

Yuri Augusto Junqueira Belém Silva

**PREVENÇÃO DE LESÕES EM PRATICANTES DE *CROSSFIT*: UMA PROPOSTA
DE INTERVENÇÃO FISIOTERÁPICA PARA O COMPLEXO DO OMBRO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2015

Yuri Augusto Junqueira Belém Silva

**PREVENÇÃO DE LESÕES EM PRATICANTES DE *CROSSFIT*: UMA PROPOSTA
DE INTERVENÇÃO FISIOTERÁPICA PARA O COMPLEXO DO OMBRO**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Especialização em Fisioterapia da Escola de
Educação Física, Fisioterapia e Terapia
Ocupacional da Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito parcial à obtenção do
título de Especialista em Fisioterapia Esportiva

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Magalhães

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2015

RESUMO

O *Crossfit* é um programa de condicionamento físico cujos gestuais esportivos realizados com os membros superiores podem ser executados em posições de extrema flexão, abdução e rotação interna de ombros. Em conjunto com a elevada carga de treinamento, estes gestuais podem predispor os tecidos que circundam essa articulação à sobrecarga e, conseqüentemente a danos¹. O complexo do ombro, dos praticantes de *Crossfit*, é a região do corpo mais afetada por lesões musculoesqueléticas^{1, 2, 3, 4}. A realização de atividades voltada a prevenção de lesões nos ombros decorrentes da prática esportiva é relativamente comum. Embora, não tenha sido encontrado nenhum trabalho que abordasse estratégias para a redução de lesões dos ombros específicas ao *Crossfit*. Os atletas de levantamento, ginasta, entre outros apresentam similaridades no gestual esportivo com o *Crossfit*. Nesses esportes os movimentos realizados com os membros superiores são realizados em posições acima de 90°. Assim podem apresentar mecanismos de lesões semelhantes. Portanto, uma revisão na literatura foi realizada em diversas bases de dados, como PEDro e Medline utilizando os seguintes termos para busca: *shoulder* ou “*overhead*” e “*injury(ies)*” para a busca em língua inglesa e “lesão(es)” e ombro para a busca em português. A partir dessa pesquisa, os principais fatores causais e preventivos de patologias nos ombros nesses esportes foram estabelecidos. Ao todo 273 estudos estavam de acordo com os critérios de inclusão. Desses estudos, 250 (91,6%) foram eliminados por não relatarem, estritamente, os fatores que predisõem os ombros a lesões de origem não traumática e sua prevenção. Nos 23 (8,4%) estudos restantes que atenderam os critérios de inclusão foram identificados os principais fatores que predisõem à lesões e suas respectivas estratégias utilizadas para reduzir essa ocorrência. Após analisa-los, três grandes grupos que englobam os principais fatores causais podem ser identificados: 1) fatores cinemáticos, que engloba os movimentos repetitivos, gestual esportivo e discinesia escapular. 2) fatores cinéticos que engloba o aumento de força, resistência a fadiga e correção nos padrões de ativação. 3) fatores estruturais que engloba a limitação de rotação interna e instabilidade articular. A correção dos fatores estruturais, da discinesia escapular e das alterações presentes na cadeia cinética foram as principais medidas recomendadas para a prevenção de

lesões nessa região. Baseado nesses resultados foi sugerido um programa de intervenção fisioterápica. Programa esse, que identifica os fatores de risco para lesão nos ombros e propõe exercícios para sua correção e prevenção.

Palavras-chave: *Crossfit*. Prevenção. Ombros.

ABSTRACT

Crossfit is a fitness program whose exercise whose sporting gesture performed with the upper limbs can be performed in extreme flexion positions, abduction and internal rotation of the shoulders, which in conjunction with the high training load, these gestures may predispose damage tissues surrounding this joint overload and consequently the danos¹. The shoulder complex, the Crossfit practitioners is the body region most affected by injuries^{1, 2, 3, 4}. Carrying out activities aimed at preventing injuries on the shoulders resulting from sports practice is relatively common. Though, it has not been found any work that would address strategies to reduce injuries to the Crossfit specific shoulders. The lifting athletes, gymnast, among others present similarities in the sports gesture with Crossfit. These sports movements performed with the upper limbs are performed in up to 90 positions. Thus may have similar injury mechanisms. Therefore, a literature review was conducted in several databases, as PEDro and Medline using the following terms to search: shoulder or "overhead" and "injury (ies)" to search in English and "lesion (s)" and shoulder to the search in Portuguese. From this research, the main causal factors and prevention of diseases shoulders in these sports were established. Altogether 273 studies were in accordance with the inclusion criteria. These studies, 250 (91.6%) were eliminated for not reporting strictly the factors that predispose the shoulder to non traumatic injuries and their prevention. In 23 (8.4%) remaining studies that met the inