre a epidemiologia das lesões no *CrossFit*. Portanto, o objetivo deste estudo foi conduzir uma nova revisão sistemática sobre o perfil epidemiológico das lesões no *CrossFit*.

METODOLOGIA

Esta revisão sistemática usou as recomendações do *Statement, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses* – PRISMA (Moher et al., 2015).

Estratégia de procura

A revisão sistemática foi conduzida por dois investigadores de forma independente, seguindo o seguinte protocolo: (1) pesquisa nas bases de dados *PubMed*, *SPORTDiscus*, *Scielo* e *Cochrane Central*, no dia 07 de janeiro de 2019, utilizando a seguinte palavra-chave – *CrossFit AND injury*; (2) busca manual de artigos relevantes; (3) seleção de artigos por título e resumo; (4) exclusão de artigos duplicados; (5) triagem de artigos, analisando o texto completo.

Seleção dos estudos

Os títulos, resumos e textos completos dos artigos foram analisados pelos dois investigadores, levando em consideração os seguintes critérios de inclusão: (1) estudos epidemiológicos com a descrição da prevalência de lesão em indivíduos que pratiquem *CrossFit*; (2) estudos que descrevam a taxa de lesão no *CrossFit*. Foram também levados em consideração os seguintes critérios de exclusão: estudos com praticantes de outras modalidades de alta intensidade; artigos que não estivessem escritos em português, espanhol ou inglês.

Recolha dos dados

Os dados foram recolhidos usando uma forma pré-definida, a qual incluiu: (1) desenho do estudo (incluindo critérios de inclusão e exclusão na seleção da amostra); (2) características dos sujeitos da amostra (número; género; idade; tipo de população; experiência no *CrossFit* – tempo de prática; frequência semanal de treino no *CrossFit*); (3) resultados encontrados ao nível da prevalência, taxa de lesão e localização anatómica das lesões; (4) conclusões apresentadas nos vários estudos.

Avaliação da qualidade metodológica dos estudos

Nesta revisão sistemática, para avaliar a qualidade metodológica dos estudos foi utilizada a *Quality Assessment Tool for Quantitative Studies*, a qual foi desenvolvida pelo *Effective Public Health Practice Project* (Effective Public Health Practice Project, 2003). Deste modo, a avaliação centrou-se em 6 domínios: (1) viés na seleção; (2) desenho do estudo; (3) *confounders*; (4) *blinding*; (5) método de recolha dos dados e (6) *withdrawals* e *dropouts*. Cada domínio foi avaliado com a seguinte classificação: “1” corresponde a uma classificação em que o estudo é forte nesse domínio; “2” corresponde a uma classificação em que o estudo é razoável nesse domínio; “3” corresponde a uma classificação em que o estudo é fraco nesse domínio.

RESULTADOS

Processo de revisão

A Figura 1 resume o processo de revisão. No total foram identificados 66 artigos, a partir da procura nas quatro bases de dados (33 a partir da *PubMed* e 33 a partir da *SPORTDiscus*). Foram excluídos 9 artigos por estarem em mais do que uma base de dados. Depois desta primeira seleção foram excluídos mais 22 artigos por se perceber que os seus títulos e/ou resumos não eram relevantes ou não cumpriam os critérios de inclusão e/ou exclusão. Posteriormente, foram analisados os textos completos dos restantes 35 artigos, sendo excluídos 23 por não cumprirem os critérios de inclusão e/ou exclusão.

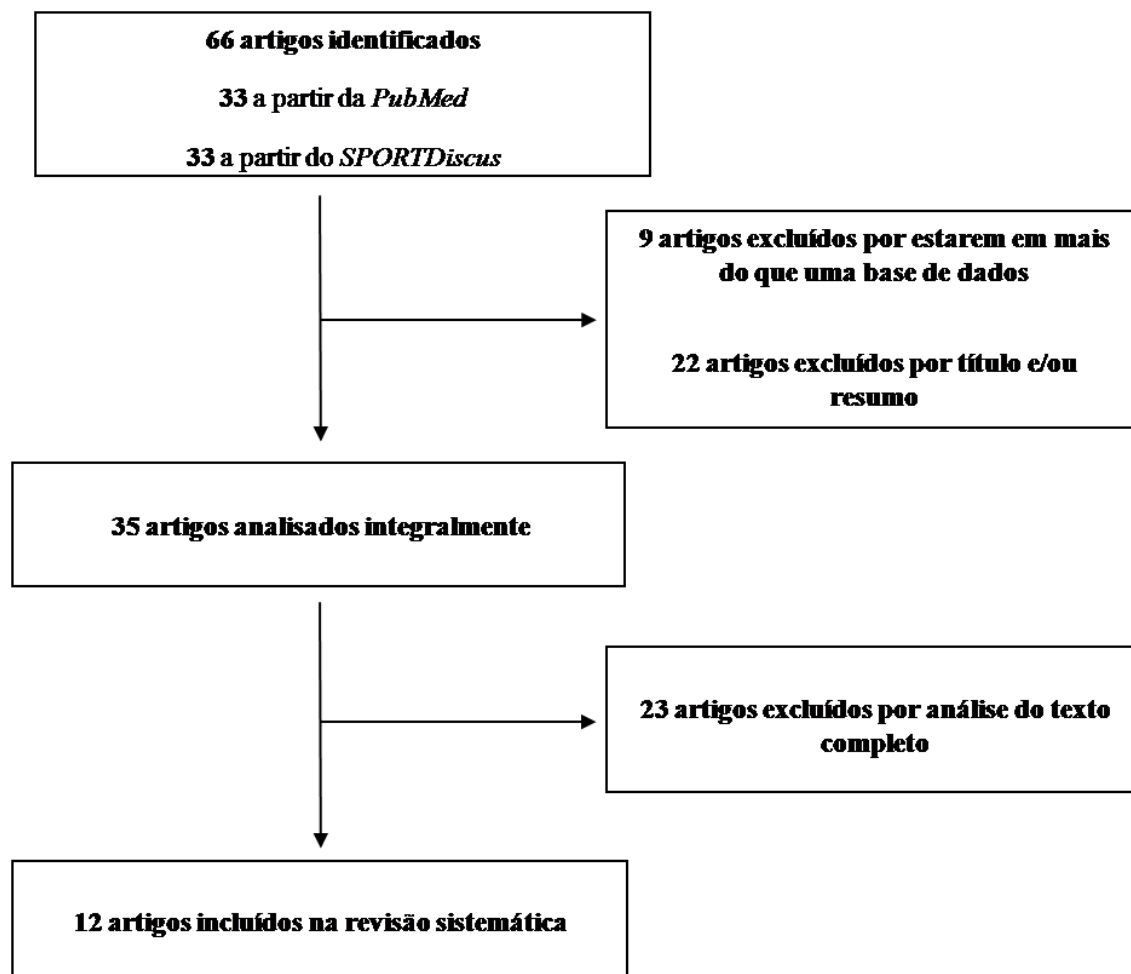


Figura 1. Diagrama representativo do processo de revisão, apresentando a identificação, triagem, elegibilidade e o número de artigos incluídos nesta revisão sistemática.

Desta forma, foram incluídos 12 artigos nesta revisão sistemática (Chachula, Cameron, & Svoboda, 2016; Escalante, Gentry, Kern, & Waryasz, 2017; Feito, Burrows, & Tabb, 2018; Hak, Hodzovic, & Hickey, 2013; Lopes et al., 2018; Mehrab, de Vos, Kraan, & Mathijssen, 2017; Montalvo et al., 2017; Moran, Booker, Staines, & Williams, 2017; Sprey et al., 2016; Summitt, Cotton, Kays, & Slaven, 2016; Tafuri, Salatino, Napoletano, & Monno, 2018; Weisenthal et al., 2014).

Qualidade metodológica dos estudos

Na Tabela 1 são apresentadas as avaliações da qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão sistemática de acordo com os itens da *Quality Assessment Tool for Quantitative Studies*. Relativamente ao domínio “viés na seleção”, a maioria dos estudos cumpriram claramente os critérios que o compõem (Escalante et al., 2017; Feito et al., 2018;

Hak et al., 2013; Lopes et al., 2018; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Moran et al., 2017; Sprey et al., 2016; Summitt et al., 2016; Tafuri et al., 2018; Weisenthal et al., 2014). Por outro lado, no domínio “desenho do estudo”, a maioria dos estudos foram classificados como fracos (Chachula et al., 2016; Escalante et al., 2017; Feito et al., 2018; Hak et al., 2013; Lopes et al., 2018; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Sprey et al., 2016; Summitt et al., 2016; Tafuri et al., 2018; Weisenthal et al., 2014), pois todos eles eram estudos observacionais retrospectivos e não *randomized controlled trials* (RCT). No domínio “*confounders*”, 7 estudos cumpriram os critérios e tiveram uma classificação forte (Escalante et al., 2017; Feito et al., 2018; Mehrab et al., 2017; Sprey et al., 2016; Summitt et al., 2016; Tafuri et al., 2018; Weisenthal et al., 2014), enquanto 5 estudos tiveram uma classificação moderado por não indicarem claramente quais as variáveis que poderiam ser possíveis *confounders* (Chachula et al., 2016; Hak et al., 2013; Lopes et al., 2018; Montalvo et al., 2017; Moran et al., 2017). Referente ao domínio “*blinding*”, 9 dos estudos cumpriram os critérios e tiveram uma classificação forte (Chachula et al., 2016; Escalante et al., 2017; Feito et al., 2018; Hak et al., 2013; Mehrab et al., 2017; Sprey et al., 2016; Summitt et al., 2016; Tafuri et al., 2018; Weisenthal et al., 2014), enquanto 2 estudos tiveram uma classificação de moderado (Lopes et al., 2018; Montalvo et al., 2017) e 1 teve a classificação de fraco (Moran et al., 2017) pois não apresentaram metodologias que conduzissem ao *blinding* de investigadores e/ou participantes. Relativamente ao domínio “métodos de recolha dos dados”, 5 estudos (Feito et al., 2018; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Sprey et al., 2016; Weisenthal et al., 2014) tiveram uma classificação forte e 7 estudos (Chachula et al., 2016; Escalante et al., 2017; Hak et al., 2013; Lopes et al., 2018; Moran et al., 2017; Summitt et al., 2016; Tafuri et al., 2018) tiveram uma classificação moderado. No domínio “*withdrawals e dropouts*”, a maioria dos estudos (Escalante et al., 2017; Hak et al., 2013; Lopes et al., 2018; Mehrab et al., 2017; Moran et al., 2017; Sprey et al., 2016; Summitt et al., 2016; Tafuri et al., 2018; Weisenthal et al., 2014) tiveram uma classificação fraco pois não indicaram números ou percentagens de indivíduos que não responderam ao estudo, nem analisaram as razões dessa não participação.

Tabela 1. Avaliação da qualidade metodológica dos estudos selecionados, de acordo como os critérios da *Quality Assessment Tool for Quantitative Studies*.

Estudos	Domínios					
	Viés na seleção	Desenho do estudo	Confounders	Blinding	Método recolha dos dados	Withdrawals e dropouts
Chachula, Cameron, & Svoboda (2016)	2	3	2	1	2	2
Escalante et al (2017)	1	3	1	1	2	3
Feito, Burrows, & Tabb (2018)	1	3	1	1	1	2
Hak, Hodzovic, & Hickey (2013)	1	3	2	1	2	3
Lopes et al (2018)	1	3	2	2	2	3
Mehrab et al (2017)	1	3	1	1	1	3
Montalvo et al (2017)	1	3	2	2	1	2
Moran et al. (2017)	1	2	2	3	2	3
Sprey et al (2016)	1	3	1	1	1	3
Summitt et al (2016)	1	3	1	1	2	3
Tafuri et al (2018)	1	3	1	1	2	3
Weisenthal et al (2014)	1	3	1	1	1	3

Classificação: “1” corresponde a uma classificação em que o estudo é forte nesse domínio; “2” corresponde a uma classificação em que o estudo é razoável nesse domínio; “3” corresponde a uma classificação em que o estudo é fraco nesse domínio.

Características dos estudos

As características dos estudos são apresentadas na Tabela 2. Assim, verificámos que a grande maioria dos estudos é do tipo observacional retrospectivo (Chachula, Cameron, & Svoboda, 2016; Escalante, Gentry, Kern, & Waryasz, 2017; Feito, Burrows, & Tabb, 2018; Hak, Hodzovic, & Hickey, 2013; Lopes et al., 2018; Mehrab, de Vos, Kraan, & Mathijssen, 2017; Montalvo et al., 2017; Sprey et al., 2016; Summitt, Cotton, Kays, & Slaven, 2016; Tafuri, Salatino, Napoletano, & Monno, 2018; Weisenthal et al., 2014), existindo apenas 1 estudo do tipo coorte prospectivo (Moran et al., 2017). Destes estudos retrospectivos, 3 analisaram a ocorrência de lesões nos 6 meses anteriores à concretização do questionário (Montalvo et al., 2017; Summitt et al., 2016; Weisenthal et al., 2014), 3 analisaram nos 12 meses anteriores (Escalante et al., 2017; Feito et al., 2018; Mehrab et al., 2017) e 5 realizaram essa análise desde que os sujeitos tinham iniciado a prática de *CrossFit* (Chachula et al., 2016; Hak et al., 2013; Lopes et al., 2018; Sprey et al., 2016; Tafuri et al., 2018).

Um terço dos estudos não especifica os critérios de inclusão e/ou exclusão (Chachula et al., 2016; Escalante et al., 2017; Hak et al., 2013; Summitt et al., 2016). Nos restantes 8 estudos (Feito et al., 2018; Lopes et al., 2018; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017;

Moran et al., 2017; Sprey et al., 2016; Tafuri et al., 2018; Weisenthal et al., 2014), a maioria definiu como critério de inclusão a obrigatoriedade dos praticantes de *CrossFit* terem idades superiores a 18 anos. Relativamente ao tempo de prática necessário para ser incluído nos estudos, 1 estudo definiu que este deveria ser superior a 6 meses (Tafuri et al., 2018) e outros 2 definiram que deveria ser superior a 3 meses (Feito et al., 2018; Lopes et al., 2018).

No tocante à definição de lesão, 2 estudos não especificaram qualquer definição (Lopes et al., 2018; Tafuri et al., 2018) e os restantes apresentaram definições bem distintas. Assim, para Hak et al. (2013), lesão foi definida como qualquer lesão sofrida durante o treino que impossibilite o praticante de treinar, trabalhar ou competir em suas modalidades, durante qualquer período de tempo. Em 4 estudos (Escalante et al., 2017; Mehrab et al., 2017; Sprey et al., 2016; Summitt et al., 2016) foi seguida a definição de lesão sugerida por Weisenthal et al. (2014), a qual define lesão como qualquer dor musculoesquelética, sensação ou desconforto, resultante da prática de *CrossFit*, que o leve a uma das seguintes condições: impossibilite a prática de *CrossFit* ou outras atividades por mais de uma semana; altere as atividades normais do treino por mais de duas semanas; justifique a visita a um profissional de saúde. Chachula et al. (2016) definiram lesão como um “dano numa articulação”. Posteriormente, Montalvo et al. (2017) definiram lesão como qualquer dano físico que impossibilite a realização de treinos ou imponha uma modificação dos mesmos ou das atividades diárias. Feito et al. (2018) definiram lesão como qualquer lesão muscular, tendinosa, óssea, articular ou ligamentar sofrida durante a realização do *CrossFit*, a qual leve o sujeito a uma consulta com um médico ou profissional de saúde e leve a uma interrupção ou redução das suas atividades físicas e do seu treino de *CrossFit*.

Nos estudos selecionados nesta revisão sistemática, as amostras variaram entre 54 e 3049 sujeitos. Apenas um dos estudos (Summitt et al., 2016) não referiu o género dos sujeitos selecionados. Os restantes selecionaram tanto sujeitos do sexo masculino como do sexo feminino. A idade média dos sujeitos nos vários estudos variou entre os 28,8 e os 36,8 anos.

A maioria dos estudos selecionou sujeitos que eram membros de *boxes* certificadas de *CrossFit*. A exceção foi o estudo de Chachula et al. (2016), no qual selecionaram militares que voluntariamente participavam nos treinos de grupo de *CrossFit* numa instalação militar dos Estados Unidos da América.

Tabela 2. Características dos estudos sobre o *CrossFit*.

ESTUDOS	TIPO DO ESTUDO CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DEFINIÇÃO DE LESÃO	CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÕES
Chachula, Cameron, & Svoboda (2016)	<u>Observacional retrospectivo (desde que os sujeitos iniciaram a prática de CrossFit)</u> Critérios de inclusão e exclusão: não especificados. Definição de lesão: dano numa articulação.	54 sujeitos (40 homens e 14 mulheres) Idades: 17-50 anos. <u>Tipo de população:</u> militares que voluntariamente participavam nos treinos de grupo de CrossFit numa instalação militar dos Estados Unidos da América em West Point, New York. <u>Experiência no CrossFit:</u> 46,3% $\geq$ 12 meses; 16,7% de 6-12 meses; 9,3% de 3-5 meses; 20,4% de 1-2 meses; 7,4% < 1 mês. <u>Frequência semanal:</u> 1,8% < 1 treino/semana; 29,6% de 1-2 treinos/semana; 64,8% de 3-5 treinos/semana; 3,7% > 6 treinos/semana.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 24. <u>Prevalência:</u> 44,0%. <u>Número de lesões no período:</u> 40. <u>Localização anatómica das lesões:</u> zona lombar 27,5%; ombros 22,5%; joelhos 12,5%; cotovelos 10,0%; punhos 10,0%; tomozels 10,0%; anca 7,5%.	Indivíduos com historial de lesões anteriores têm uma probabilidade 3,75 vezes maior de ter uma nova lesão relacionada ao CrossFit.
Escalante et al (2017)	<u>Observacional retrospectivo (nos 12 meses anteriores)</u> Critérios de inclusão e exclusão: não especificados. Definição de lesão: dor musculo-esquelética, sensação ou desconforto, resultante da prática de CrossFit, que leve a uma das seguintes condições – impossibilite a prática de CrossFit ou outras atividades, por mais de uma semana; altere as atividades normais do treino por mais de duas semanas; justifique a visita a um profissional de saúde; leve à necessidade de interrupção da atividade laboral.	159 sujeitos (88 homens e 71 mulheres) Idade média homens: 31,3 $\pm$ 8,4 anos. Idade média mulheres: 31,3 $\pm$ 9,1 anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit da Costa Rica. <u>Experiência no CrossFit:</u> 66,0% $\geq$ 12 meses; 17,0% de 6-11 meses; 12,6% de 2-5 meses; 4,4% < 1 mês. <u>Frequência média semanal e duração média/treino:</u> 4,3 $\pm$ 0,9 treinos/semana; 1,19 $\pm$ 0,37 horas/treino.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 74. <u>Prevalência:</u> 46,5%. <u>Número de lesões no período:</u> 127. <u>Taxa de lesão:</u> 3,30 lesões/1000 horas treino <u>Localização anatómica das lesões:</u> ombros 33,1%; zona lombar 18,1%; joelhos 12,5%; punhos 10,2%; cotovelos 5,5%.	A taxa de lesão é semelhante às observadas noutros estudos sobre CrossFit e em estudos sobre outras modalidades (<i>powerlifting</i> , futebol americano e futebol). Participantes que fazem competição de CrossFit e participantes que apresentam um maior volume de treino são mais propensos a sofrer uma lesão relacionada com o CrossFit.
Feito, Burrows, & Tabb (2018)	<u>Observacional retrospectivo (nos 12 meses anteriores)</u> Critérios de inclusão: sujeitos com mais de 18 anos e com mais de 3 meses de experiência no CrossFit. Definição de lesão: qualquer lesão muscular, tendinosa, óssea, articular ou ligamentar sofrida durante a realização do CrossFit, a qual – levou o sujeito a uma consulta com um médico ou profissional de saúde; E levou a uma interrupção ou redução das suas atividades físicas e do seu treino de CrossFit, ou que tenha conduzido a alguma cirurgia.	3049 sujeitos (1566 homens e 1483 mulheres) Idade média: 36,8 $\pm$ 9,8 anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit. <u>Experiência no CrossFit:</u> 43,1% > 3 anos; 38,8% 1-3 anos; 18,0% < 1 ano. <u>Frequência semanal:</u> 9,0% < 3 treinos/semana; 52,6% de 3-5 treinos/semana; 38,4 > 5 treinos/semana.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 931. <u>Prevalência:</u> 30,5% (16,2% homens e 14,3% mulheres). <u>Número de lesões no período:</u> não especificado. <u>Taxa de lesão:</u> 0,27 lesões/1000 horas treino para os que tinham maiores volumes de treino e 0,74 lesões/1000 horas treino para os que tinham menores volumes de treino. <u>Localização mais predominante das lesões:</u> ombros; coluna vertebral.	O treino de CrossFit é relativamente seguro se comparado com outras modalidades de treino. Praticantes no seu primeiro ano de prática de CrossFit ou que tenham uma frequência semanal menor que 3 dias/semana, têm um maior risco de lesão.
Hak, Hodzovic, & Hickey (2013)	<u>Observacional retrospectivo (desde que os sujeitos iniciaram a prática de CrossFit)</u> Critérios de inclusão e exclusão: não especificados. Definição de lesão: qualquer lesão sofrida durante o treino que impossibilite o praticante de treinar, trabalhar ou competir em suas referidas modalidades, durante qualquer período de tempo.	132 sujeitos (93 homens e 39 mulheres) Idade média: 32,3 anos (19-57 anos). <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit que responderam a um questionário em fóruns online. <u>Experiência CrossFit (tempo médio prática):</u> 18,6 meses. <u>Duração média/semana:</u> 5,3 horas/semana.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 97. <u>Prevalência:</u> 73,5%. <u>Número de lesões no período:</u> 186 <u>Taxa de lesão:</u> 3,10 lesões/1000 horas treino. <u>Localização mais predominante das lesões:</u> ombros; coluna vertebral; braços; cotovelos.	A taxa de lesão no CrossFit é semelhante às observadas na literatura para outros desportos (levantamento olímpico e ginástica), e inferiores a desportos de contato, nomeadamente o rãguebi. Lesões de ombros e coluna vertebral são as mais predominantes.

Lopes et al (2018)	<u>Observacional retrospectivo (desde que os sujeitos iniciaram a prática de CrossFit)</u> <u>Crítérios de inclusão:</u> sujeitos que praticam CrossFit há mais de 3 meses e com mais de 18 anos. <u>Definição de lesão:</u> não especificado.	97 sujeitos (60 homens e 37 mulheres) Idade média: 32,0 anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit. <u>Experiência no CrossFit:</u> 56,7% > 12 meses; 23,0% de 6-12 meses; 19,0% de 3-6 meses; 1,3% de 1-3 meses. <u>Frequência semanal:</u> 52,6% > 5 treinos/semana; 45,4% 3-5 treinos/semana; 2,0% < 3 treinos/semana.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 29. <u>Prevalência:</u> 30,2%. <u>Número de lesões no período:</u> não especificado. <u>Taxa de lesão:</u> não especificado. <u>Localização anatômica das lesões:</u> zona lombar 23,1%; punhos 19,2%; ombros 15,3%; joelhos 13,4%.	A lesões aconteceram, essencialmente, na zona lombar, punhos, ombros e joelhos.
Mehrab et al (2017)	<u>Observacional retrospectivo (nos 12 meses anteriores)</u> <u>Crítérios de inclusão:</u> sujeitos com mais de 18 anos e que treinam em boxes de CrossFit na Holanda. <u>Crítérios de exclusão:</u> sujeitos que não treinam em boxes de CrossFit e/ou em boxes na Holanda. <u>Definição de lesão:</u> dor musculo-esquelética, sensação ou desconforto, resultante da prática de CrossFit, que leve a uma das seguintes condições – impossibilite a prática de Crossfit ou outras atividades, por mais de uma semana; altere as atividades normais do treino por mais de duas semanas; justifique a visita a um profissional de saúde.	449 sujeitos (266 homens e 183 mulheres) Idade média: 31,9 ± 8,3 anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit da Holanda. <u>Experiência no CrossFit:</u> 19,6% de 0-6 meses; 21,8% de 6-12 meses; 28,5% de 12-24 meses; 30,1% ≥ 24 meses. <u>Frequência semanal de treino:</u> não especificado.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 252. <u>Prevalência:</u> 56,1% (62,0% homens e 38,0% mulheres). <u>Número de lesões no período:</u> não especificado. <u>Taxa de lesão:</u> não especificado. <u>Localização anatômica das lesões:</u> ombros 28,7%; zona lombar 15,8%; joelhos 8,3%.	Um tempo de prática de CrossFit mais curto (< 6 meses) foi associado a um aumento do risco de lesão.
Montalvo et al (2017)	<u>Observacional retrospectivo (nos 6 meses anteriores)</u> <u>Crítérios de inclusão:</u> ser membro de uma box de CrossFit selecionada e estar presente no dia da recolha de dados. <u>Definição de lesão:</u> qualquer dano físico que impossibilite a realização de treinos ou imponha a modificação dos mesmos, ou das atividades diárias.	191 sujeitos (94 homens e 97 mulheres) Idade média: 31,7 ± 9,4 anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit do sul da Florida. <u>Experiência no CrossFit:</u> (tempo médio de prática): 2,0 ± 1,6 anos. <u>Frequência média semanal e duração média/semana:</u> 4,4 ± 1,3 treinos/semana; 5,5 ± 4,5 horas/semana.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 50. <u>Prevalência:</u> 26,17% (31,9% homens e 20,6 % mulheres). <u>Número de lesões no período:</u> 62. <u>Taxa de lesão:</u> 2,3 lesões/1000 horas treino. <u>Localização anatômica das lesões:</u> ombros 22,6%; zona lombar 12,9%; joelhos 16,1%; punhos 11,3%; cotovelos 3,2%; mãos 6,5%.	A taxa de lesão foi semelhante às encontradas noutras modalidades de treino (ginástica e <i>powerlifting</i>). Praticantes de CrossFit que fazem competição têm uma maior probabilidade de lesão.
Moran et al (2017)	<u>Coorte prospectivo (12 semanas)</u> <u>Crítérios de inclusão:</u> membro de qualquer box de CrossFit (realizar pelo menos 1 treino/semana) e ter pelo menos 18 anos de idade. <u>Definição de lesão:</u> qualquer queixa física que ocorra durante os treinos de CrossFit e que resulte na incapacidade de um praticante em participar integralmente nos treinos.	117 sujeitos (66 homens e 51 mulheres) Idade média: 35,0 ± 10,0 (13-58) anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit do Reino Unido. <u>Experiência no CrossFit:</u> não especificado. <u>Frequência semanal de treino:</u> não especificado.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> não especificado. <u>Prevalência:</u> não especificado. <u>Número de lesões no período:</u> 15. <u>Taxa de lesão:</u> 2,10 lesões/1000 horas treino <u>Localização anatômica das lesões:</u> zona lombar 33,3%; joelhos 20,0%; punhos 13,3%; coxa 13,3%; ombros 6,7%; cotovelos 6,7%.	A taxa de lesão associada ao treino de CrossFit foi baixa e comparável a outras atividades recreativas. Historial de lesões anteriores e o sexo masculino foram identificados como fatores de risco para o surgimento de lesão.
Sprey et al (2016)	<u>Observacional retrospectivo (desde que os sujeitos iniciaram a prática de CrossFit)</u> <u>Crítérios de inclusão:</u> praticantes de CrossFit. <u>Definição de lesão:</u> dor musculo-esquelética, sensação ou desconforto, resultante da prática de CrossFit, que leve a uma das seguintes condições – impossibilite a prática de CrossFit ou outras atividades por mais de uma semana; altere as atividades normais do treino por mais de duas semanas; justifique a visita a um profissional de saúde.	566 sujeitos (323 homens e 243 mulheres) Idade média: 31,3 ± 7,0 anos (13-58 anos). <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit do Brasil. <u>Experiência no CrossFit:</u> 31,6% < 6 meses; 29,0% 6-12 meses; 39,4% > 12 meses. <u>Frequência semanal de treino:</u> 5,3% 2 treinos/semana; 51,9% de 3-4 treinos/semana; 42,8% > 4 treinos/semana.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 176. <u>Prevalência:</u> 31,0% (34,0% homens e 27,6% mulheres). <u>Número de lesões no período:</u> não especificado. <u>Taxa de lesão:</u> não especificado <u>Localização anatômica:</u> não especificado.	A prevalência de lesão no CrossFit é comparável às de outros desportos (<i>powerlifting</i>, ginástica e corrida), as quais têm uma prevalência de quase metade das lesões ocorridas no futebol.

Summitt et al (2016)	<u>Observacional retrospectivo (nos 6 meses anteriores)</u> <u>Crítérios de inclusão e exclusão:</u> não especificados. <u>Definição de lesão:</u> dor musculoesquelética, sensação ou desconforto, resultante da prática de CrossFit, que leve a uma das seguintes condições – impossibilite a prática de Crossfit ou outras atividades, por mais de uma semana; altere as atividades normais do treino por mais de duas semanas; justifique a visita a um profissional de saúde.	187 sujeitos Idades: 24,6% entre 18-25 anos; 63,2% entre 26-30 anos; 12,2% > 31 anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit de Indiana, Estados Unidos. <u>Experiência no CrossFit:</u> 83,0% > 12 meses; 9,0% de 6-12 meses; 8,0% < 6 meses.	<u>Sujeitos lesionados nos ombros durante o período:</u> 44. <u>Prevalência nos ombros:</u> 23,7%. <u>Número de lesões nos ombros no período:</u> 46. <u>Taxa de lesão:</u> 1,94 lesões no ombro/1000 horas treino.	A taxa de lesão é comparável a outras formas recreativas e competitivas de exercício.
Tafari et al (2018)	<u>Observacional retrospectivo (desde que os sujeitos iniciaram a prática de CrossFit)</u> <u>Crítérios de inclusão:</u> praticantes de CrossFit há pelo menos 6 meses e com idade entre 18-40 anos. <u>Crítérios de exclusão:</u> praticantes com mais de um mês de interrupção dos treinos nos últimos seis meses; praticantes com doenças osteo-articulares crônicas; praticantes com uma frequência semanal < 2. <u>Definição de lesão:</u> não especificado.	454 sujeitos (325 homens e 129 mulheres) Idade média: 28,8 ± 7,9 anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit da região de Puglia, Itália. <u>Experiência no CrossFit: (tempo médio de prática):</u> 20,2 ± 14 meses. <u>Frequência média semanal de treino:</u> 4,0 ± 1,2 horas/treino.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 181. <u>Prevalência:</u> 39,9%. <u>Número de lesões no período:</u> não especificado. <u>Tipo de lesão:</u> tendinites dos membros inferiores 3,0%; tendinites dos membros superiores 16,7%; fraturas 0,7%; luxações 1,8%.	As tendinites são o tipo de lesão mais frequentes. A prevalência de lesão é comparável a outras formas de exercício.
Weisenthal et al (2014)	<u>Observacional retrospectivo (nos 6 meses anteriores)</u> <u>Crítérios de inclusão:</u> praticantes com mais de 18 anos e que treinem numa box de CrossFit nos Estados Unidos. <u>Definição de lesão:</u> dor musculoesquelética, sensação ou desconforto, resultante da prática de CrossFit, que leve a uma das seguintes condições – impossibilite a prática de Crossfit ou outras atividades, por mais de uma semana; altere as atividades normais do treino por mais de duas semanas; justifique a visita a um profissional de saúde.	381 sujeitos (231 homens e 150 mulheres) Idades: 18-69 anos. <u>Tipo de população:</u> praticantes de CrossFit nos Estados Unidos. <u>Experiência no CrossFit:</u> 35,2% 0-6 meses. <u>Frequência semanal de treino:</u> 72,8% 4-5 treinos/semana.	<u>Sujeitos lesionados durante o período:</u> 75. <u>Prevalência:</u> 19,4% <u>Número de lesões no período:</u> 84. <u>Localização anatômica:</u> ombros 25,0%; zona lombar 14,2%; joelhos 13,1%.	A prevalência de lesão é comparável a outras formas de exercício. Os homens são mais propensos a sofrer uma lesão do que as mulheres.

As taxas de lesão variaram entre 0,27 e 3,3 lesões/1000 horas de treino, nos estudos que apresentaram o seu valor (Escalante et al., 2017; Feito et al., 2018; Hak et al., 2013; Montalvo et al., 2017; Moran et al., 2017; Sprey et al., 2016; Summitt et al., 2016). Por outro lado, a prevalência de lesão variou entre 19,4% e 73,5% nos estudos que disponibilizaram o seu valor (Chachula, Cameron, & Svoboda 2016; Escalante et al. 2017; Feito, Burrows, & Tabb 2018; Hak, Hodzovic, & Hickey 2013; Lopes et al. 2018; Mehrab et al. 2017; Montalvo et al. 2017; Sprey et al. 2016; Summitt et al. 2016; Tafuri et al. 2018; Weisenthal et al. 2014). Quando analisamos a prevalência de lesão por género, a mesma variou entre 16,2% e 62,0% nos homens e 14,3% e 38,0% nas mulheres (Feito et al., 2018; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Sprey et al., 2016).

Em relação à localização anatómica das lesões, observou-se que os ombros foram a região mais afetada na maioria dos estudos (Escalante et al., 2017; Feito et al., 2018; Hak et al., 2013; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Weisenthal et al., 2014), seguido pela região lombar. De referir, que um dos estudos selecionados por esta revisão sistemática (Summitt et al., 2016) apenas estudou a prevalência e a taxa de lesão nos ombros.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar o perfil epidemiológico das lesões em praticantes de *CrossFit*, através de uma revisão sistemática da literatura. De acordo com a maioria dos estudos selecionados, a taxa de lesão no *CrossFit* foi semelhante a modalidades desportivas de contacto. Assim, nos estudos analisados nesta revisão sistemática observaram-se valores de taxa de lesão no *CrossFit* a variar entre 0,7 e 3,3 lesões/1000 horas de treino. Em modalidades desportivas de contacto, foram observados valores: entre 2,5 lesões/1000 horas de treino/competição (Seil, Rupp, Tempelhof, & Kohn, 1998) e 3,5 lesões/1000 horas de treino no andebol (Mónaco et al., 2019); de 1,5 lesões/1000 horas de treino/competição em jogadores universitários de basquetebol (Clifton et al., 2018); de 2,0 lesões/1000 horas de treino e de 2,8 lesões/1000 horas de treino em homens e mulheres jogadores de hóquei no gelo (Hootman, Dick, & Agel, 2007). Este facto representa uma elevada taxa de lesão para uma atividade em que não existe contacto físico entre os seus praticantes. Por outro lado, sabendo que muitos dos praticantes envolvidos nos estudos analisados não realizavam qualquer competição de *CrossFit*, era de esperar que os valores da taxa de lesão fossem consideravelmente inferiores aos de modalidades de competição, pois o risco de lesão aumenta quando se trata de exercício físico realizado em competição (Hootman et al., 2007).

Os valores de prevalência foram bastante diferentes nos diversos estudos selecionados. Estes valores podem ser explicados por várias questões metodológicas, as quais não foram similares nos vários estudos. Em primeiro lugar, os diferentes tamanhos de amostra nos vários estudos. Depois, as características dos sujeitos incluídos nos vários estudos, os quais contemplavam diferentes percentagens entre homens e mulheres, e diferentes percentagens entre simples praticantes e atletas de *CrossFit*. Quando analisamos as características dos treinos dos participantes dos estudos, observamos uma diferença em relação à duração da sessão de treino e frequência semanal, o que pode interferir nos resultados obtidos da prevalência de lesão. Por outro lado, a maioria dos estudos foram realizados através de um questionário online, o que poderá levar alguns participantes a não responder e a enviar os resultados. Apenas no estudo conduzido por Montalvo et al. (2017) foi aplicado o questionário de forma presencial. Por fim, as diferenças encontradas nos vários estudos relativamente à definição de lesão são muito acentuadas, o que poderá conduzir a diferenças nos resultados encontrados. Neste caso seria interessante padronizar uma definição de lesão para futuras investigações acerca do perfil epidemiológico das lesões para atenuar o risco de vieses.

Da avaliação realizada à qualidade metodológica dos estudos, percebe-se que a maioria apresenta um desenho do estudo fraco, essencialmente por todos eles serem estudos observacionais. Por outro lado, muitos deles também apresentam debilidades ao nível da recolha dos dados e na análise dos praticantes que não participam no estudo. Estes fatores poderão ter levado a um enviesamento dos resultados. Assim, é clara a necessidade de realizar RCT para estudar o possível efeito negativo do CrossFit em praticantes desta modalidade, ou seja, as lesões.

Quando analisamos a prevalência das lesões por géneros, o sexo masculino foi o que demonstrou uma taxa de lesão superior (Feito et al., 2018; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Sprey et al., 2016). Estudos sobre o perfil epidemiológico das lesões noutras atividades desportivas, comparando homens e mulheres, também mostraram maior prevalência no sexo masculino – no basquetebol (Almeida, Tonin, & Navega, 2013) e na corrida (Hino, Reis, Rodriguez-Añez, & Fermino, 2009).

Foi também observado que os sujeitos que possuíam uma lesão anterior, tinham mais probabilidades de sofrer uma lesão futura (Chachula et al., 2016; Moran et al., 2017). Moran et al (2017) encontram resultados semelhantes, ou seja, o historial de lesões anteriores parece influenciar a prevalência de lesões. O mesmo é relatado noutras atividades similares, como é

o caso do *Strongman*, em que 44% das lesões são reincidências de lesões anteriores (Winwood, Hume, Cronin, & Keogh, 2013). Desta forma, é fundamental ter especial cuidado na recolha de informação durante a avaliação inicial (anamnese), a qual pode acautelar possíveis reincidências.

Os valores da taxa de lesão, noutras modalidades desportivas, são claramente superiores durante as competições quando comparados com os valores durante os treinos (Hootman et al., 2007). No estudo conduzido por Montalvo et al. (2017), os atletas de *CrossFit* que participaram em competições tiveram uma prevalência mais elevada de lesões quando comparados com os não competidores. As possíveis razões para estes resultados poderão estar relacionadas com uma maior duração e uma maior frequência semanal dos treinos. De acordo com Feito, Burrows, & Tabb (2018), a duração dos treinos e a frequência semanal expõem os sujeitos a uma maior repetição dos movimentos, o que pode aumentar as possibilidades de lesão. No entanto, sujeitos com sessões de treino superiores a 120 minutos no *CrossFit*, foram associados a uma taxa de lesão inferior quando comparados a sujeitos com sessões de treinos inferiores a 60 minutos (Mehrab et al., 2017). Por outro lado, e segundo Sprey et al. (2016), os sujeitos com uma frequência semanal superior a 3 vezes tiveram uma maior percentagem de lesão do que os sujeitos que tinham uma frequência semanal inferior a 3 vezes. Apesar dos dados indicarem que os sujeitos que participam em competições no *CrossFit* são mais propensos a desenvolver uma lesão, são ainda necessários mais estudos sobre esta temática.

Relativamente à influência que a experiência (tempo de prática) no *CrossFit* tem nas lesões, os resultados são algo contraditórios. Por um lado, no estudo conduzido por Mehrab et al. (2017), um tempo de prática menor que 6 meses no *CrossFit* foi associado a um maior risco de lesão. Por outro lado, no estudo de Feito, Burrows, and Tabb 2018; Tafuri et al. (2018), atletas com maior tempo de prática no *CrossFit* e com maior especialização foram mais propensos à lesão. Desta forma, será importante realizar mais investigação sobre a influência do tempo de prática na prevalência de lesões no *CrossFit*.

Apesar dos estudos não terem encontrado associação entre a presença de lesão e a idade, Weisenthal et al. (2014) referem que o *CrossFit* pode ser praticado com segurança por indivíduos na faixa etária entre os 18 e os 69 anos. No entanto, será importante mais investigação sobre esta temática.

Em relação à localização anatômica das lesões, observou-se que os ombros foram a região mais afetada na maioria dos estudos (Escalante et al., 2017; Feito et al., 2018; Hak et al., 2013; Mehrab et al., 2017; Montalvo et al., 2017; Weisenthal et al., 2014).

CONCLUSÃO

O treino de *CrossFit* apresenta valores de taxa de lesão similares a modalidades desportivas de contacto. Os homens que praticam *CrossFit* apresentam uma prevalência de lesão superior às mulheres. Em relação à localização anatômica das lesões, os ombros foram a região mais afetada. No futuro, RCT são fundamentais para estudar o possível ligação entre a prática do *CrossFit* e as lesões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, N., Tonin, J., & Navega, M. (2013). Characterization of sport injuries in the basketball. *Fisioter Mov*, 2(26), 361–368. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502013000200013>
- Atalaia, T., Ricardo, P., & Santos, C. (2009). Definição de lesão desportiva - uma revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Fisioterapia No Desporto*, 3(2), 13–21.
- Box, T. (2012). Origins of crossfit.
- Chachula, L., Cameron, K., & Svoboda, S. (2016). Association of prior injury with the report of new injuries sustained during crossfit training. *Athletic Training Sports Health Care*, 1(8), 28–34. <https://doi.org/10.3928/19425864-20151119-02>
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. D. S., Miranda, R. C., Mezêncio, B., ... Serrão, J. C. (2018). Crossfit overview : systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 4(11), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
- Clifton, D. R., Onate, J. A., Hertel, J., Pierpoint, L. A., Currie, D. W., Wasserman, E. B., ... Kerr, Z. Y. (2018). The first decade of web-based sports injury surveillance: descriptive epidemiology of injuries in us high school boys' basketball (2005–2006 through 2013–2014) and national collegiate athletic association men's basketball (2004–2005 through 2013–2014). *Journal of Athletic Training*, 53(11), 1025–1036. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-148-17>
- CrossFit, I. (2019). No Title.
- Dominski, H. F., Siqueira, T. C., Serafim, T. T., & Andrade, A. (2018). Injury profile in crossFit practitioners : systematic review. *Fisioterapia e Pesquisa*, 2(25), 229–239. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/17014825022018>
- Effective Public Health Practice Project. (2003). Quality assessment tool for quantitative studies. *Effective Public Health Practice Project*, 2–5. Retrieved from [https://www.ephpp.ca/PDF/Quality Assessment Tool_2010_2.pdf](https://www.ephpp.ca/PDF/Quality%20Assessment%20Tool_2010_2.pdf)
- Escalante, G., Gentry, C. R., Kern, B. D., & Waryasz, G. R. (2017). Injury patterns and rates of costa rican crossfit ® participants - a retrospective study. *Sports Medicine Society*, 8(2), 2927–2934.

- Feito, Y., Burrows, E. K., & Tabb, L. P. (2018). A 4-year analysis of the incidence of injuries among crossfit trained participants. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(10), 1–8. <https://doi.org/10.1177/2325967118803100>
- Hak, P. T., Hodzovic, E., & Hickey, B. (2013). The nature and prevalence of injury during crossfit training. *J Strength Cond Res*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000318>
- Hino, A., Reis, R., Rodriguez-Añez, C., & Fermino, R. (2009). Prevalência de lesões em corredores de rua e fatores associados. *Rev Bras Med Esporte*, 1(15), 36–39. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000100008>
- Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311–319.
- Hoskins, W., Pollard, H., Hough, K., & Tully, C. (2006). Injury in rugby league. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1–2(9), 46–56.
- Lopes, P., Helena, F., Bezerra, G., Filho, A. N., Neto, P. P., & Júnior, F. S. (2018). Lesões osteomioarticulares entre os praticantes de crossfit osteomyoarticular injuries among crossfit practicans. *Motricidade*, 14(1), 266–270.
- Mehrab, M., de Vos, R. J., Kraan, G. A., & Mathijssen, N. M. C. (2017). Injury incidence and patterns among dutch crossfit athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(12), 1–13. <https://doi.org/10.1177/2325967117745263>
- Meyer, J., Morrison, J., & Zuniga, J. (2017). The benefits and risks of crossfit a systematic review. *Workplace Health & Safety*, 65(12), 612–618. <https://doi.org/10.1177/2165079916685568>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... Group, P. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Bio Med Central*, 4(1), 2–9. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Mónaco, M., Gutiérrez Rincón, J. A., Montoro Ronsano, B. J., Whiteley, R., Sanz-Lopez, F., & Rodas, G. (2019). Injury incidence and injury patterns by category, player position, and maturation in elite male handball elite players. *Biology of Sport*, 36(1), 67–74.

<https://doi.org/10.5114/biolSport.2018.78908>

- Montalvo, A. M., Shaefer, H., Rodriguez, B., Li, T., Epnere, K., & Myer, D. (2017). Retrospective injury epidemiology and risk factors for injury in crossfit. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(1), 53–59. Retrieved from <http://www.jssm.org>
- Moran, S., Booker, H., Staines, J., & Williams, S. (2017). rates and risk factors of injury in crossfit: a prospective cohort study. *J Sports Med Phys Fitness*, 9(57), 1147–1153.
- Netto, D. C., Arliani, G. G., Thiele, E. S., Lima Cat, M. N., Cohen, M., & Pagura, J. R. (2019). Prospective evaluation of injuries occurred during the brazilian football championship in 2016. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 54(3), 329–334. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1692429>
- Rasczyk, K., & Stephens, M. (2015). CrossFit community, information community: needs and behaviors. *Information Communities*, 33(2), 81–87. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Seil, R., Rupp, S., Tempelhof, S., & Kohn, D. (1998). Sports injuries in team handball a one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med*, 5(26), 681–687. <https://doi.org/10.1177/03635465980260051401>
- Sprey, J. W. C., Ferreira, T., de Lima, M. V., Duarte, A., Jorge, P. B., & Santili, C. (2016). An epidemiological profile of crossfit athletes in brazil. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(8), 1–8. <https://doi.org/10.1177/2325967116663706>
- Summitt, R. J., Cotton, R. A., Kays, A. C., & Slaven, E. J. (2016). Shoulder injuries in individuals who participate in crossFit training. *Sports Health*, 8(6), 541–546. <https://doi.org/10.1177/1941738116666073>
- Tafari, S., Salatino, G., Napoletano, P., & Monno, A. (2018). the risk of injuries among crossfit athletes : an italian observational retrospective survey. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.09240-X>
- Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., Dehaven, K. E., & Giordano, B. D. (2014). Injury rate and patterns among crossfit athletes. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(4), 1–7. <https://doi.org/10.1177/2325967114531177>

Winwood, P. W., Hume, P. A., Cronin, J. B., & Keogh, J. W. (2013). Retrospective injury epidemiology of strongman athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, (28), 128-42.

PARTE II

Avaliação e análise do Deep Squat em praticantes de CrossFit

CAPÍTULO 3

Revisão da literatura e objetivos da investigação

1 – REVISÃO DA LITERATURA

Como vimos na Parte I, a prevalência e a taxa de lesão em praticantes de *CrossFit* são similares a modalidades desportivas de contacto, como são o caso do andebol, basquetebol e hóquei no gelo (Clifton et al., 2018; Dominski et al., 2018; Hootman, Dick, & Agel, 2007; Mónaco et al., 2019; Seil, Rupp, Tempelhof, & Kohn, 1998). Este facto representa uma elevada prevalência de lesão para uma atividade em que não existe contacto físico entre os seus praticantes. Por outro lado, sabendo que muitos dos praticantes envolvidos nos estudos analisados por Dominski et al. (2018) e analisados na revisão sistemática por nós conduzida não realizavam qualquer competição de *CrossFit*, era de esperar que os valores de prevalência fossem inferiores aos de modalidades de competição, pois o risco de lesão aumenta quando se trata de exercício físico realizado em competição (Timpka, Ekstrand, & Svanström, 2006). No entanto, tal situação não se verificou. Deste modo, baterias de testes que consigam prever a ocorrência de lesão (pela associação entre o desempenho nas mesmas e a ocorrência de lesão) poderão ser úteis em praticantes de *CrossFit*.

Nos últimos anos têm sido criadas baterias de testes que associam o desempenho nas mesmas e o risco de lesão, quer através de baterias que avaliam a capacidade neuromuscular (Hegedus, Mcdonough, Bleakley, Cook, & Baxter, 2015) quer através de baterias que avaliam a qualidade do movimento (Whatman, Hing, & Hume, 2012). De acordo com alguma literatura (Cook et al., 2010), devemos diferenciar a avaliação das aptidões físicas, da avaliação das disfunções do movimento. Dessa forma, segundo os mesmos autores, será mais razoável realizar uma avaliação do movimento antes de uma avaliação centrada nos resultados da aptidão física.

O *Functional Movement Screen* (FMS) é um exemplo de uma bateria de testes que avalia a qualidade do movimento, tendo sido desenvolvida com o objetivo de identificar défices nesse mesmo movimento (disfunções), nomeadamente de estabilidade e de mobilidade articular, que podem predispor um indivíduo à lesão durante as suas atividades físicas diárias (Cook et al., 2010). Uma disfunção no movimento significa que existem alterações da estabilidade, da mobilidade articular, e/ou perda dos alinhamentos articulares ótimos para a execução das funções desejadas de forma eficiente e segura (Sousa, 2015). O FMS é composto por sete tarefas, as quais são avaliadas por observação visual com base em critérios padronizados, expondo disfunções ou dor nessas tarefas (Cook et al., 2010). Assim, as sete

tarefas que compõem o FMS são: *Deep Squat* (agachamento profundo), *Hurdle Step* (passo por cima de uma barreira), *In Line Lunge* (lunge em linha), *Shoulder Mobility* (mobilidade do ombro), *Active Straight Leg Raise* (flexão ativa da coxa), *Trunk Stability Pushup* (estabilidade do tronco durante uma *push-up*) e *Rotary Stability* (estabilidade durante a rotação do tronco). Algumas destas tarefas são bilaterais, nomeadamente o *Hurdle Step*, o *In Line Lunge*, o *Shoulder Mobility*, o *Active Straight Leg Raise* e o *Rotary Stability*. As tarefas *Shoulder Mobility*, *Trunk Stability Pushup* e *Rotary Stability* têm, cada um deles, testes complementares. Assim, o *Active Scapular Stability*, o *Spinal Extension Test* e o *Spinal Flexion Test* são os testes complementares do *Shoulder Mobility*, *Trunk Stability Pushup* e *Rotary Stability*, respectivamente. Cada uma destas tarefas é avaliada numa escala de quatro níveis, relativamente à qualidade do movimento e/ou à existência de dor: 0 pontos, presença de dor durante a realização da tarefa (ou seja, sempre que apresenta dor, e independentemente da qualidade da execução, é classificado neste nível); 1 ponto, não realiza ou não completa a tarefa; 2 pontos, realiza a tarefa mas são observadas algumas compensações no movimento; 3 pontos, realiza a tarefa sem apresentar qualquer tipo de compensação (Cook et al., 2010). Nestas tarefas, a menor pontuação obtida em cada tarefa bilateral será o valor considerado para toda a tarefa. Nos testes complementares não é atribuída qualquer pontuação, sendo apenas realizados para observar a existência, ou não, de dor. Se durante o movimento do teste complementar for observada dor, será atribuída pontuação 0 ao respectivo teste principal. A partir dos pontos obtidos em cada uma das tarefas é possível obter um resultado final do FMS, o qual varia entre 0 e 21 pontos.

O *Deep Squat* (Figura 2), bem como as outras tarefas que compõem a bateria de teste FMS, são realizadas de acordo com as indicações definidas por (Cook et al., 2010): 1) posição inicial com os pés em alinhamento vertical com a parte externa dos ombros; 2) barra no topo da cabeça para ajuste das mãos, formando um ângulo de 90 graus nos cotovelos; 3) estender os braços sobre a cabeça, com os cotovelos totalmente estendidos; 4) mantendo os calcanhares e a barra na posição e mantendo o tronco na posição vertical, descer o mais profundo possível; 5) joelhos devem estar alinhados com os pés durante toda a fase do teste. Esta tarefa pretende avaliar a mobilidade do tronco, ombros, ancas, joelhos e tornozelos. Para além disso, a estabilidade global e o controlo motor também são avaliadas durante esta tarefa (Cook et al., 2010). A sua execução é avaliada numa escala de quatro níveis, de acordo com os critérios do FMS: 3 pontos quando, o tronco está paralelo com a perna ou na vertical (plano

sagital), a coxa ultrapassa a horizontal (plano sagital), os joelhos estão alinhados com os pés (plano frontal), e a barra está alinhada com os pés (plano sagital); 2 pontos quando, os calcanhares estão elevados em relação aos dedos dos pés (em cima do degrau de 5 cm) e o tronco está paralelo com a perna ou na vertical (plano sagital), a coxa ultrapassa a horizontal (plano sagital), os joelhos estão alinhados com os pés (plano frontal), e a barra está alinhada com os pés (plano sagital); 1 ponto quando, os calcanhares estão elevados em relação aos dedos dos pés (em cima do degrau de 5 cm) e o tronco não está paralelo com a perna (plano sagital), e/ou a coxa não ultrapassa a horizontal (plano sagital), e/ou os joelhos não estão alinhados com os pés (plano frontal), e/ou a barra não está alinhada com os pés (plano sagital); 0 pontos quando apresenta dor durante a execução da tarefa.

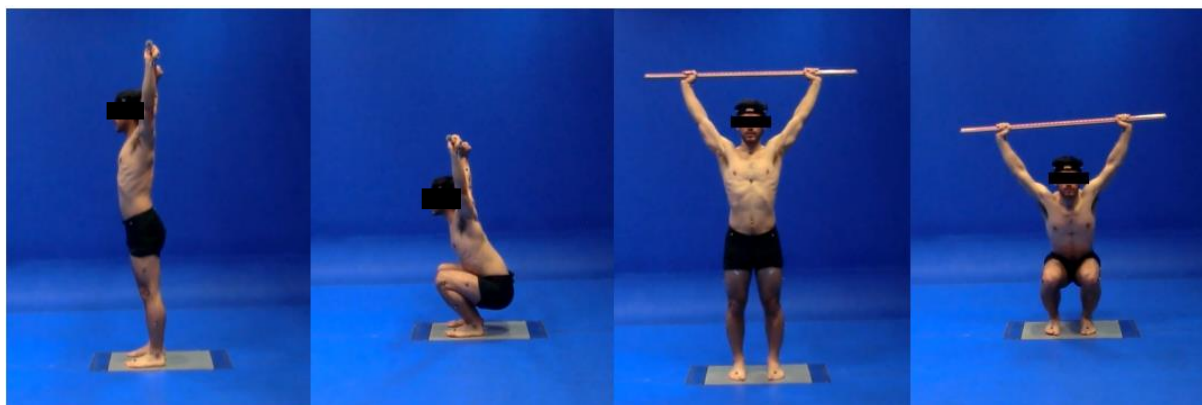


Figura 2. *Deep Squat* (vista lateral e vista anterior).

No *Hurdle Step* (Figura 3), o avaliador deverá realizar previamente a medição da distância vertical que vai do solo à tuberosidade anterior da tíbia, de forma a ajustar a altura da barreira. Em seguida o sujeito deverá: 1) posicionar-se atrás do kit FMS com os pés unidos e os dedos tocando na base; 2) agarrar a barra com as duas mãos e colocá-la sobre a cabeça, de forma a ajustar a distância entre as mãos (cotovelos formam um ângulo de 90°); e em seguida, apoia a barra nos ombros; 3) mantendo o tronco na vertical e a barra na horizontal, o sujeito passará uma perna por cima da barreira, tocando com o calcanhar no solo e retornando para a posição inicial. Esta tarefa pretende avaliar a estabilidade das articulações do membro inferior de apoio e a mobilidade das articulações do membro inferior móvel. Para além disso, a estabilidade global e o controlo motor também são avaliadas durante esta tarefa (Cook et al., 2010). De acordo com os critérios do FMS a classificação é atribuída da seguinte forma: 3

pontos quando, não há desvio medial e/ou lateral do joelho (plano frontal), bem como desvio ascendente/descendente da barra em relação à posição inicial da mesma (plano frontal); e corpo ereto sem desvio anterior do tronco (plano sagital); 2 pontos quando, há desvio medial e/ou lateral do joelho (plano frontal), e/ou desvio ascendente/descendente da barra em relação à posição inicial da mesma (plano frontal), e/ou desvio anterior do tronco (plano sagital); 1 ponto quando, há incapacidade de ultrapassar a barreira e/ou perda de estabilidade; 0 pontos quando apresenta dor durante a execução da tarefa.

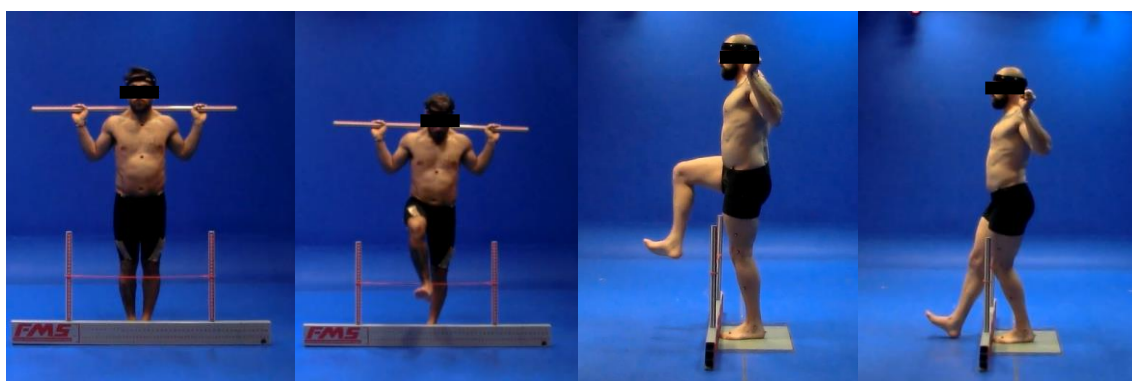


Figura 3. *Hurdle Step* (vista anterior e vista lateral).

No *In Line Lunge*, e de acordo com os critérios do FMS o sujeito deve: 1) colocar os dois sobre a plataforma do kit do FMS, com a ponta de um dos pés colocada atrás da linha de partida da plataforma (kit FMS) e o calcanhar do pé dianteiro colocado a uma distância igual ao valor da distância vertical do solo até à tuberosidade anterior da tíbia; 2) a barra é agarrada pelas duas mãos e colocada atrás das costas, estando a tocar a cabeça, a zona torácica e a zona sagrada; 3) a mão oposta ao pé dianteiro deve segurar a barra ao nível da zona cervical da coluna e a outra mão deve segurar a barra ao nível da zona lombar da coluna; 4) mantendo a barra numa posição vertical, o sujeito realiza um *lunge*, tocando com o joelho traseiro atrás do calcanhar do pé dianteiro; em seguida, retoma à posição inicial. Esta tarefa pretende avaliar a mobilidade do tronco, ancas, joelhos e tornozelos. Por outro lado, a estabilidade global também é testada (Cook et al., 2010). A sua execução é avaliada de acordo com os critérios do FMS: 3 pontos quando não há desvio lateral da coluna e/ou deslocamento lateral da barra (plano frontal) nem desvio anterior do tronco, e a barra está na posição vertical com o joelho da perna de traz tocando no kit FMS (plano sagital); 2 pontos quando a barra não mantém o plano sagital, a vertical e/ou o contacto, ou quando é notado movimento do tronco, ou quando

os pés não mantêm o plano sagital; ou quando o joelho não toca a prancha atrás do calcanhar; 1 ponto quando se verifica perda de estabilidade; 0 pontos quando apresenta dor durante a execução da tarefa.

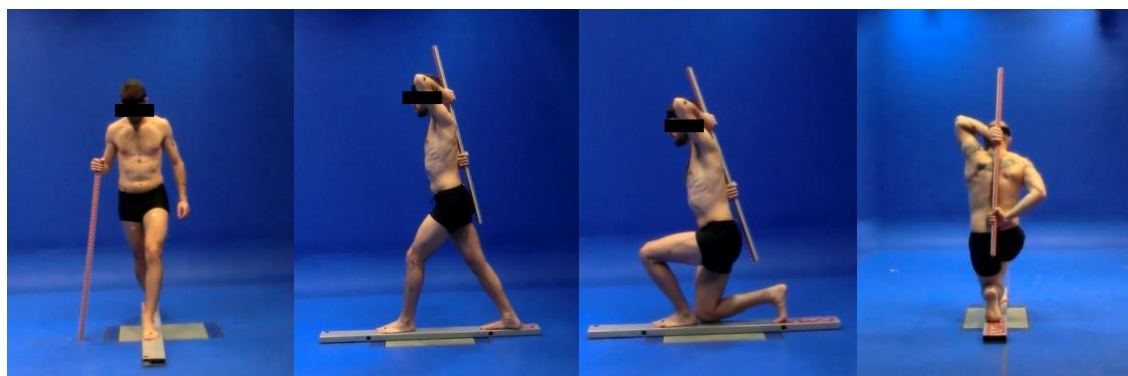


Figura 4. *In Line Lunge* (vista anterior, vista lateral e vista posterior).

No *Shoulder Mobility* (Figura 5), o avaliador realiza primeiramente a medição do comprimento da mão direita do sujeito, medindo a distância desde o vinco distal do pulso até à ponta do dedo mais longo, a qual será utilizada para a atribuição da pontuação de acordo com os critérios do FMS (Cook et al., 2010). Esta tarefa será avaliada segundo as seguintes condições de realização: 1) sujeito na posição de pé, com os pés juntos; 2) fechar as mãos com os polegares dentro dos demais dedos; 3) em seguida, o sujeito move simultaneamente um punho atrás do pescoço e o outro atrás das costas, assumindo um braço uma extensão máxima com adução e rotação interna do ombro e o outro uma flexão máxima abduzida com rotação externa; 4) medir a distância entre os dois pontos mais próximos das mãos, para determinar o alcance simétrico do sujeito. No final da tarefa/teste é realizado o teste complementar, o *Active Scapular Stability* a qual o sujeito coloca a palma da mão no ombro oposto e levanta o cotovelo o mais alto possível, mantendo o contato da palma da mão no ombro. Se houver dor presente durante o teste complementar será dada uma *pontuação 0* na tarefa *Soulder Mobility*. Esta tafera visa avaliar a mobilidade dos ombros, nomeadamente a amplitude bilateral do movimento dos ombros, combinando extensão, rotação interna e adução num dos membros superiores; e flexão, rotação externa e abdução no outro ombro (Cook et al., 2010). A sua execução é avaliada de acordo com os critérios do FMS: 3 pontos quando a distância é inferior ao comprimento da mão; 2 pontos quando a distância fica entre 1

e 1,5 vezes o comprimento da mão; 1 ponto quando a distância é superior a 1,5 vezes o comprimento da mão; 0 pontos quando apresenta dor durante a execução da tarefa.



Figura 5. *Shoulder Mobility* (vista posterior)

Os procedimentos para a realização do *Active Straight Leg Raise* (Figura 6) são: 1) encontrar na coxa do executante o ponto médio entre a crista ilíaca antero-superior e a linha articular do joelho; 2) o sujeito deita-se de costas com os braços ao lado e as palmas das mãos para cima, cabeça apoiada no chão e o kit FMS colocado por baixo dos joelhos; 3) ambos os pés em posição neutra e solas dos pés perpendiculares ao chão; 4) em seguida, o avaliado levanta um dos membros inferiores, enquanto mantém a posição inicial do tornozelo, joelho e anca do membro inferior oposto, o qual está em contato com o solo; 5) quando o membro inferior do sujeito alcança a posição final, é registrada a pontuação de acordo com os critérios do FMS. Esta tarefa visa avaliar a mobilidade da anca. Por outro lado, também avalia o controle pélvico (Cook et al., 2010). De acordo com os critérios do FMS, ao sujeito será atribuída uma pontuação de: 3 pontos quando a projeção vertical do maléolo externo do membro inferior elevado se encontra entre o ponto médio e a crista ilíaca antero-superior; 2 pontos quando a projeção vertical do maléolo externo do membro inferior elevado se encontra entre o ponto médio e o joelho; 1 ponto quando a projeção vertical do maléolo externo do membro inferior elevado se encontra abaixo da linha articular do joelho; 0 pontos quando apresenta dor durante a execução da tarefa.

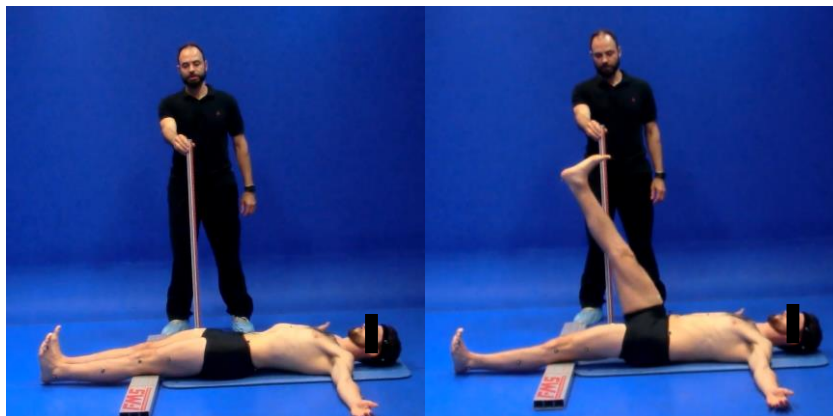


Figura 6. *Active Straight Leg Raise* (vista lateral).

No *Trunk Stability Pushup* (Figura 7), os homens e as mulheres têm diferentes posições iniciais para a execução desta tarefa. Os homens começam com os polegares alinhados com a parte superior da testa, enquanto as mulheres começam com os polegares alinhados com o queixo. Os polegares serão alinhados ao nível do queixo ou ombro, de acordo com os critérios de pontuação do FMS. Seguindo os critérios do FMS para execução desta tarefa o sujeito deverá: 1) assumir uma posição em decúbito ventral com os braços estendidos acima da cabeça; 2) em seguida, ajustar as extremidades superiores em um padrão de flexão de acordo com as indicações por gênero; 3) realizar o movimento de empurar o chão com o corpo em “bloco” sem oscilações na coluna (extensão e rotação) durante o movimento; 4) no final será aplicado um teste complementar (*trunk stability pushup test*) e se houver dor presente, será dada uma pontuação de 0 para esta tarefa. Nesta tarefa é avaliada a capacidade de estabilizar o tronco e a anca no plano sagital, bem como avaliar a estabilidade da omoplata, mobilidade das ancas e zona torácica (Cook et al., 2010). De acordo com os critérios do FMS ao sujeito será dado uma pontuação de: 3 pontos quando, atende aos critérios de execução (sem extensão e rotação da coluna) e as mãos e os polegares na linha da testa (homens) e queixo (mulheres); 2 pontos quando, atende aos critérios de execução (sem extensão e rotação da coluna), no entanto os polegares estão na linha do queixo (homens) e na linha dos ombros (mulheres); 1 ponto quando, não atende aos critérios de execução (com extensão e rotação da coluna) e incapacidade de realizar uma repetição com as mãos e polegares na linha do queixo (homens) e na linha dos ombros (mulheres); 0 pontos quando apresenta dor durante a execução da tarefa.

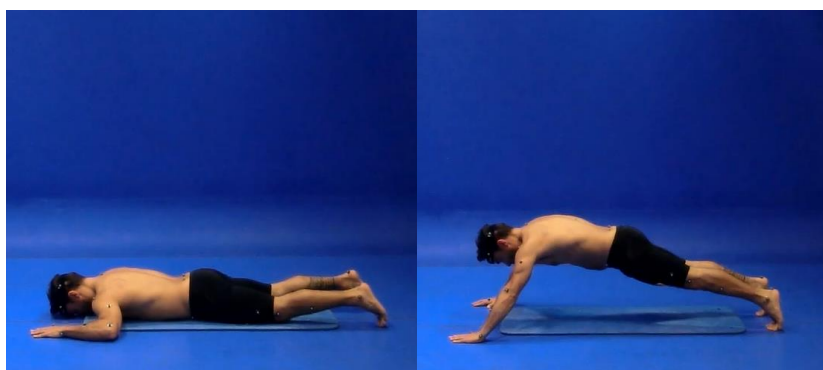


Figura 7. *Trunk Stability Pushup* (vista lateral).

Os critérios FMS para sua execução do *Rotary Stability* (Figura 8) são: 1) o sujeito posiciona-se na posição de quadrúpede com a placa do kit FMS; 2) os polegares, joelhos e os pés tocam o kit FMS; 3) o sujeito deverá flexionar o ombro ao mesmo tempo em que estende a anca e o joelho do mesmo lado; 4) em seguida, aproxima o cotovelo do joelho enquanto permanece em linha sobre o kit FMS; 5) caso não execute de forma a atender os critérios da indicação anterior, o sujeito executará um padrão diagonal usando o ombro e o quadril oposto da mesma maneira descrito acima, no entanto o cotovelo e o joelho devem se tocar enquanto permanece em linha sobre o kit FMS; 6) por fim uma teste complementar (*Spinal Flexion Test*) é realizado para observar se há dor presente, sendo executada da seguinte forma: fazer uma flexão da coluna da posição quadrúpede; tocar as nádegas nos calcanhares e o peito nas coxas. Esta tarefa visa avaliar a estabilidade da pélvis, tronco e ombros durante um movimento combinado das extremidades superior e inferior. A mobilidade dos ombros, tronco, joelhos e ancas também é avaliada (Cook et al., 2010). De acordo com os critérios do FMS ao sujeito será dada uma pontuação de: 3 pontos quando, o sujeito atende os critérios de avaliação que é a (flexão do ombro ao mesmo tempo em que estende a anca e o joelho do mesmo lado) e em seguida o cotovelo toca o joelho sem rotação da coluna (plano sagital); 2 pontos quando, o sujeito executa um padrão diagonal usando o ombro e o quadril oposto (flexão do ombro ao mesmo tempo em que estende a naca e o joelho do lado contrario) e em seguida o cotovelo toca o joelho sem rotação da coluna (plano sagital), enquanto permanece em linha sobre o kit; 1 ponto quando, não atende aos critérios de execução do padrão diagonal – incapacidade de flexão do ombro, incapacidade de extensão da anca e joelho, bem como dificuldade de tocar o cotovelo no joelho enquanto permanece em linha sobre o kit; 0 pontos quando apresenta dor durante a execução da tarefa.

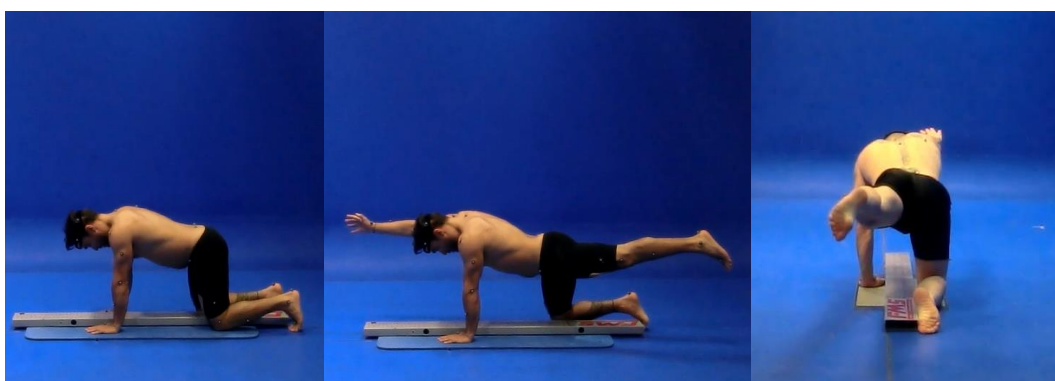


Figura 8. *Rotary Stability* (vista posterior e vista lateral).

Várias revisões sistemáticas e meta-análises analisaram a capacidade do FMS para prever a ocorrência de lesões. Assim, a revisão de Dorrel et al. (2015) concluiu que a capacidade do FMS para prever a lesão é baixa. Por outro lado, a revisão e meta-análise de Bonazza et al. (2016) concluiu que um resultado final do FMS abaixo de 14 estará associado a um risco aumentado de lesão. Depois destas duas revisões, Moran, et al. (2017) conduziram nova revisão sistemática e meta-análise, tendo verificado que: no futebol existe uma moderada evidência para a recomendação de não utilizar o FMS como ferramenta para a predição de lesão; noutras modalidades (i.e., basquetebol, hóquei no gelo, futebol americano, atletismo) os resultados são limitados e discrepantes; em militares do sexo masculino existe forte evidência para uma associação pequena entre o resultado final do FMS e a ocorrência de lesão. Desta forma, concluíram que a associação entre o resultado final do FMS e a ocorrência de lesão não é suficiente para suportar o seu uso como ferramenta para a predição de lesões. Mais recentemente, a revisão sistemática conduzida por Trinidad-Fernandez, Gonzalez-Sanchez, & Cuesta-Vargas (2019) também concluiu que a associação entre o resultado final do FMS e a ocorrência de lesão não é clara. Esta diferença nas conclusões encontradas pelas várias revisões sistemáticas poderá ser explicada pelos resultados discrepantes encontrados nos diferentes estudos. A mais recente revisão sistemática sobre esta temática (Moore, Chalmers, Milanese, & Fuller, 2019) concluiu que existem algumas variáveis que podem explicar esta discrepância de resultados nos vários estudos, nomeadamente a idade dos atletas e a modalidade desportiva. Assim: os resultados finais do FMS e a ocorrência de assimetrias são mais úteis para prever a lesão em atletas séniores quando comparados a atletas júniores; os desportos em que a associação entre os resultados finais do FMS são inferiores a 14 e a lesão é maior, são o rãguebi, o hóquei no gelo e o futebol americano; desportos como o futebol, futebol australiano e basquetebol revelaram associações nulas.

De acordo com a revisão sistemática e meta-análise de (Bonazza et al., 2016), o FMS mostra falta de validade para mensurar défices posturais e de estabilidade. De acordo com Warren, Lininger, Chimera, & Smith (2018), é necessária mais investigação para aferir se o FMS é uma boa ferramenta para analisar défices do movimento, nomeadamente de estabilidade e de mobilidade articular. Podem-se então colocar várias questões: “Será que a pontuação obtida em cada uma das tarefas consegue aferir, objetivamente, a mobilidade articular e a estabilidade nessas tarefas?”; “Será que as avaliações das mesmas tarefas com critérios mais objetivos aumentariam a sua validade para analisar défices no movimento, e por conseguinte, aumentar a capacidade de predição de lesão?”. Nesse sentido, avaliar a estabilidade e a mobilidade articular durante as tarefas do FMS com base em parâmetros biomecânicos e comparar estes resultados com as pontuações obtidas no FMS, contribuirá para responder às perguntas anteriormente formuladas.

Convém então definir estabilidade e mobilidade. Estabilidade de um corpo pode ser definida como a capacidade de este conservar o seu estado de tendência para o equilíbrio recorrendo aos seus próprios meios de controlo motor, sendo por isso uma característica do ser humano em geral (Abrantes, 2007). Convém, no entanto, diferenciar estabilidade global e estabilidade local (articular). A partir do conceito geral de estabilidade definido anteriormente, podemos definir estabilidade global como a capacidade que o corpo humano tem de conservar o seu estado de tendência para o equilíbrio recorrendo aos seus próprios meios de controlo motor. Por outro lado, a estabilidade articular resulta da ação e interação de vários fatores (articulares e/ou periarticulares) no sentido de manter, a cada instante, uma adequada compressão entre as superfícies articulares e, desse modo, resistir às forças aplicadas à articulação (Espanha, Pascoal, Correia, & Silva, 1999). Por conseguinte, a estabilidade articular resulta também da capacidade motora em controlar os elementos que atuam em cada complexo articular de modo a manter a posição angular adequada, proporcionando fiabilidade à execução (Abrantes, 2007). Portanto, a estabilidade poderá ser estudada a dois níveis, a um nível mais global e a um nível mais local. A estabilidade local, ou articular, tem sido estudada através do parâmetro biomecânico “rigidez dinâmica articular”, tal como pode ser encontrado na literatura (Aleixo, Vaz Patto, Moreira, & Abrantes, 2018; Gabriel et al., 2008; Safaeepour, Esteki, Ghomshe, & Abu Osman, 2014; Shamaei, Sawicki, & Dollar, 2013). Por outro lado, e de acordo com Caron, Gelat, Rougier, & Blanchi (2000), uma análise da relação entre a projeção no solo do centro de gravidade

(CoGp) e o centro de pressão (CoP) poderá ser importante para estudar a estabilidade global. Assim, vários estudos têm concretizado esta análise (Aleixo, Atalaia, Vaz Patto, & Abrantes, 2018; Caron et al., 2000; Smith, Roberts, Kong, & Forrester, 2017; Takeda et al., 2017).

De acordo com a literatura (Espanha et al., 1999; Nonaka et al., 2002), a mobilidade articular corresponde e é normalmente avaliada através da amplitude do movimento articular. As disfunções a este nível podem ter origem nos tecidos contrácteis e/ou nos tecidos não contrácteis envolventes da articulação (Sousa, 2015). Existem alguns parâmetros biomecânicos que nos permitem estudar/avaliar a mobilidade articular. Tal como pode ser encontrado na literatura (Butler, Plisky, Southers, Scoma, & Kiesel, 2010; Dill, Begalle, Frank, Zinder, & Padua, 2014; Doğan et al., 2019; Oosterwijk, Nieuwenhuis, van der Schans, & Mouton, 2018), a mobilidade do ombro, anca, joelho e tornozelo, poderá ser avaliada com base nas posições angulares dessas articulações.

No nosso melhor conhecimento, o estudo de Butler et al (2010) foi a única investigação que relacionou a pontuação do FMS, nomeadamente no *Deep Squat*, com parâmetros biomecânicos. De acordo com as indicações do FMS (Cook et al., 2010), o *Deep Squat* é uma tarefa motora em que o executante, a partir da posição bípede e com os cotovelos e ombros em completa extensão, faz um agachamento profundo e lento, sempre com os calcanhares no solo, joelhos alinhados sobre os pés, e a cabeça e o tronco virados para a frente. A importância da sua análise deriva do facto de este ser a base de muitos movimentos que se fazem no dia à dia (i.e., sentar numa cadeira ou agachar para apanhar qualquer coisa do solo) e também de exercícios incorporados em programas de treino (i.e., agachamentos com pesos adicionais). Por outro lado, uma baixa pontuação no *Deep Squat* é um bom preditor de um resultado final do FMS inferior a 14 (Kiesel et al., 2011). Os resultados do estudo conduzido por Butler et al (2010) sugerem que a mobilidade articular dos membros inferiores vai diferindo nos vários níveis de pontuação possíveis do *Deep Squat* (i.e., 1, 2 ou 3). Assim, verificaram que: os participantes que obtiveram 3 pontos apresentaram um maior grau de dorsiflexão do que os participantes que obtiveram 1 ponto; os participantes que obtiveram 3 pontos apresentaram um maior pico da flexão do joelho do que os participantes que obtiveram 2 pontos e estes apresentaram um maior pico da flexão do joelho do que os participantes que obtiveram 1 ponto; os participantes que obtiveram 3 pontos apresentaram um maior pico do momento de força da extensão do joelho do que os participantes que obtiveram 1 ponto; os participantes que obtiveram 2 e 3 pontos apresentaram um maior grau de flexão da coxa e um

maior pico do momento de força da extensão da anca do que os participantes que obtiveram 1 ponto. No entanto, este artigo apenas analisou parâmetros biomecânicos relacionados com os membros inferiores, deixando fora dessa análise parâmetros relacionados com a mobilidade articular dos membros superiores e com a estabilidade global.

Do exposto anteriormente, seria interessante conduzir estudos que relacionassem as pontuações nas várias tarefas do *FMS* com parâmetros biomecânicos associados à estabilidade e mobilidade articular, nomeadamente em praticantes de modalidades desportivas em que a prevalência de lesão seja considerável, como são o caso dos praticantes de *CrossFit*.

2 – OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO

Com base na revisão da literatura, percebe-se que seria interessante conduzir estudos que relacionassem as pontuações nas várias tarefas do *FMS* com parâmetros biomecânicos, nomeadamente em praticantes de modalidades desportivas em que a prevalência de lesão seja considerável, caso do *CrossFit*. Por outro lado, fica clara a importância da análise do *Deep Squat* e da sua relação com o resultado final do *FMS*. Assim, foi definido como segundo objetivo deste trabalho, estudar a relação entre as pontuações atribuídas à execução do *Deep Squat* (de acordo com os critérios definidos no *FMS*) e os parâmetros biomecânicos associados à estabilidade global e à mobilidade articular durante a realização dessa mesma tarefa, em praticantes de *CrossFit*.

CAPÍTULO 4

Metodologia

1 - METODOLOGIA

Neste capítulo consta todo o quadro metodológico relacionado com o objetivo definido no Capítulo 3, nomeadamente o desenho do estudo, a seleção e a caracterização da amostra, as variáveis a estudar, os instrumentos e métodos utilizados, e a análise estatística.

1.1 – DESENHO DA INVESTIGAÇÃO

Este estudo foi do tipo observacional transversal. Os sujeitos selecionados para esta investigação, leram e assinaram um consentimento informado (Anexo 1). As recolhas dos dados de cada um dos sujeitos aconteceram numa única sessão.

1.2 – SELEÇÃO DA AMOSTRA

Uma das principais dificuldades nesta investigação foi a seleção da amostra, principalmente pela impossibilidade de os sujeitos cumprirem os critérios de seleção e pela sua indisponibilidade para estarem presentes na sessão de recolha de dados. Assim, para o presente estudo foram selecionados praticantes de *CrossFit* de *Boxes* na Cidade de Lisboa. Os praticantes foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: sexo masculino; praticantes da modalidade há pelo menos 6 meses; idades compreendidas entre os 18 e os 40 anos; ausência de lesões na fase em que foi realizada a sessão de avaliação; treinar com uma frequência semanal de pelo menos 3 vezes por semana. Foram excluídos todos os sujeitos que tiveram uma pontuação de 0 nas tarefas do FMS.

1.3 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Os dados demográficos que caracterizam cada um dos 6 sujeitos selecionados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização dos praticantes de *CrossFit* selecionados

	Sujeitos					
	1	2	3	4	5	6
Idade (anos)	36	27	31	32	35	27
Massa corporal (kg)	78,5	77,3	84,8	82,0	67,2	54,7
Altura (m)	1,71	1,81	1,79	1,71	1,59	1,55
IMC (kg/m ²)	26,8	23,6	26,5	28,0	26,6	22,8
Tempo experiência <i>CrossFit</i> (anos)	3-5	1-2	3-5	3-5	>5	<1
Frequência de treino/semana <i>CrossFit</i>	4	3	>5	>5	>5	3
Duração média/treino <i>CrossFit</i> (horas)	2	1	2	2	2	1
Prática de outra modalidade	Luta	Futsal	Futebol	-	Halterofilismo	Futebol
Lesões no último ano	1	1	0	2	1	1
Localização da lesão	Ombro	Ombro	-	Ombro/Adutor	Punho	Ombro

1.4 – VARIÁVEIS

Para este estudo foram definidas as seguintes variáveis: pontuação atribuída à execução do *Deep Squat* (de acordo com os critérios definidos para o FMS – Capítulo 3); parâmetros biomecânicos relacionados com a estabilidade e a mobilidade articular durante a realização do *Deep Squat*; parâmetros biomecânicos relacionados com os critérios definidos no FMS para a avaliação do *Deep Squat*.

De acordo com a literatura (Butler et al., 2010; Dill et al., 2014; Doğan et al., 2019; Oosterwijk et al., 2018), a mobilidade do ombro, anca, joelho e tornozelo poderá ser avaliada com base nas posições angulares destas articulações. Assim, os parâmetros biomecânicos relacionados com a mobilidade articular durante a realização do *Deep Squat* (FMS) foram os seguintes: posição angular do ombro no plano sagital – no instante em que o centro de gravidade tem o menor valor vertical (°); posição angular do tornozelo no plano sagital – no instante em que o centro de gravidade tem o menor valor vertical (°); posição angular do joelho no plano sagital – no instante em que o centro de gravidade tem o menor valor vertical (°); posição angular da coxofemoral no plano sagital – no instante em que o centro de gravidade tem o menor valor vertical (°).

Por outro lado, e também de acordo com a literatura (Aleixo, Atalaia, et al., 2018; Caron et al., 2000; Smith et al., 2017; Takeda et al., 2017), a estabilidade global pode ser estudada através da análise da relação entre o CoGp e o CoP. Portanto, durante a fase de descida do centro de gravidade (desde o instante em que os valores da posição vertical do centro de gravidade começaram a decrescer, até ao instante com valor mais baixo da sua

posição vertical) foram estudados os seguintes parâmetros biomecânicos associados à estabilidade global: distância média entre o CoGp e o CoP (mm); distância antero-posterior média entre o CoGp e o CoP (mm); distância medio-lateral média entre o CoGp e o CoP (mm).

Por fim, os parâmetros biomecânicos relacionados com os critérios definidos para o FMS para a avaliação do *Deep Squat* foram os seguintes: razão entre o ângulo absoluto do tronco e o ângulo absoluto da perna no plano sagital – no instante em que o centro de gravidade tem o menor valor vertical (associada ao critério: o tronco está paralelo à perna ou na vertical); ângulo absoluto da coxa no plano sagital – no instante em que o centro de gravidade tem o menor valor vertical (associada ao critério: a coxa ultrapassa a horizontal); diferença entre as coordenadas de posição do joelho e dos pés no plano frontal – no instante em que o centro de gravidade tem o menor valor vertical (associada ao critério: os joelhos estão alinhados com os pés); diferença entre a posição da barra e dos pés no plano sagital – no instante em que o centro de gravidade tem o menor valor vertical (associada ao critério: a barra está alinhada com os pés).

1.5 – INSTRUMENTOS E MÉTODOS

Os dados relativos às variáveis descritas no ponto anterior foram recolhidos numa única sessão, a qual teve uma duração média de 2½ horas. Esta sessão de recolha foi sempre concretizada pelos mesmos investigadores, tendo o seguinte protocolo: numa primeira parte desta sessão foi aplicado um questionário (Anexo 2) para a recolha dos dados demográficos; numa segunda parte desta sessão foram recolhidos os dados biomecânicos e os vídeos de cada um dos testes do FMS (para posterior avaliação e atribuição das pontuações). De forma a recolher as pontuações do FMS foi usado um modelo adaptado da folha de pontuação proposta por Cook et al. (2010) – Anexo 3. De forma a recolher os dados biomecânicos foram concretizadas análises tridimensionais das várias tarefas, as quais aconteceram no MovLab da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. De forma a concretizar as análises tridimensionais e a recolher os vídeos de cada uma das tarefas do FMS, a sessão de recolha de dados tinha 4 partes distintas: preparação do laboratório; preparação do sujeito; aquisição dos dados; processamento e análise dos dados.

1.5.1 – Preparação do laboratório

As análises tridimensionais das várias tarefas foram suportadas pelo *Vicon® Motion Capture MX System*, o qual era composto por 9 câmaras de infravermelhos *MX* (*Oxford metrics, UK*; $7 \times 1.3 \text{ MP}$; $2 \times 2.0 \text{ MP}$). As câmaras estavam ligadas ao controlador de *hardware* *Vicon MXUltramet*, o qual foi usado para seguir o movimento das marcas retrorrefletoras. Uma plataforma de forças, a *Advanced Mechanical Technology Inc. (model BP400600, AMTI, Watertown, MA, USA)* estava sincronizada com o sistema de análise tridimensional. Assim, a plataforma de forças estava ligada, por um amplificador (*AMTI MSA-6 MiniAmp*), ao *Vicon MXControl*, de forma a sincronizar o *Vicon MXUltramet* com o *Vicon Motion Capture System*.

A calibração do sistema foi concretizada seguindo as especificações técnicas da *Vicon®*. As câmaras foram colocadas em função do volume de captura necessário, ou seja, aproximadamente 1,5 metros em torno da plataforma de forças.

Uma vez que não eram esperadas frequências superiores a 100Hz nos deslocamentos intersegmentares e a 500Hz nas frequências das componentes da força reativa do apoio, o sistema foi preparado para recolher a 200 Hz os dados cinemáticos e a 1000 Hz os dados da força reativa do apoio (determinada a partir da sua relação algébrica, isto é, uma imagem dos dados cinemáticos corresponde a cinco registos na plataforma de forças).

Concomitantemente à preparação do laboratório descrita anteriormente, foram também colocadas duas câmaras (*Casio Exilim EX-ZR100*) para recolher os vídeos de cada um dos testes do FMS. Uma delas foi colocada no plano sagital e a outra no plano frontal em relação à execução concretizada pelos sujeitos (ambas a cerca de 3 metros do local de execução das tarefas).

1.5.2 – Preparação do sujeito

O modelo *Plug-In Gait Full-Body* (*Vicon Motion Systems, UK*; Figura 9) serviu de base para obtenção dos parâmetros biomecânicos. Este modelo é baseado em medições antropométricas e na colocação de marcas retrorrefletoras em determinados pontos anatómicos dos sujeitos, permitindo a determinação de segmentos, centros articulares e do centro de gravidade.

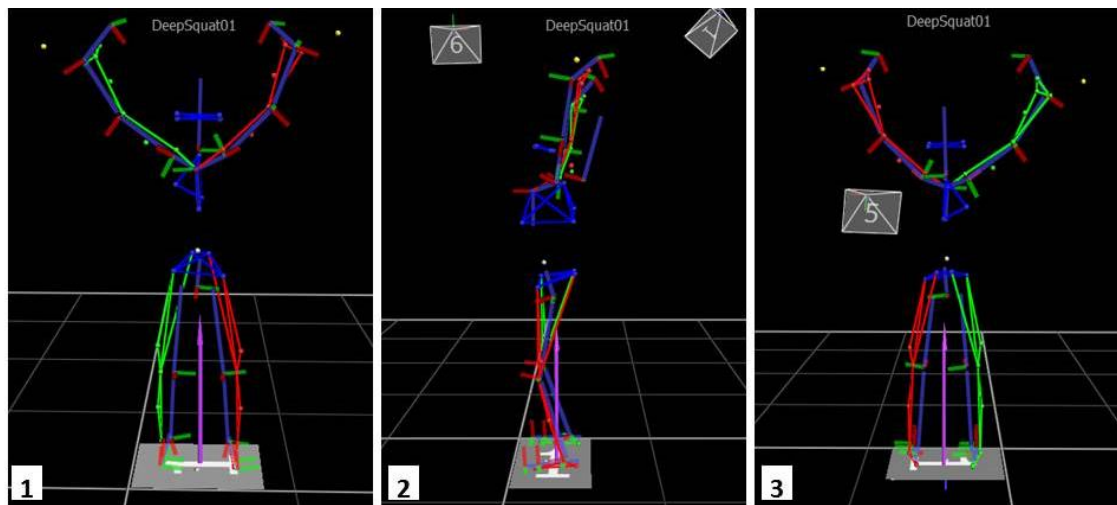


Figura 9. Modelo Plug-In Gait Full Body (1 – plano frontal, vista anterior; 2 – plano sagital; 3 – plano frontal vista posterior).

1.5.2.1 Medições antropométricas

Foram concretizadas as seguintes medições antropométricas: altura, massa corporal, comprimento do membro inferior, diâmetro bicôndilo femoral, diâmetro bimalleolar, diâmetro bicôndilo umeral, diâmetro estiló ulnar, “*hand thickness*” e “*shoulder offset*”. De modo a realizar estas medições foram usados uma balança digital/estadiômetro (SECA 764, Hamburgo, Alemanha) e instrumentos Siber-Hegner (Siber & Hegner, Zurique, Suíça), nomeadamente um compasso de corredeira (0-200 mm), um compasso de pontas curvas (0-300 mm) e uma fita métrica (0-2000 mm). Na Figura 10 estão representados estes instrumentos.



Figura 10. (1) – Balança digital e estadiômetro (SECA 764), (2) – Compasso de pontas curvas, (3) – fita métrica e (4) – compasso de corredeira.

Para a medição da altura e da massa corporal foi utilizada uma balança digital/estadiômetro (SECA 764, Hamburg, Germany) e foram seguidos os seguintes procedimentos e recomendações (Fragoso & Vieira, 2011): o sujeito estava descalço e na posição antropométrica; a massa corporal distribuída sobre os dois pés; os calcanhares juntos e os pés apontados para fora, formando um ângulo de 60° entre si; a cabeça orientada segundo o “plano de *Frankfort*”; a mão esquerda do investigador estava debaixo do queixo do sujeito enquanto a mão direita coloca a haste móvel sobre o vértex (imagem 1 da Figura 11). Foi pedido que os sujeitos fizessem uma inspiração profunda durante o instante da mensuração.

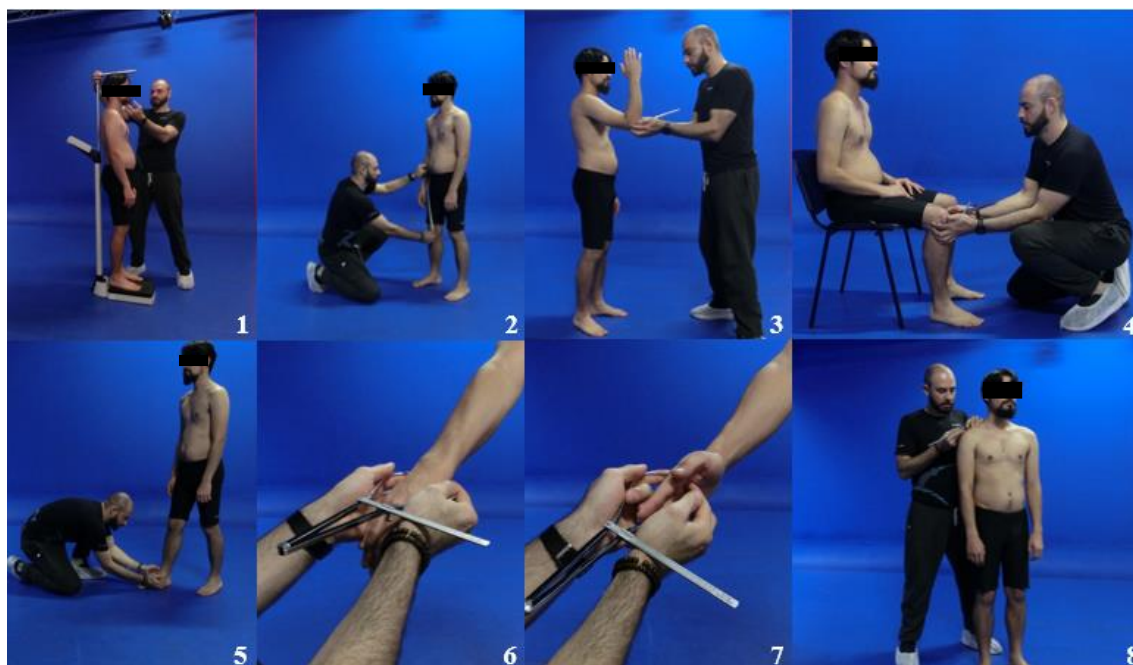


Figura 11. Medidas antropométricas: (1) altura e massa corporal; (2) comprimento do membro inferior; (3) diâmetro bicôndilo umeral; (4) diâmetro bicôndilo femoral; (5) diâmetro bimalleolar; (6) diâmetro estiló ulnar; (7) “hand thickness”; (8) “shoulder offset”.

O comprimento do membro inferior foi medido com o sujeito na posição bípede e o membro inferior em total extensão, respeitando as recomendações da *Vicon*®. A fita métrica foi colocada sobre o aspeito mais anterior e superior da crista ilíaca, passando pelo epicôndilo medial do fêmur e terminando no maléolo medial (imagem 2 da Figura 11).

Durante a medição do diâmetro bicôndilo umeral, o sujeito estava na posição bípede; antebraço elevado formando um ângulo de 90° com o braço, e costa da mão voltada para o

investigador. Sem exercer qualquer pressão, o compasso de pontas curvas foi colocado sobre os epicôndilos umerais (imagem 3 da Figura 11).

Para medir o diâmetro bicôndilo femoral, o sujeito estava sentado com a coxa e a perna formando um ângulo de 90°. O investigador colocava o compasso de pontas curvas sobre os epicôndilos laterais do fêmur, sem exercer qualquer tipo de pressão (imagem 4 da Figura 11).

Referente a medição do diâmetro bimalleolar, o sujeito estava na posição bípede. O compasso de pontas curvas foi colocado sobre os maléolos, sem exercer qualquer tipo de pressão como observado na imagem 5 da Figura 11.

A medição do diâmetro estilóide ulnar foi concretizada com o sujeito na posição bípede. O mesmo estava com o membro superior em elevação anterior e palma da mão voltada para baixo. O compasso de pontas curvas foi colocado sobre a apófise estilóide do rádio e do cúbito, de forma a não exercer qualquer tipo de pressão (imagem 6 da Figura 11).

Na medição da “*hand thickness*”, respeitando as recomendações da *Vicon*®, o sujeito estava na posição bípede, com o membro superior em elevação anterior e palma da mão paralela ao plano sagital. O compasso de pontas curvas era colocado sobre a articulação metacarpofalângica do dedo indicador, sem exercer qualquer pressão (imagem 7 da Figura 11).

Para medir a “*shoulder offset*” de acordo com as especificações da *Vicon*®, foram marcados dois pontos, um na articulação glenoumeral e o outro na articulação acrômio clavicular. A distância entre estes dois pontos foi medida com o compasso de correção (imagem 8 da Figura 11),

Todas as medidas anteriormente descritas foram concretizadas pelo mesmo investigador e arredondadas ao milímetro, exceção da massa corporal que foi arredondada a 50 g.

1.5.2.2 Colocação das marcas retrorrefletoras

A colocação das marcas retrorrefletoras seguiu as recomendações da *Vicon*® e foram colocadas sempre pelo mesmo investigador. A Figura 12 apresenta o modelo *Plug-In Gait Full-Body* e os pontos anatômicos que a compõem. Por fim, a Tabela 4 apresenta a localização das 39 marcas.

Tabela 4 – Descrição dos pontos anatômicos que compõem o modelo Plug-In-Gait Full-Body

Nº	Código	Localização da marca retrorrefletora
1	LFHD	Na têmpora (lado esquerdo da cabeça)
2	RFHD	Na têmpora (lado direito da cabeça)
3	LBHD	Na face lateral do osso parietal (lado esquerdo e na mesma altura da marca 1 e 2 – cabeça orientada segundo o “plano de Frankfort”)
4	RBHD	Na face lateral do osso parietal (lado direito e na mesma altura da marca 1 e 2 – cabeça orientada segundo o “plano de Frankfort”)
5	C7	Sobre a apófise espinhosa da 7ª vertebra cervical
6	T10	Sobre a apófise espinhosa da 10ª vertebra torácica
7	CLAV	União das clavículas com o externo (articulação externo clavicular)
8	STRN	Sobre o apêndice xifoide
9	RBAK	No meio da omoplata direita
10	LSHO	No final da clavícula junto à articulação acrômio clavicular (membro superior esquerdo)
11	LUPA	Na meia distância entre a marca 10 e 12 (membro superior esquerdo; assimétrica em relação à marca 18)
12	LELB	Sobre o epicôndilo lateral do cotovelo (membro superior esquerdo)
13	LFRM	Na meia distância entre a marca 12 e as marcas 14 e 15 (membro superior esquerdo; assimétrica em relação à marca 20)
14	LWRA	Junto a apófise estilóide do rádio (membro superior esquerdo)
15	LWRB	Junto a apófise estilóide do cúbito (membro superior esquerdo)
16	LFIN	Logo abaixo da cabeça do metacarpo do dedo indicador (membro superior esquerdo)
17	RSHO	No final da clavícula junto à articulação acrômio clavicular (membro superior direito)
18	RUPA	Na meia distância entre a marca 17 e 19 (membro superior direito; assimétrica em relação à marca 11)
19	RELB	Sobre o epicôndilo lateral do cotovelo (membro superior direito)
20	RFRM	Na meia distância entre a marca 19 e as marcas 21 e 22 (membro superior direito; assimétrica em relação à marca 13)
21	RWRA	Junto a apófise estilóide do rádio (membro superior direito)
22	RWRB	Junto a apófise estilóide do cúbito (membro superior direito)
23	RFIN	Logo abaixo da cabeça do metacarpo do dedo indicador (membro superior direito)
24	LASI	Sobre o aspecto mais anterior e superior da crista ilíaca (lado esquerdo)
25	RASI	Sobre o aspecto mais anterior e superior da crista ilíaca (lado direito)
26	LPSI	Sobre o aspecto mais posterior e superior da crista ilíaca (lado esquerdo)
27	RPSI	Sobre o aspecto mais posterior e superior da crista ilíaca (lado direito)
28	LTHI	No alinhamento do trocânter e da marca 29 (membro inferior esquerdo)
29	LKNE	Sobre o epicôndilo lateral do fêmur (membro inferior esquerdo)
30	LTIB	A meio da perna, no alinhamento das marcas 29 e 31 (membro inferior esquerdo)
31	LANK	Sobre o maléolo lateral (membro inferior esquerdo)
32	LHEEL	Na parte mais posterior do calcâneo e à altura da marca 33 (membro inferior esquerdo)
33	LTOE	Sobre a cabeça do segundo metatarso (membro superior esquerdo)
34	RTHI	No alinhamento do trocânter e da marca 35 (membro inferior direito)
35	RKNE	Sobre o epicôndilo lateral do fêmur (membro inferior direito)
36	RTIB	A meio da perna, no alinhamento das marcas 35 e 37 (membro inferior direito)
37	RANK	Sobre o maléolo lateral (membro inferior direito)
38	RHEEL	Na parte mais posterior do calcâneo e à altura da marca 39 (membro inferior direito)
39	RTOE	Sobre a cabeça do segundo metatarso (membro superior direito)

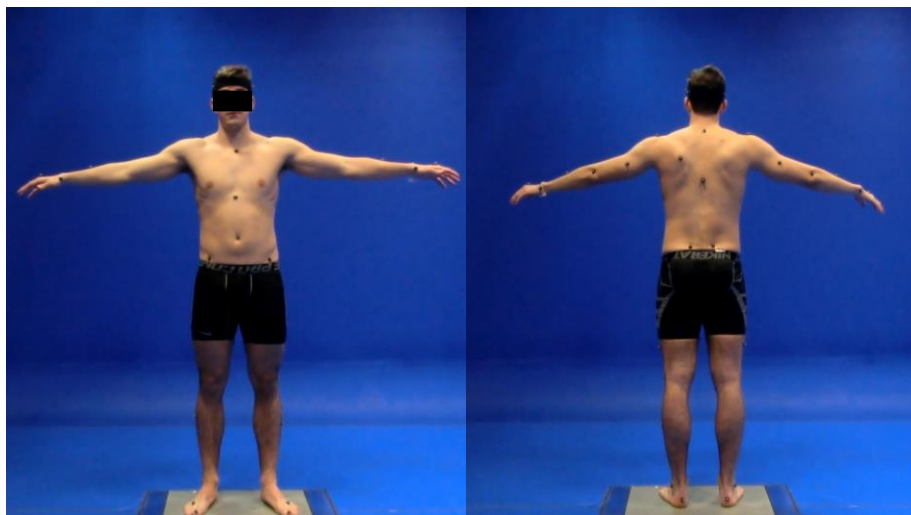


Figura 12. Pontos anatômicos que compõem o modelo Plug-In Gait Full-Body. Ensaio estático (vista anterior e posterior)

Para além das marcas colocadas nos sujeitos, foram também colocadas 2 marcas nas extremidades da barra.

1.5.3 – Aquisição dos dados

Os dados antropométricos foram recolhidos através do *software Vicon® Nexus 1.7.1* (Oxford Metrics, UK). Antes da aquisição de dados propriamente dita, foi realizado um ensaio “estático” (Figura 12). Nestes ensaios estáticos eram determinados ângulos de calibração, os quais eram importantes para o processamento dos ensaios “dinâmicos” (ensaios das tarefas do FMS).

Em cada uma das tarefas, a recolha dos vídeos (para posterior atribuição das pontuações nas várias tarefas do FMS) precedia a aquisição dos dados biomecânicos, em cada uma das tarefas. A recolha dos dados biomecânicos e dos vídeos foi concretizada de acordo com a seguinte ordem: *Shoulder Mobility*, *Active straight Leg Raise*, *Trunk Stability Pushup*, *Rotary Stability*, *Inline Lunge*, *Hurdle Step* e *Deep Squat*. Para cada tarefa foram recolhidos 10 ensaios válidos.

1.5.4 – Processamento e análise de dados

De forma a atribuir a pontuação no *Deep Squat*, foram recolhidos vídeos para avaliação posterior. Estas avaliações foram executadas por dois avaliadores, os quais tinham a certificação do FMS.

O software *Vicon® Nexus 1.7.1* (Oxford Metrics, UK) permitiu o processamento de todos os ensaios, correndo para o efeito o modelo tridimensional (*Plug-In Gait Full-Body*). Para todos os ensaios foi aplicado um filtro *Woltring*.

As posições angulares do ombro, tornozelo, joelho e coxofemoral (no instante em que o centro de gravidade tinha o menor valor vertical), foram retiradas diretamente dos dados fornecidos pelo modelo.

Os ângulos absolutos do tronco, coxa e perna (no plano sagital e no instante em que o centro de gravidade tinha o menor valor vertical) foram calculados através do produto escalar. No caso do tronco, foi calculado o ângulo absoluto do segmento formado pelas marcas C7 e T10 colocadas nos sujeitos (utilizando os valores das suas coordenadas de posição). Relativamente à perna, foi calculado o ângulo absoluto do segmento formado pelas marcas RKNE e RANK colocadas nos sujeitos (utilizando os valores das suas coordenadas de posição). Posteriormente foi calculado a razão entre o ângulo absoluto do tronco e o ângulo absoluto da perna. No que concerne à coxa, foi calculado o ângulo absoluto do segmento formado pelas marcas RKNE e RTHI colocadas nos sujeitos (utilizando os valores das suas coordenadas de posição).

A diferença entre as coordenadas de posição do joelho e dos pés no plano frontal (no instante em que o centro de gravidade tinha o menor valor vertical) foi determinada através da diferença dos valores das coordenadas de posição (no plano frontal) das marcas colocadas nos joelhos (RKNE e LKNE) e das marcas colocadas nos metatarsos (RTOE e LTOE). Valores negativos significam que há um deslocamento medial dos joelhos e valores positivos significam que há um deslocamento lateral dos joelhos.

A diferença entre a posição da barra e dos pés no plano sagital (no instante em que o centro de gravidade tinha o menor valor vertical) foi determinada através da diferença entre o valor médio das coordenadas de posição das marcas colocadas nas extremidades da barra e o valor médio das coordenadas de posição das marcas colocadas nos metatarsos (RTOE e LTOE). Valores negativos significam que a barra está numa posição anterior em relação às marcas colocadas nos metatarsos, e valores positivos significam que a barra está numa posição posterior mesmo.

A CoGp e o CoP foram determinados pelo modelo. A sua relação no eixo medio-lateral e no eixo antero-posterior foi analisada desde o instante em que os valores da posição

vertical do centro de gravidade começaram a decrescer, até ao instante com valor mais baixo da sua posição vertical.

1.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes às variáveis discretas (pontuações do *Deep Squat*) e contínuas (parâmetros biomecânicos) foram introduzidos no software *Statistical Package for the Social Sciences for Windows* (SPSS Inc, Chicago, version 17.0). A partir dos dados dos 10 ensaios do *Deep Squat* FMS de cada sujeito foram determinados a média e o desvio padrão individual para cada uma das variáveis contínuas definidas anteriormente (parâmetros biomecânicos).

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os grupos de sujeitos com pontuação 1, 2 e 3 no *Deep Squat*. Para tal, todos os ensaios dos sujeitos com classificação igual fizeram parte do mesmo grupo. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar os sujeitos que obtiveram a mesma pontuação no *Deep Squat*.

CAPÍTULO 5

Análise do *Deep Squat* em praticantes de *Crossfit*: parâmetros biomecânicos associados à mobilidade vs. critérios do *Functional Movement Screen*

Análise do *Deep Squat* em praticantes de *Crossfit*: parâmetros biomecânicos associados à mobilidade articular vs. critérios do *Functional Movement Screen*

RESUMO

Objetivo

Estudar a relação entre a pontuação obtida no *Deep Squat* (*Functional Movement Screen*) e os parâmetros biomecânicos associados à mobilidade articular em praticantes de *CrossFit*.

Método

Estudo observacional transversal. Selecionados 6 praticantes de *CrossFit* do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e os 40 anos. *Deep Squat* avaliado através dos critérios definidos para o *Functional Movement Screen* e através de parâmetros biomecânicos recolhidos por uma análise tridimensional do movimento. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar sujeitos com pontuação diferentes no *Deep Squat*. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar os sujeitos que obtiveram a mesma pontuação.

Resultados

Foram observadas diferenças nas posições angulares do tornozelos, joelhos e ombros, quando se compararam sujeitos que obtiveram a mesma pontuação ($p < 0,05$). Desta comparação também se verificaram diferenças relativamente aos parâmetros biomecânicos associados aos critérios definidos para o *Functional Movement Screen* ($p < 0,05$). Por outro lado, da comparação entre grupos com diferentes pontuações (1, 2 e 3), verificou-se não existirem diferenças em algumas posições angulares, bem como em alguns parâmetros biomecânicos associados aos critérios definidos para o *Functional Movement Screen*.

Conclusão

Os resultados observados apontam para uma dificuldade do *Functional Movement Screen* em avaliar objetivamente a mobilidade articular no *Deep Squat*.

Palavra-chave: *Deep Squat*, *Functional Movement Screen*, mobilidade articular, e *CrossFit*.

INTRODUÇÃO

O *CrossFit* é um programa que, frequentemente, combina treinos de alta intensidade e exercícios realizados em repetições rápidas e sucessivas, e com tempo de recuperação limitado ou nulo (Weisenthal, Beck, Maloney, Dehaven, & Giordano, 2014). A taxa de lesão em praticantes de *CrossFit* são similares a modalidades desportivas de contacto, como são o caso do andebol, basquetebol e hóquei no gelo (Clifton et al., 2018; Dominski, Siqueira, Serafim, & Andrade, 2018; Hootman, Dick, & Agel, 2007; Mónaco et al., 2019; Seil, Rupp, Tempelhof, & Kohn, 1998). Este facto representa uma elevada taxa de lesão para uma atividade em que não existe contacto físico e em que muitos dos praticantes não realizavam qualquer competição. Assim, a aplicação de baterias de testes que consigam predizer a ocorrência de lesão (pela associação entre o desempenho nas mesmas e a ocorrência de lesão) poderão ser úteis em praticantes de *CrossFit*.

O *Functional Movement Screen* (FMS) é uma bateria de 7 tarefas que avalia a qualidade do movimento por observação visual e com base em critérios padronizados, expondo dor ou disfunções do movimento (Cook, Burton, Kiesel, Rose, & Bryant, 2010). Uma disfunção no movimento significa que existem alterações da estabilidade, da mobilidade articular, e/ou perda dos alinhamentos articulares ótimos para a execução das tarefas desejadas de forma eficiente e segura (Sousa, 2015). Várias revisões sistemáticas e meta-análises analisaram a capacidade do FMS para predizer a ocorrência de lesões, tendo chegado a resultados contraditórios. A revisão conduzida por Bonazza et al. (2016) concluiu que um resultado final do FMS abaixo de 14 estará associado a um risco aumentado de lesão. Também de acordo com a literatura (Kiesel, Plisky, & Butler, 2011), um resultado final do FMS inferior a 14 pode ser predito por uma baixa pontuação no *Deep Squat* (uma das sete tarefas do FMS). Por outro lado, as revisões de Dorrel et al. (2015) e de Moran, et al. (2017) concluíram que a capacidade do FMS para predizer a lesão é baixa, não a indicando como ferramenta para a predição de lesões. Para além disso, de acordo com Bonazza et al. (2016), o FMS mostra falta de validade para mensurar défices posturais e de estabilidade. De acordo com Warren, Lininger, Chimera, & Smith (2018), é necessária mais investigação para aferir se o FMS é uma boa ferramenta para a análise do movimento. Assim, várias perguntas se podem colocar: “Será que as pontuações dos testes conseguem aferir, objetivamente, a mobilidade articular dos movimentos analisados?”; “Será que as avaliações das mesmas

tarefas/testes com critérios ou metodologias mais objetivos aumentariam a sua validade para mensurar défices no movimento, e por conseguinte, aumentar a capacidade de predição de lesão?”. Nesse sentido, avaliar a mobilidade articular durante as tarefas do FMS com base em parâmetros biomecânicos, e relacionar estes resultados com as pontuações do FMS, poderia eventualmente responder às questões anteriormente formuladas. A mobilidade articular corresponde e é normalmente avaliada através da amplitude articular do movimento (Espanha, Pascoal, Correia, & Silva, 1999; Nonaka et al., 2002). As disfunções a este nível podem ter origem nos tecidos contrácteis e/ou nos tecidos não contrácteis envolventes da articulação (Sousa, 2015).

No nosso melhor conhecimento, o estudo de Butler et al (2010) foi a única investigação que relacionou as pontuações do FMS, nomeadamente no *Deep Squat*, com parâmetros biomecânicos. Os resultados deste estudo sugerem que as diferentes pontuações (1, 2, ou 3) estão associados a diferentes valores de mobilidade articular dos membros inferiores. No entanto, este artigo apenas analisou parâmetros biomecânicos relacionados com a mobilidade articular dos membros inferiores, deixando fora dessa análise parâmetros relacionados com a mobilidade articular dos membros superiores e com a estabilidade global. E, segundo os criadores desta bateria de testes (Cook et al., 2010), a mobilidade articular dos membros superiores e a estabilidade global são capacidades a avaliar durante a execução do *Deep Squat*.

O objetivo deste estudo foi comparar as pontuações obtidas na avaliação do *Deep Squat* através dos critérios definidos no FMS, com os valores dos parâmetros biomecânicos associados à mobilidade articular, em praticantes de *CrossFit*.

METODOLOGIA

Seleção dos sujeitos

Para o presente estudo foram seleccionados praticantes de *CrossFit* de *Boxes* na Cidade de Lisboa. Os praticantes foram seleccionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: sexo masculino; praticantes da modalidade há pelo menos 6 meses; frequência semanal de treino de pelo menos 3 vezes/semana; idades compreendidas entre os 18 e os 40 anos; ausência de lesões na fase em que foi realizada a sessão de avaliação. Foram excluídos

todos os sujeitos que tiveram uma pontuação 0 no *Deep Squat*. Os sujeitos selecionados para esta investigação leram e assinaram um consentimento informado.

Avaliação do *Deep Squat*

Os dados relativos às variáveis descritas neste estudo foram recolhidos, para cada sujeito, numa única sessão. O protocolo desta sessão foi o seguinte: aplicação de um questionário para a recolha de dados demográficos; recolha de vídeo do *Deep Squat* para posterior avaliação e atribuição das pontuações; recolha dos dados biomecânicos do *Deep Squat*, através de análise tridimensional. O *Deep Squat* foi realizado de acordo com as indicações definidas por Cook et al. (2010), sendo que estas indicações foram sempre transmitidas pelo mesmo investigador a cada sujeito: 1) posição inicial com os pés em alinhamento vertical com a parte externa dos ombros; 2) barra no topo da cabeça para ajuste das mãos, formando um ângulo de 90 graus nos cotovelos; 3) estender os braços sobre a cabeça, com os cotovelos totalmente estendidos; 4) mantendo o tronco na posição vertical, tal como os calcanhares e a barra em posição, descer o mais profundo possível; 5) joelhos alinhados com os pés durante toda a fase do teste.

Avaliação segundo os critérios do FMS

Os vídeos com as execuções do *Deep Squat* foram avaliados por dois investigadores (com certificação para avaliação do FMS), seguindo a escala e critérios do FMS (Cook et al., 2010): pontuação 3, quando o tronco está paralelo com a perna ou na vertical (plano sagital), a coxa ultrapassa a horizontal (plano sagital), os joelhos estão alinhados com os pés (plano frontal), e a barra está alinhada com os pés (plano sagital); pontuação 2, ao realizar o *Deep Squat* com os calcanhares elevados em relação aos dedos dos pés (em cima do degrau de 5 cm), o tronco está paralelo com a perna ou na vertical (plano sagital), a coxa ultrapassa a horizontal (plano sagital), os joelhos estão alinhados com os pés (plano frontal), e a barra está alinhada com os pés (plano sagital); pontuação 1, ao realizar o *Deep Squat* com os calcanhares elevados em relação aos dedos dos pés (em cima do degrau de 5 cm), o tronco não está paralelo com a perna (plano sagital), e/ou a coxa não ultrapassa a horizontal (plano sagital), e/ou os joelhos não estão alinhados com os pés (plano frontal), e/ou a barra não está

alinhada com os pés (plano sagital); pontuação 0, presença de dor durante a execução do movimento.

Avaliação segundo os parâmetros biomecânicos

As análises tridimensionais do *Deep Squat*, foram suportadas pelo *Vicon® Motion Capture MX System (version 17.1)*, a qual, era composta por 9 câmaras de infravermelhos *MX (Oxford metrics, UK; 7×1.3 MP; 2×2.0 MP)* e uma plataforma de forças, a *Advanced Mechanical Technology Inc. (model BP400600, AMTI, Watertown, MA, USA)*, usadas para a aquisição e processamento dos dados recolhidos. Assim, a plataforma de forças estava ligada, por um amplificador (*AMTI MSA-6 MiniAmp*), ao *Vicon MXControl*, de forma a sincronizar o *Vicon MXUltranet* com o *Vicon Motion Capture System*. O sistema foi preparado para registar os dados cinemáticos a 200 Hz e a plataforma de força foi preparada para registar a 1000 Hz os dados da força reativa do apoio. O modelo *Plug-In Gait Full-Body (Vicon Motion Systems)* permitiu determinar a posição instantânea das 39 marcas retrorrefletoras (9,5 mm de diâmetro), de acordo com as especificações da *Vicon* (<http://www.vicon.com/downloads>). Para concretizar o modelo *Plug-In Gait Full-Body* foram necessárias várias medições antropométricas e a colocação das marcas retrorrefletoras em determinados pontos anatómicos dos sujeitos. Esta preparação dos sujeitos foi sempre realizada pelo mesmo investigador. A recolha dos dados antropométricos foi concretizada através do uso de uma balança digital/estadiómetro *SECA 764 (Hamburg, Germany)* e instrumentos *Siber-Hegner (Siber & Hegner, Zurich, Switzerland)*. A colocação das 39 marcas retrorrefletoras em cada um dos sujeitos, foi realizada de acordo com o modelo (*Plug-In Gait Full-Body*). Para este estudo, foram recolhidos 10 ensaios válidos da execução do *Deep Squat* de cada sujeito, com intervalos de 1 minuto entre ensaios. O software *Vicon Nexus (versão 1.7.1)* foi utilizado para a aquisição e processamento de dados, tendo sido usado um filtro Woltring em todos os ensaios.

Neste estudo foram avaliados os seguintes parâmetros biomecânicos associados à mobilidade articular: posições angulares (°) no plano sagital dos tornozelos, joelhos, anca e ombros, no instante em que o centro de gravidade teve o menor valor na vertical (calculados a partir do *Plug-in Gait Full-Body model*).

Os parâmetros biomecânicos associados aos critérios do FMS foram: diferença das coordenadas de posição dos joelhos e dos pés no plano frontal (mm) – determinada através da diferença dos valores das marcas colocadas nos joelhos (RKNE e LKNE, do *Plug-in Gait Full-Body model*) e das marcas colocadas nos metatarsos (RTOE e LTOE do *Plug-in Gait Full-Body model*); diferença entre a posição da barra e dos pés no plano sagital (mm) – determinada através da diferença entre o valor médio das marcas colocadas nas extremidades da barra e o valor médio das marcas colocadas nos metatarsos (RTOE e LTOE do *Plug-in Gait Full-Body model*); ângulo absoluto da coxa no plano sagital (°) – segmento coxa formado pelas marcas RKNE e RTHI do *Plug-in Gait Full-Body model*; ângulo absoluto do tronco no plano sagital (°) – segmento formado pelas marcas C7 e T10 do *Plug-in Gait Full-Body model*; ângulo absoluto da perna no plano sagital (°) – segmento formado pelas marcas RKNE e RANK do *Plug-in Gait Full-Body model*; razão entre o ângulo absoluto do tronco e o ângulo absoluto da perna no plano sagital. Os ângulos absolutos foram determinados através do produto escalar. Todos estes parâmetros foram determinados no instante em que o centro de gravidade apresentou o menor valor vertical durante a execução do *Deep Squat*.

Análise estatística

Os dados referentes às variáveis discretas (pontuações do *Deep Squat*) e contínuas (parâmetros biomecânicos) foram introduzidos no software *Statistical Package for the Social Sciences for Windows* (SPSS Inc, Chicago, version 17.0). A partir dos dados dos 10 ensaios do *Deep Squat* FMS de cada sujeito foram determinados a média e o desvio padrão individual para cada uma das variáveis contínuas definidas anteriormente (parâmetros biomecânicos).

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os grupos de sujeitos com pontuação 1, 2 e 3 no *Deep Squat*. Para tal, todos os ensaios dos sujeitos com classificação igual fizeram parte do mesmo grupo. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar os sujeitos que obtiveram a mesma pontuação no *Deep Squat*.

RESULTADOS

Os dados demográficos que caracterizam cada um dos 6 sujeitos selecionados são apresentados na Tabela 5. Na Tabela 6 são apresentados os resultados dos vários sujeitos nos

parâmetros biomecânicos e na pontuação do *Deep Squat*. Entre os dois sujeitos que obtiveram uma pontuação de “1” no *Deep Squat* foram verificadas diferenças relativamente às seguintes variáveis: posição angular do tornozelo esquerdo ($p<0,001$); posições angulares dos joelhos esquerdo e direito ($p<0,001$); ângulo absoluto do tronco ($p=0,023$); ângulo absoluto da perna ($p<0,001$); ângulo absoluto da coxa ($p<0,001$); diferença das coordenadas de posição do joelho e pés – esquerdos e direitos ($p<0,001$); diferença entre a posição da barra e dos pés ($p=0,049$). Relativamente aos dois sujeitos que tiveram uma pontuação de “2” no *Deep Squat*, foram verificadas diferenças nas seguintes variáveis: posição angular do tornozelo direito e esquerdo ($p<0,001$); posições angulares dos joelhos esquerdo e direito ($p<0,01$); posição angular do ombro esquerdo ($p<0,001$); diferença das coordenadas de posição do joelho e pés – esquerdos e direitos ($p<0,01$); ângulo absoluto da coxa ($p<0,001$); ângulo absoluto da perna ($p<0,001$). Foram também observadas tendências para diferenças na posição angular do ombro e na diferença entre a posição da barra e dos pés. Entre os dois sujeitos que tiveram uma pontuação de “3” no *Deep Squat* foram verificadas diferenças nas seguintes variáveis: posição angular do tornozelo esquerdo ($p<0,001$); posições angulares dos joelhos esquerdo e direito ($p<0,001$); posições angulares dos ombros esquerdo e direito ($p<0,001$); diferença das coordenadas de posição do joelho e pés – esquerdos e direitos ($p<0,05$); diferença entre a posição da barra e dos pés ($p=0,001$); ângulo absoluto do tronco ($p=0,023$); ângulo absoluto da perna ($p=0,005$).

Tabela 5 – Caracterização dos praticantes selecionados

	Sujeitos					
	1	2	3	4	5	6
Idade (anos)	36	27	31	32	35	27
Massa corporal (kg)	78,5	77,3	84,8	82,0	67,2	54,7
Altura (m)	1,71	1,81	1,79	1,71	1,59	1,55
IMC (kg/m ²)	26,8	23,6	26,5	28,0	26,6	22,8
Tempo experiência <i>CrossFit</i> (anos)	3-5	1-2	3-5	3-5	>5	<1
Frequência de treino/semana <i>CrossFit</i>	4	3	>5	>5	>5	3
Duração média/treino <i>CrossFit</i> (horas)	2	1	2	2	2	1
Prática de outra modalidade	Luta	Futsal	Futebol	-	Halterofilismo	Futebol
Lesões no último ano	1	1	0	2	1	1
Localização da lesão	Ombro	Ombro	-	Ombro/Adutor	Punho	Ombro

Tabela 6 – Resultados dos vários sujeitos nos parâmetros biomecânicos e na pontuação obtida no Deep Squat

	Sujeitos														
	1			2			3			4			5		
	1			1			2			2			3		
Pontuação no Deep Squat – FMS	1			1			2			2			3		
Posições angulares	média	±	dp	média	±	dp	média	±	dp	média	±	dp	média	±	dp
Tornozelo direito (°)	32,1	±	2,1	33,0	±	1,2	34,2	±	1,2	28,4	±	0,1†	39,6	±	1,8
Tornozelo esquerdo (°)	25,2	±	0,1	30,1	±	1,0†	32,4	±	0,9	35,0	±	1,7†	43,5	±	1,4
Joelho direito (°)	95,2	±	3,7	126,0	±	3,4†	109,3	±	6,6	118,0	±	4,4†	148,0	±	2,5
Joelho esquerdo (°)	92,3	±	3,7	125,0	±	3,6†	109,2	±	6,3	118,4	±	5,0†	149,0	±	2,4
Anca direita (°)	100,9	±	3,1	100,9	±	1,4	103,8	±	9,9	108,0	±	5,9	126,0	±	9,2
Anca esquerda (°)	97,8	±	2,4	97,0	±	1,0	107,1	±	11,8	106,0	±	5,5	127,0	±	9,7
Ombro direito (°)	3,4	±	12,3	-6,6	±	3,9	-20,4	±	1,5	-17,0	±	4,9	-17,5	±	5,0
Ombro esquerdo (°)	-4,4	±	14,3	2,7	±	4,7	-22,6	±	1,6	-12,5	±	6,0†	-11,7	±	4,4
Variáveis associadas critérios FMS															
Diferença joelho/pé direito (mm)	-0,1	±	11,3	24,0	±	8,7†	76,3	±	10,9	136,0	±	6,5†	101,0	±	6,3
Diferença joelho/pé esquerdo (mm)	13,8	±	9,2	43,6	±	8,1†	80,9	±	12,4	102,0	±	10,0†	107,4	±	4,3
Diferença barra/pé (mm)	288,0	±	83,5	349,2	±	44,6†	164,0	±	60,9	112,0	±	30,6	28,2	±	21,6
Ângulo absoluto coxa (°)	159,3	±	5,4	177,0	±	2,2†	148,2	±	3,3	171,7	±	3,7†	179,1	±	13,5
Ângulo absoluto tronco (°)	25,7	±	5,5	20,5	±	3,6†	29,1	±	3,9	29,5	±	5,4	45,8	±	3,1
Ângulo absoluto perna (°)	70,6	±	1,8	63,0	±	1,1†	63,0	±	1,5	69,2	±	1,5†	58,8	±	1,1
Razão ângulo tronco/ângulo perna	0,4	±	0,1	0,3	±	0,6	0,5	±	0,07	0,47	±	0,07	0,78	±	0,1

dp – desvio padrão; † diferença entre indivíduos com a mesma pontuação – $p < 0,05$.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados dos grupos de sujeitos com a mesma pontuação (1, 2 e 3 no *Deep Squat*). Entre o grupo 1 (sujeitos com pontuação 1) e o grupo 2 (sujeitos com pontuação 2) não foram observadas diferenças nas seguintes variáveis: posição angular do tornozelo direito; posições angulares dos joelhos esquerdo e direito; posição angular da anca direita, bem como nas variáveis associadas aos critérios do FMS, nomeadamente: ângulo absoluto da coxa; ângulo absoluto do tronco e ângulo absoluto da perna. Relativamente à comparação entre o grupo 1 e o grupo 3 todas as variáveis apresentaram diferenças. Entre o grupo 2 e o grupo 3 não foram observadas diferenças nas posições angulares dos ombros bem como na diferença entre joelhos e pés.

Tabela 7 – Resultados das comparações entre as várias pontuações no *Deep Squat* (1, 2 ou 3), relativamente aos parâmetros biomecânicos

VARIÁVEIS	GRUPO 1			GRUPO 2			GRUPO 3		
Posições angulares	média	±	dp	média	±	dp	média	±	dp
Tornozelo direito (°)	32,4	±	1,7	31,3	±	3,2	39,0	±	1,5 ††
Tornozelo esquerdo (°)	28,1	±	3,1	33,7	±	1,9 ¥	40,3	±	3,4 ††
Joelho direito (°)	110,6	±	16,3	113,6	±	7,1	152,7	±	5,2 ††
Joelho esquerdo (°)	108,8	±	17,3	113,8	±	7,3	153,6	±	5,1 ††
Anca direita (°)	100,9	±	2,3	105,7	±	8,2	124,7	±	6,9 ††
Anca esquerda (°)	97,4	±	1,9	106,6	±	8,9 ¥	125,7	±	7,5 ††
Ombro direito (°)	-1,6	±	10,3	-18,5	±	4,0 ¥	-22,8	±	6,5 †
Ombro esquerdo (°)	-0,8	±	11,0	-17,6	±	6,8 ¥	-16,8	±	6,1 †
Variáveis associadas critérios FMS									
Diferença joelho/pé direito (mm)	11,8	±	15,7	106,2	±	31,9 ¥	89,3	±	14,3 †
Diferença joelho/pé esquerdo (mm)	28,7	±	17,4	91,5	±	15,4 ¥	103,4	±	7,0 †
Diferença barra/pé (mm)	318,4	±	72,3	137,9	±	54,0 ¥	-3,6	±	46,2 ††
Ângulo absoluto coxa (°)	168,1	±	9,9	159,9	±	12,5	179,8	±	12,2 ††
Ângulo absoluto tronco (°)	23,1	±	5,2	29,3	±	4,6	43,7	±	4,2 ††
Ângulo absoluto perna (°)	66,7	±	4,2	65,9	±	3,6	57,9	±	1,6 ††
Razão ângulo tronco/ângulo perna	0,35	±	0,07	0,45	±	0,07 ¥	0,75	±	0,07 ††

Grupo 1 – sujeitos com pontuação 1; Grupo 2 – sujeitos com pontuação 2; Grupo 3 – sujeitos com pontuação 3; dp – desvio padrão; ¥ diferença entre grupo 1 e grupo 2 – $p < 0,05$; † diferença entre grupo 1 e grupo 3 – $p < 0,05$; †† diferença entre grupo 2 e grupo 3 – $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

Este estudo tinha como objetivo comparar as pontuações obtidas na avaliação do *Deep Squat* através dos critérios definidos no FMS, com os valores dos parâmetros biomecânicos associados à mobilidade articular, em praticantes de *CrossFit*. Tal como seria de esperar, aqueles sujeitos que apresentaram valores mais elevados de mobilidade foram os que obtiveram melhor pontuação no *Deep Squat*. Estes dados são corroborados pelo estudo conduzido por Butler et al. (2010). Por outro lado, o grupo de sujeitos com pontuação de 3 no

Deep Squat (Grupo 3) apresenta diferenças na mobilidade em relação ao grupo de sujeitos com pontuação de 1 no *Deep Squat* (Grupo 1), em todas as articulações. Estes dados são similares aos dados obtidos por Butler et al. (2010), no qual os sujeitos com pontuação de 3 no *Deep Squat* também obtiveram valores superiores de mobilidade em relação aos sujeitos com pontuação de 1 *Deep Squat*. Da comparação entre o grupo de sujeitos com pontuação 3 e o grupo com pontuação 2 verificamos valores superiores de mobilidade em quase todas as articulações analisadas no grupo com pontuação 3, no entanto, nos ombros não foram verificadas diferenças entre grupos. Por outro lado, da comparação entre o grupo com pontuação 1 e o grupo com pontuação 2 verifica-se que em algumas articulações não são observadas diferenças entre os dois grupos. Esta falta de diferenças entre os grupos pode evidenciar alguma dificuldade do FMS para avaliar objetivamente a mobilidade específica de determinadas articulações.

Referente as variáveis associadas aos critérios do FMS o que chama a atenção é o fato de não terem sido verificadas diferenças entre a razão do “ângulo absoluto do tronco e perna” (segmento do tronco paralelo ao segmento da perna) entre os sujeitos com mesma pontuação. Além disso, não foram verificadas diferenças no “ângulo absoluto da coxa” (coxa ultrapassa a linha horizontal) entre os sujeitos com pontuação 3 e “ângulo absoluto do tronco” entre os sujeitos com pontuação 2. Ao analisar a variável “diferença barra e pés” (barra está alinhada com os pés) e “ângulo absoluto do tronco”, podemos observar o que parece ser uma relação entre estas duas variáveis que tiveram comportamentos semelhantes em todos os sujeitos. Isto pode ser observado nos dados do sujeito 2 que teve a maior distância na variável “diferença barra e pés” e o menor valor na variável “ângulo absoluto do tronco”. Os dados indicam que possa haver uma relação destas variáveis com a pontuação obtidas no teste *Deep Squat*. No entanto, os dados ainda não são consistentes mas podem sugerir falhas do teste *Deep Squat* FMS no que diz respeito aos critérios de avaliação como proposto por Cook et al., (2010). Esta falta de diferenças entre os grupos com diferentes pontuações e a existência de diferenças entre os sujeitos com a mesma pontuação pode evidenciar alguma dificuldade do FMS para avaliar objetivamente a mobilidade.

No nosso melhor conhecimento, o presente estudo foi o único que avaliou parâmetros biomecânicos associado à mobilidade dos membros superiores no *Deep Squat* FMS. Quando analisamos as variáveis referentes aos membros superiores, podemos verificar que os sujeitos com pontuação 1 não tiveram diferenças na posição angular dos ombros, o que se repete no

ombro direito dos sujeitos com pontuação 2. Já entre os sujeitos com pontuação 3 verifica-se diferenças na posição angular dos ombros. Desta maneira, mais uma vez, podemos questionar: a capacidade do FMS em avaliar objetivamente a mobilidade articular; a sua validade para mensurar défices no movimento; e por conseguinte, a sua capacidade de predição de lesão.

Da comparação entre os sujeitos com a mesma pontuação no *Deep Squat*, verificámos que em todas as pontuações se verificaram diferenças de mobilidade articular. Por outro lado, em todas as pontuações também se observaram diferenças nas variáveis biomecânicas associadas aos critérios do FMS.

O tamanho da amostra é uma das limitações deste estudo. No entanto, os dados apontam para a necessidade de continuar a investigar a capacidade do FMS para avaliar objetivamente a mobilidade articular.

CONCLUSÃO

Os resultados observados apontam para uma dificuldade do FMS em avaliar objetivamente a mobilidade articular no *Deep Squat*, sendo por isso necessários mais estudos para responder a esta questão.

CAPÍTULO 6

Análise do Deep Squat em praticantes de Crossfit: parâmetros biomecânicos associados à estabilidade vs. critérios do Functional Movement Screen

Análise do *Deep Squat* em praticantes de *Crossfit*: parâmetros biomecânicos associados à estabilidade vs. critérios do *Functional Movement Screen*

RESUMO

Objetivo

Estudar a relação entre a pontuação obtida no *Deep Squat* (*Functional Movement Screen*) e os parâmetros biomecânicos associados à estabilidade global em praticantes de *CrossFit*.

Método

Trata-se de um estudo observacional transversal, no qual foram selecionados 6 praticantes de *CrossFit* do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e os 40 anos. O *Deep Squat* foi avaliado através dos critérios definidos para o *Functional Movement Screen* e através de parâmetros biomecânicos recolhidos por uma análise tridimensional do movimento. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar sujeitos com pontuação diferente no *Deep Squat*. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar os sujeitos que obtiveram a mesma pontuação.

Resultados

Entre os sujeitos que obtiveram a mesma pontuação no *Deep Squat*, foram verificadas diferenças entre os parâmetros biomecânicos e as pontuações recebidas no teste ($p < 0,05$). Por outro lado, da comparação entre grupos com diferentes pontuações (1, 2 e 3), verificou-se não existirem diferenças nos deslocamentos do CoGp e do CoP, principalmente entre as pontuações 1 e 2, e 2 e 3.

Conclusão

Os dados apontam para uma dificuldade do *Functional Movement Screen* em avaliar objetivamente a estabilidade global no *Deep Squat*.

Palavra-chave: *Deep Squat*, *Functional Movement Screen*, estabilidade, e *CrossFit*.

INTRODUÇÃO

O *CrossFit* é um programa de treino com praticantes em todo o mundo. Combina treinos de alta intensidade e exercícios realizados em repetições rápidas e sucessivas, e com tempo de recuperação limitado ou nulo (Weisenthal et al., 2014). Por ser uma atividade que não exige contacto físico entre os praticantes e pelo facto de muitos deles não participarem em competições, seria de esperar taxas de lesão inferiores a modalidades desportivas de competição e de contacto. No entanto, o que se verifica são taxas de lesão similares a essas modalidades desportivas, nomeadamente no andebol, basquetebol e hóquei no gelo (Clifton et al., 2018; Dominski et al., 2018; Hootman et al., 2007; Mónaco et al., 2019; Seil et al., 1998). Desta forma, ferramentas que auxiliem na predição de lesões, como são o caso de algumas baterias de testes, poderão ser úteis em praticantes de *CrossFit*.

De acordo com a revisão sistemática de Bonazza et al. (2016), o Functional Movement Screen (FMS) pode ser uma boa ferramenta na predição de lesões, pois um resultado final abaixo de 14 foi associado a um risco aumentado de lesão. No entanto, as revisões sistemáticas de Dorrel et al. (2015) e de Moran, et al. (2017) contradizem estes resultados, indicando que falta ao FMS capacidade preditiva no que concerne às lesões. Na sua essência, o FMS é uma bateria de 7 tarefas que avalia a qualidade do movimento por observação visual e com base em critérios padronizados, expondo dor ou disfunções do movimento, nomeadamente ao nível da mobilidade e/ou estabilidade (Cook et al., 2010). No entanto, de acordo com Bonazza et al. (2016), o FMS mostra falta de validade para mensurar défices posturais e de estabilidade. Deste modo, podemos questionar a capacidade do FMS para avaliar objetivamente a mobilidade articular e a estabilidade do movimento, e podemos questionar se a inclusão de outros parâmetros mais objetivos nos testes não aumentariam a sua validade para mensurar défices no movimento, o que, por conseguinte, aumentaria a capacidade de predição de lesão. Portanto, avaliar a estabilidade durante as tarefas do FMS com base em parâmetros biomecânicos, e comparar estes resultados com as pontuações do FMS, poderia ser uma boa forma de responder às questões anteriormente formuladas.

Estabilidade de um corpo pode ser definida como a capacidade deste conservar o seu estado de tendência para o equilíbrio recorrendo aos seus próprios meios de controlo motor, sendo por isso, uma característica do ser humano em geral (Abrantes, 2007). No entanto, é importante diferenciar estabilidade local (articular) e estabilidade global. A estabilidade

articular resulta da ação e interação de vários fatores (articulares e/ou periarticulares) no sentido de manter, a cada instante, uma adequada compressão entre as superfícies articulares e, desse modo, resistir às forças aplicadas à articulação (Espanha et al., 1999). Tal como pode ser encontrado na literatura (Aleixo, Vaz Patto, Moreira, & Abrantes, 2018; Gabriel et al., 2008; Safaeepour, Esteki, Ghomshe, & Abu Osman, 2014; Shamaei, Sawicki, & Dollar, 2013), a estabilidade articular tem sido estudada através do parâmetro biomecânico “rigidez dinâmica articular”. Por outro lado, a estabilidade global pode ser definida, usando a definição geral anteriormente descrita, como a capacidade que o corpo humano tem de conservar o seu estado de tendência para o equilíbrio recorrendo aos seus próprios meios de controlo motor. De acordo com vários estudos (Aleixo, Atalaia, Vaz Patto, & Abrantes, 2018; Caron, Gelat, Rougier, & Blanchi, 2000; Smith, Roberts, Kong, & Forrester, 2017; Takeda et al., 2017), a análise da relação entre a projeção no solo do centro de gravidade (CoGp) e o centro de pressão (CoP) é uma boa forma de estudar a estabilidade global.

No *Deep Squat*, uma das 7 tarefas do FMS, é avaliada a mobilidade do tronco, ombros, ancas, joelhos e tornozelos, bem como a estabilidade global. O *Deep Squat* é a base de muitos movimentos que fazemos no dia à dia (i.e., sentar numa cadeira ou agachar para apanhar qualquer coisa do solo) e também de exercícios incorporados em programas de treino (i.e., agachamentos com pesos adicionais). Para além disso, e de acordo com a literatura (Kiesel et al., 2011), um resultado final do FMS inferior a 14 pode ser predito por uma baixa pontuação no *Deep Squat*. No nosso melhor conhecimento, o estudo de Butler et al (2010) foi a única investigação que relacionou as pontuações do *Deep Squat*, com parâmetros biomecânicos. No entanto, este artigo apenas analisou parâmetros biomecânicos relacionados com a mobilidade articular dos membros inferiores, deixando fora dessa análise parâmetros relacionados com a estabilidade global. Desta forma, o objetivo deste estudo foi comparar as pontuações obtidas na avaliação do *Deep Squat* através dos critérios definidos no FMS, com os valores dos parâmetros biomecânicos associados à estabilidade, em praticantes de *CrossFit*.

METODOLOGIA

Seleção dos sujeitos

Este estudo foi composto por praticantes de *CrossFit* do sexo masculino, oriundos de *Boxes* na Cidade de Lisboa. Foram definidos os seguintes critérios de inclusão: idades compreendidas entre os 18 e os 40 anos; praticantes da modalidade há pelo menos 6 meses; frequência semanal de treino de pelo menos 3 vezes/semana; ausência de lesões na fase em que foi realizada a sessão de avaliação. Foi também definido o seguinte critério de exclusão: pontuação 0 no *Deep Squat*. Os sujeitos selecionados para esta investigação leram e assinaram um consentimento informado.

Avaliação do Deep Squat

Neste estudo, os dados de cada sujeito foram recolhidos numa única sessão, a qual teve o seguinte protocolo: aplicação de um questionário para a recolha de dados demográficos; recolha de vídeo do *Deep Squat* para posterior avaliação e atribuição da pontuação; recolha dos dados biomecânicos do *Deep Squat*. O *Deep Squat* foi realizado de acordo com as indicações definidas por Cook et al. (2010), as quais foram sempre transmitidas pelo mesmo investigador: 1) posição inicial com os pés em alinhamento vertical com a parte externa dos ombros; 2) barra no topo da cabeça para ajuste das mãos, formando um ângulo de 90 graus nos cotovelos; 3) estender os braços sobre a cabeça, com os cotovelos totalmente estendidos; 4) mantendo o tronco na posição vertical, tal como os calcanhares e a barra em posição, descer o mais profundo possível; 5) joelhos devem estar alinhados com os pés durante toda a fase do teste.

Avaliação segundo os critérios do FMS

Dois investigadores, com certificação para avaliação do FMS, analisaram os vídeos das execuções do *Deep Squat* de acordo com os seguintes critérios (Cook et al., 2010): pontuação 3, quando o tronco está paralelo com a perna ou na vertical (plano sagital), a coxa ultrapassa a horizontal (plano sagital), os joelhos estão alinhados com os pés (plano frontal), e a barra está alinhada com os pés (plano sagital); pontuação 2, ao realizar o *Deep Squat* com os calcanhares elevados em relação aos dedos dos pés (em cima do degrau de 5 cm), o tronco

está paralelo com a perna ou na vertical (plano sagital), a coxa ultrapassa a horizontal (plano sagital), os joelhos estão alinhados com os pés (plano frontal), e a barra está alinhada com os pés (plano sagital); pontuação 1, ao realizar o *Deep Squat* com os calcanhares elevados em relação aos dedos dos pés (em cima do degrau de 5 cm), o tronco não está paralelo com a perna (plano sagital), e/ou a coxa não ultrapassa a horizontal (plano sagital), e/ou os joelhos não estão alinhados com os pés (plano frontal), e/ou a barra não está alinhada com os pés (plano sagital); pontuação 0, presença de dor durante a execução do movimento.

Avaliação segundo os parâmetros biomecânicos

A aquisição e processamento dos dados recolhidos foram suportados pelo *Vicon® Motion Capture MX System (version 17.1)*. Este sistema era composto por 9 câmaras de infravermelhos *MX (Oxford metrics, UK; 7×1.3 MP; 2×2.0 MP)* e por uma plataforma de forças, a *Advanced Mechanical Technology Inc. (model BP400600, AMTI, Watertown, MA, USA)*. A plataforma de forças estava ligada, por um amplificador (*AMTI MSA-6 MiniAmp*), ao *Vicon MXControl*, de forma a sincronizar o *Vicon MXUltramet* com o *Vicon Motion Capture System*. Para a recolha dos dados cinemáticos, o sistema foi preparado para registar os dados a 200 Hz, enquanto a plataforma de força estava preparada para registar a 1000 Hz os dados relativos à força reativa do apoio. Foi usado o modelo *Plug-In Gait Full-Body (Vicon Motion Systems)*. Para concretizar o modelo *Plug-In Gait Full-Body* foram necessárias várias medições antropométricas e a colocação das 39 marcas retrorrefletoras em determinados pontos anatómicos dos sujeitos. As medições antropométricas foram recolhidas utilizando uma balança digital/estadiómetro *SECA 764 (Hamburg, Germany)* e instrumentos *Siber-Hegner (Siber & Hegner, Zurich, Switzerland)*. A colocação das marcas retrorrefletoras, em cada um dos sujeitos, foi realizada de acordo com o modelo (*Plug-In Gait Full-Body*) e sempre pelo mesmo investigador. Para este estudo, foram recolhidos 10 ensaios do *Deep Squat* de cada um dos sujeitos, com intervalos de 1 minuto entre ensaios. O software *Vicon Nexus (versão 1.7.1)* foi utilizado para a aquisição e processamento dos dados, tendo sido usado um filtro *Woltring* em todos os ensaios.

Neste estudo foram avaliados os seguintes parâmetros biomecânicos do *Deep Squat*, nomeadamente durante a fase de descida do centro de gravidade (desde o instante em que os valores da posição vertical do centro de gravidade começaram a decrescer, até ao instante com

valor mais baixo da sua posição vertical): duração da fase excêntrica (s); distância média entre o CoGp e o CoP durante esse período (mm); distância medio-lateral média entre o CoGp e o CoP durante esse período (mm); distância antero-posterior média entre o CoGp e o CoP (mm).

Análise estatística

Os dados referentes às variáveis discretas (pontuações do *Deep Squat*) e contínuas (parâmetros biomecânicos) foram introduzidos no software *Statistical Package for the Social Sciences for Windows* (SPSS Inc, Chicago, version 17.0). A partir dos dados dos 10 ensaios do *Deep Squat* FMS de cada sujeito foram determinados a média e o desvio padrão individual para cada uma das variáveis contínuas definidas anteriormente (parâmetros biomecânicos). O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os grupos de sujeitos com pontuação 1, 2 e 3 no *Deep Squat*. Para tal, todos os ensaios dos sujeitos com classificação igual fizeram parte do mesmo grupo. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar os sujeitos que obtiveram a mesma pontuação no *Deep Squat*.

RESULTADOS

Na Tabela 8 são apresentados os dados demográficos que caracterizam cada um dos 6 sujeitos selecionados neste estudo.

Tabela 8 – Caracterização dos sujeitos selecionados

	Sujeitos					
	1	2	3	4	5	6
Idade (anos)	36	27	31	32	35	27
Massa corporal (kg)	78,5	77,3	84,8	82,0	67,2	54,7
Altura (m)	1,71	1,81	1,79	1,71	1,59	1,55
IMC (kg/m ²)	26,8	23,6	26,5	28,0	26,6	22,8
Tempo experiência <i>CrossFit</i> (anos)	3-5	1-2	3-5	3-5	>5	<1
Frequência de treino/semana <i>CrossFit</i>	4	3	>5	>5	>5	3
Duração média/treino <i>CrossFit</i> (horas)	2	1	2	2	2	1
Prática de outra modalidade	Luta	Futsal	Futebol	-	Halterofilismo	Futebol
Lesões no último ano	1	1	0	2	1	1
Localização da lesão	Ombro	Ombro	-	Ombro/Adutor	Punho	Ombro

Na Figura 13 podemos observar os deslocamentos do CoGp e do CoP de um sujeito com pontuação 1, durante os 10 ensaios realizados. A variabilidade do deslocamento do CoP entre ensaios observada, é representativa também de todos os outros sujeitos analisados.

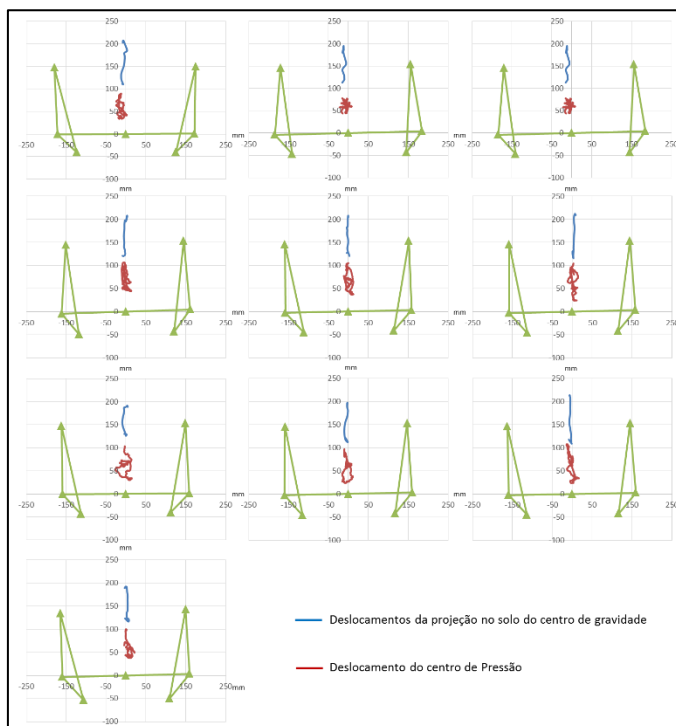


Figura 13: deslocamentos do CoGp e do CoP de um sujeito durante a execução do *Deep Squat* FMS.

Na Tabela 9, são apresentados os resultados dos vários sujeitos nos parâmetros biomecânicos e na pontuação do *Deep Squat*. Entre os dois sujeitos que tiveram uma pontuação de “1” foram verificadas diferenças nas seguintes variáveis: distância antero-posterior média entre o CoGp e o CoP ($p=0,025$); distância medio-lateral média entre o CoGp e o CoP ($p<0,001$); distância média entre o CoGp e o CoP ($p=0,032$). Foram também observadas tendências para diferenças na variável duração da fase excentrica ($p=0,051$). Referente aos dois sujeitos que tiveram uma pontuação de “2” no *Deep Squat*, foram verificadas diferenças nas seguintes variáveis: duração na fase ($p<0,001$); distância antero-posterior média entre o CoGp e o CoP ($p=0,003$); distância média entre o CoGp e o CoP ($p=0,004$). Nos dois sujeitos com pontuação de “3” no *Deep Squat* foram verificadas diferenças nas seguintes variáveis: duração da fase excentrica ($p=0,004$); distância antero-posterior média entre o CoGp e o CoP ($p<0,001$); distância medio-lateral média entre o CoGp e o CoP ($p=0,003$); distância média entre o CoGp e o CoP ($p=0,001$).

Tabela 9 – Resultados dos vários sujeitos nos parâmetros biomecânicos e na pontuação obtida no Deep Squat

Pontuação no <i>Deep Squat</i> – FMS	Sujeitos											
	1			2			3			4		
	1			1			2			2		
Variáveis	média	±	dp	média	±	dp	média	±	dp	média	±	dp
Duração da fase excentrica (s)	3,0	±	0,5	2,4	±	0,4	4,1	±	0,6	2,3	±	0,5 †
Dm-ap entre o CoGp e o CoP (mm)	93,7	±	8,3	104,0	±	8,8 †	93,8	±	4,0	103,7	±	7,5 †
Dm-ml entre CoGp e CoP	9,6	±	1,2	5,0	±	1,3 †	5,0	±	1,2	5,4	±	0,7
Dm entre o CoGp e o CoP (mm)	94,3	±	4,0	104,3	±	8,8 †	94,0	±	4,0	104,0	±	7,5 †

CoGp – projeção no solo do centro de gravidade; CoP – centro de pressão; dp – desvio padrão; Dm – distância média ; Dm-ap – distância média antero-posterior; Dm-ml – distância média médio-lateral; † diferença entre indivíduos com a mesma pontuação – $p < 0,05$.

Na Tabela 10 são apresentados os resultados dos grupos de sujeitos com a mesma pontuação (1, 2 e 3 no *Deep Squat*). Entre o grupo 1 (sujeitos com pontuação 1) e o grupo 2 (sujeitos com pontuação 2) não foram observadas diferenças em nenhuma das variáveis. Relativamente à comparação entre o grupo 1 e o grupo 3 foram observadas diferenças nas seguintes variáveis: duração da fase excêntrica (s); distância média entre o CoGp e o CoP durante esse período (mm); distância medio-lateral média entre o CoGp e o CoP durante esse período (mm); distância antero-posterior média entre o CoGp e o CoP (mm). Entre o grupo 2 e o grupo 3 foram observadas diferenças apenas na variável distância antero-posterior média entre o CoGp e o CoP (mm).

Tabela 10 - Resultados das comparações entre as várias pontuações no *Deep Squat* (1, 2 ou 3), relativamente aos parâmetros biomecânicos

Variáveis	GRUPO 1			GRUPO 2			GRUPO 3		
	média	±	Dp	média	±	dp	média	±	dp
Duração da fase excêntrica (s)	2,6	±	0,54	3,2	±	1,05	3,8	±	0,63 †
Dm-Ap entre o CoGp e o CoP (mm)	99,8	±	9,9	98,7	±	7,8	85,0	±	8,0 † †
Dm entre CoGp e CoP - Ml (módulo)	6,9	±	2,7	5,2	±	0,98	4,7	±	1,1 †
Dm entre o CoGp e o CoP (mm)	100,1	±	9,8	99,0	±	7,8	85,1	±	8,0 †

CoGp – projeção no solo do centro de gravidade; CoP – centro de pressão; dp – desvio padrão; Dm – distância média; Dm-ap – distância média antero-posterior; Dm-ml – distância média médio-lateral; Grupo 1 – sujeitos com pontuação 1; Grupo 2 – sujeitos com pontuação 2; Grupo 3 – sujeitos com pontuação 3; † diferença entre grupo 1 e grupo 2 – $p < 0,05$; † diferença entre grupo 1 e grupo 3 – $p < 0,05$; † diferença entre grupo 2 e grupo 3 – $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

Este estudo tinha como propósito comparar as pontuações obtidas na avaliação do *Deep Squat* através dos critérios definidos no FMS, com os valores dos parâmetros biomecânicos associados à estabilidade, em praticantes de *CrossFit*. Tal como seria de esperar, aqueles sujeitos que obtiveram melhor pontuação no *Deep Squat* foram os que apresentaram valores mais elevados de estabilidade, ou seja, distâncias menores entre o CoGp e CoP. Verificou-se então que os sujeitos com pontuação de 3 no *Deep Squat* apresentaram diferenças na estabilidade em relação aos sujeitos com pontuação de 1 em todas as variáveis. No entanto, da comparação entre os sujeitos com pontuação 3 e os sujeitos com pontuação 2,

apenas se verificaram diferenças na variável “distância antero-posterior média entre o CoGp e o CoP”. Para além disso, da comparação entre os sujeitos com pontuação 1 e os sujeitos com pontuação 2 verifica-se que não são observadas diferenças entre os dois grupos. Assim, estes dados parecem indicar alguma dificuldade do FMS para avaliar objetivamente a estabilidade global.

Da comparação entre os sujeitos com a mesma pontuação, verificámos que os sujeitos com pontuação 3 apresentaram diferenças em todas variáveis. Já entre os sujeitos com pontuação 2 só não foram verificadas diferenças na variável “distância médio-lateral média entre o CoGp e o CoP” e nos sujeitos com pontuação, a variável “duração da fase excentrica” foi a única que não apresentou diferenças. Mais uma vez, estes dados parecem evidenciar uma dificuldade do FMS em mensurar a estabilidade global.

No nosso melhor conhecimento, o presente estudo foi o único que avaliou parâmetros biomecânicos associado à estabilidade no *Deep Squat* FMS. Apesar do tamanho da amostra ser uma das limitações deste estudo, quando analisámos as variáveis associadas à estabilidade, podemos verificar a ausência de diferenças entre alguns sujeitos com a mesma pontuação e mesmo entre grupos com diferentes pontuações. Isto pode indicar que o FMS não seja tão preciso do ponto de vista dos parâmetros biomecânicos associados à estabilidade. Desta maneira, questionando a capacidade do FMS em avaliar objetivamente a estabilidade global e a sua confiabilidade na predição de lesão, pensamos serem necessários mais estudos que abordem esta temática.

CONCLUSÃO

Os dados obtidos neste estudo apontam para uma dificuldade do FMS em avaliar objetivamente a estabilidade, sendo por isso necessários mais estudos para responder a esta questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrantes, J. (2007). Rigidez dinâmica como indicador da estabilidade articular. *Proceedings: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica*. São Paulo.
- Aleixo, P., Atalaia, T., Vaz Patto, J., & Abrantes, J. (2018). Sit-to-stand of rheumatoid arthritis post-menopausal women vs. healthy post-menopausal – antero-posterior displacement of centre of gravity and centre of pressure. *Gait and Posture*, 65, 384–385. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.07.026>
- Aleixo, P., Vaz Patto, J., Moreira, H., & Abrantes, J. (2018). Dynamic joint stiffness of the ankle in healthy and rheumatoid arthritis post-menopausal women. *Gait & Posture*, 60, 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.12.008>
- Bonazza, N. A., Smuin, D., Onks, C. A., Silvis, M. L., & Dhawan, A. (2016). Reliability, validity, and injury predictive value of the functional movement screen. *American Journal of Sports Medicine*, 45(3), 725–732. <https://doi.org/10.1177/0363546516641937>
- Butler, R. J., Plisky, P. J., Southers, C., Scoma, C., & Kiesel, K. B. (2010). Biomechanical analysis of the different classifications of the functional movement screen deep squat test. *Sports Biomechanics*, 9(4), 270–279. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.539623>
- Caron, O., Gelat, T., Rougier, P., & Blanchi, J. P. (2000). A comparative analysis of the center of gravity and center of pressure trajectory path lengths in standing posture: An estimation of active stiffness. *Journal of Applied Biomechanics*, 16(3), 234–247. <https://doi.org/10.1123/jab.16.3.234>
- Clifton, D. R., Onate, J. A., Hertel, J., Pierpoint, L. A., Currie, D. W., Wasserman, E. B., ... Kerr, Z. Y. (2018). The first decade of web-based sports injury surveillance: descriptive epidemiology of injuries in us high school boys' basketball (2005–2006 through 2013–2014) and national collegiate athletic association men's basketball (2004–2005 through 2013–2014). *Journal of Athletic Training*, 53(11), 1025–1036. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-148-17>
- Cook, G., Burton, L., Kiesel, K., Rose, G., & Bryant, M. (2010). Movement. Functional movement systems: screening, assessment and corrective strategies. In *On Target Publications*. Santa Cruz, California.
- Dominski, H. F., Siqueira, T. C., Serafim, T. T., & Andrade, A. (2018). Injury profile in crossFit practitioners : systematic review. *Fisioterapia e Pesquisa*, 2(25), 229–239. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/17014825022018>
- Dorrel, B. S., Long, T., Shaffer, S., & Myer, G. D. (2015). Evaluation of the functional movement screen as an injury prediction tool among active adult populations: a systematic review and meta-analysis. *Sports Health*, 7(6), 532–537. <https://doi.org/10.1177/1941738115607445>
- Espanha, M., Pascoal, A., Correia, P., & Silva, P. (1999). Noções fundamentais de artrologia. In M. Espanha (Ed.), *Anatomofisiologia. Tomo I. Sistema osteo-articular* (2ª edição). Cruz Quebrada: Faculdade de Motricidade Humana - Serviço de edições.

- Gabriel, R. C., Abrantes, J., Granata, K., Bulas-Cruz, J., Melo-Pinto, P., & Filipe, V. (2008). Dynamic joint stiffness of the ankle during walking: Gender-related differences. *Physical Therapy in Sport*, 9(1), 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.08.002>
- Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311–319.
- Kiesel, K., Plisky, P., & Butler, R. (2011). Functional movement test scores improve following a standardized off-season intervention program in professional football players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(2), 287–292. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01038.x>
- Mónaco, M., Gutiérrez Rincón, J. A., Montoro Ronsano, B. J., Whiteley, R., Sanz-Lopez, F., & Rodas, G. (2019). Injury incidence and injury patterns by category, player position, and maturation in elite male handball elite players. *Biology of Sport*, 36(1), 67–74. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2018.78908>
- Moran, R. W., Schneiders, A. G., Mason, J., & Sullivan, S. J. (2017). Do functional movement screen (FMS) composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(23), 1661–1669. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096938>
- Nonaka, H., Mita, K., Watakabe, M., Akataki, K., Suzuki, N., Okuwa, T., & Yabe, K. (2002). Age-related changes in the interactive mobility of the hip and knee joints: a geometrical analysis. *Gait & Posture*, 15(3), 236–243.
- Safaeepour, Z., Esteki, A., Ghomshe, F. T., & Abu Osman, N. A. (2014). Quantitative analysis of human ankle characteristics at different gait phases and speeds for utilizing in ankle-foot prosthetic design. *BioMedical Engineering Online*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-13-19>
- Seil, R., Rupp, S., Tempelhof, S., & Kohn, D. (1998). Sports injuries in team handball a one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med*, 5(26), 681–687. <https://doi.org/10.1177/03635465980260051401>
- Shamaei, K., Sawicki, G. S., & Dollar, A. M. (2013). Estimation of quasi-stiffness and propulsive work of the human ankle in the stance phase of walking. *PLoS ONE*, 8(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059935>
- Smith, A. C., Roberts, J. R., Kong, P. W., & Forrester, S. E. (2017). Comparison of centre of gravity and centre of pressure patterns in the golf swing. *European Journal of Sport Science*, 17(2), 168–178. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1240238>
- Sousa, A. (2015). Avaliação funcional: prevenção de lesões e melhoria da performance desportiva. In P. Mil-Homens, P. Correia, & G. Mendonça (Eds.), *Treino da força: princípios biológicos e métodos de treino. Volume 1* (pp. 227–247). Cruz Quebrada: Edições FMH.
- Takeda, K., Mani, H., Hasegawa, N., Sato, Y., Tanaka, S., Maejima, H., & Asaka, T. (2017).

Adaptation effects in static postural control by providing simultaneous visual feedback of center of pressure and center of gravity. *Journal of Physiological Anthropology*, 36(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40101-017-0147-5>

Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., Dehaven, K. E., & Giordano, B. D. (2014). Injury rate and patterns among crossfit athletes. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(4), 1–7. <https://doi.org/10.1177/2325967114531177>

PARTE III

Conclusões e recomendações

CAPÍTULO 7

Conclusões gerais

1. CONCLUSÕES GERAIS

Este projeto teve um objetivo duplo. O primeiro objetivo foi investigar as taxas e prevalências de lesão no *CrossFit* através de uma revisão sistemática. Assim, pudemos perceber que as investigações que abordaram as taxas e prevalências de lesão no *CrossFit* eram escassas e fracas do ponto de vista metodológico. Já em relação às taxas e prevalências de lesão no *CrossFit*, os resultados indicaram que essa taxa é semelhante a outras modalidades desportivas de contacto e que, os homens que praticam *CrossFit* apresentam uma prevalência de lesão superior às mulheres.

O segundo objetivo foi comparar as pontuações obtidas na avaliação do *Deep Squat* através dos critérios definidos no FMS com os valores dos parâmetros biomecânicos associados à mobilidade articular e estabilidade, em praticantes de *CrossFit*. Da análise dos dados da mobilidade articular, foram observadas diferenças nas posições angulares dos tornozelos, joelhos e ombros, quando se compararam sujeitos que obtiveram a mesma pontuação. Desta comparação também se verificaram diferenças relativamente aos parâmetros biomecânicos associados aos critérios definidos para o FMS. Por outro lado, da comparação entre grupos com diferentes pontuações (1, 2 e 3), verificou-se não existirem diferenças em algumas posições angulares, bem como em alguns parâmetros biomecânicos associados aos critérios definidos para o FMS. O mesmo acontece relativamente aos dados da estabilidade, que foram verificadas diferenças nos parâmetros biomecânicos e na pontuação do *Deep Squat* entre os sujeitos que obtiveram a mesma pontuação, bem como à ausência de diferenças nos deslocamentos do CoGp e do CoP relativamente aos parâmetros biomecânicos entre os grupos com diferentes pontuações (1, 2 e 3). Deste modo, os dados apontam para uma dificuldade do FMS em avaliar objetivamente a mobilidade articular e a estabilidade global.

No melhor do nosso conhecimento, a nossa investigação foi a primeira a estudar a estabilidade global e a mobilidade articular dos membros superiores no *Deep Squat*. Tal como seria de esperar, aqueles sujeitos que apresentaram valores mais elevados de mobilidade articular, foram os que obtiveram melhor pontuação no *Deep Squat*. Relativamente à estabilidade, pudemos perceber que os sujeitos que apresentaram valores mais elevados da mesma, ou seja, distâncias menores entre o CoGp e CoP tiveram pontuação 3 no *Deep Squat* FMS.

Os dados obtidos neste estudo, indicam que possa haver uma relação das variáveis referente aos parâmetros biomecânicos aplicado neste estudo associados aos critérios do FMS, com a pontuação recebidas na tarefa *Deep Squat*. No entanto os dados ainda não são consistentes, mas podem sugerir falhas do teste *Deep Squat* FMS no que diz respeito aos critérios de avaliação proposto por Cook et al., (2010). Entretanto, são necessários mais estudos que avaliem a capacidade do FMS em avaliar a mobilidade e à estabilidade de forma mais objetiva e consistente, não somente no *Deep Squat*, mas também nas outras seis tarefas da bateria de testes FMS.

CAPÍTULO 8

Recomendações para futura investigação

2. RECOMENDAÇÕES PARA FUTURA INVESTIGAÇÃO

No âmbito da avaliação do movimento de um indivíduo, a bateria de teste FMS vem sendo amplamente utilizada como uma ferramenta confiável quando se pretende analisar a mobilidade articular e à estabilidade. Porém, as investigações acerca desta temática ainda são escassas e contraditórias quanto à sua confiabilidade e capacidade de avaliar o movimento de forma objetiva e eficiente. A partir dos nossos dados, pensamos que ainda são necessárias mais investigações para verificar se os critérios do FMS são confiáveis e se este sistema de pontuação conseguem prever lesão. Assim, no melhor do nosso conhecimento, esta investigação foi a primeira a estudar a mobilidade articular dos membros superiores e a estabilidade global no *Deep Squat* FMS. Entretanto, consideramos que uma das limitações deste estudo é o tamanho da amostra e o fato do mesmo ter investigado apenas uma das tarefas desta bateria de teste, deixando de lado as outras tarefas que compõem o FMS. Por isso, pensamos que são necessárias mais investigações sobre estes temas, de forma a confirmar, ou não, os resultados por nós alcançados. Em termos de investigações futuras, seria interessante investigar esta bateria de teste noutras populações, nomeadamente em sujeitos que participam em exercícios que exijam um elevado nível de estabilidade e mobilidade articular, bem como a influência da morfologia corporal no desempenho das mesmas. Apesar das limitações deste estudo, os resultados permitiram sugerir que os critérios de avaliação do FMS bem como seus critérios de pontuações, não são tão confiáveis do ponto de vista dos parâmetros biomecânicos na avaliação da estabilidade e mobilidade articular. Desta forma, ainda podemos questionar se o FMS é uma ferramenta confiável e se conseguimos responder a seguinte questão: Será o FMS uma ferramenta que avalia de forma consistente e objetiva a mobilidade e à estabilidade de um indivíduo atleta e não atleta e por conseguinte prever riscos de lesões?

ANEXOS

ANEXO 1

Consentimento Informado

É objetivo deste estudo (enquadrado no mestrado de Sidnei Ramalho Oliveira em Exercício e Bem-Estar pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias) é analisar parâmetros biomecânicos em atletas de *CrossFit* durante a realização dos testes do *Functional Movement Screen* (FMS) e relacionar os mesmos com a ocorrência de lesões.

Pelo fato de preencher os critérios de inclusão e não se enquadrar nos de exclusão, foi selecionado para entrar neste estudo. Assim, serão realizadas as seguintes recolha de dados:

- Análise tridimensional dos testes do FMS (a realizar no MovLab da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias);
- Questionário sobre lesões no *CrossFit*.

Deve solicitar todas as informações que achar importantes e todos os esclarecimentos aos investigadores deste estudo. O número de telefone de Sidnei Ramalho Oliveira fica ao seu dispor para quaisquer dúvidas ou informações que nos queira solicitar ou fornecer: 964279253.

Declaro que li este documento e o entendi, formulei todas as dúvidas que eventualmente possa ter tido sobre o estudo em questão, as quais foram esclarecidas pelos investigadores.

É de minha livre vontade que aceito participar neste estudo, submetendo-me às suas regras de orientação.

Data: ____/____/____

Nome e assinatura da participante no estudo: _____

Nome e assinatura do investigador: _____

ANEXO 2

Questionário

Código: _____

Secção 1: Demografia

1	Há quanto tempo pratica <i>CrossFit</i> ?	Menos de 6 meses { } Menos de 1 ano { } Entre 1 e 2 anos { } Entre 2 e 3 anos { } Entre 3 e 5 anos { } Mais de 5 anos { }
2	Há quanto tempo participa em competições no <i>CrossFit</i> ?	Menos de 6 meses { } Menos de 1 ano { } Entre 1 e 2 anos { } Entre 2 e 3 anos { } Entre 3 e 5 anos { } Mais de 5 anos { } Nunca { }

Secção 2: Treino

3	Participa em quantas sessões de treino de <i>CrossFit</i> por semana?	1 vez por semana { } 2 vezes por semana { } 3 vezes por semana { } 4 vezes por semana { } 5 vezes por semana { } Mais de 5 vezes por semana { }
4	Quanto tempo duram em média as sessões de treino de <i>CrossFit</i> ?	Menos que 1 hora { } 1 hora { } Até 2 horas { } Até 3 horas { } Entre 4 e 6 horas { } Mais de 6 horas { }
5	Realiza outros métodos de treino que não seja o <i>CrossFit</i> ? (i.e., futebol, artes marciais, etc).	1 sim { } Não { } 2 _____
6	Quanto tempo em média pratica outros métodos de treino que não seja o <i>CrossFit</i> ?	Menos que 1 hora { } 1 hora { } Até 2 horas { } Até 3 horas { } Entre 4 e 6 horas { } Mais de 6 horas { }

Seção 3: Lesões anteriores

Para os fins deste estudo, o termo “lesão” será definido como qualquer dano físico a uma parte do corpo que o tenha feito perder ou modificar uma ou mais sessões de treino ou competições. Por favor, mantenha esta definição em mente ao responder as perguntas.

7	Quantas lesões teve durante o ÚLTIMO ANO?	1 lesão { } 2 lesões { } 3 lesões { } Mais que 4 lesões { } Nenhuma lesão { }
8	Indique qual parte do corpo lesionada,	{ } Ombros { } Pescoço { } Costas { } Cotovelo { } Quadril / Nádega { } Joelho { } Virilha { } Peito { } Lombar { } Tríceps { } Quadrícepetes { } Bicípetes { } Isquiotibiais
9	Indique o tipo de lesão.	{ } Hematoma { } Cortes / lacerações { } Tensão ou ruptura muscular { } Tensão ou ruptura do tendão { } Tensão ou ruptura ligamentar { } Danos da cartilagem { } Fratura ou ruptura óssea { } Outros

ANEXO 3

DATA ____/____/____

FOLHA DE PONTUAÇÃO DO FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN

FMS	NOME		DATA NASC. ____/____/____		
	CÓDIGO:		TELEMÓVEL:		
	EMAIL:				
	TESTE		RESULTADO BRUTO	PONTUAÇÃO FINAL	COMENTÁRIOS
	SHOULDER MOBILITY	D			
		E			
	IMPINGEMENT CLEARING TEST	D			
		E			
	ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE	D			
		E			
	TRUNK STABILITY PUSHUP				
	PRESS-UP CLEARING TEST				
	ROTARY STABILITY	D			
		E			
POSTERIOR ROCKING CLEARING TEST					
INLINE LUNGE	D				
	E				
HURDLE STEP	D				
	E				
DEEP SQUAT					
TOTAL					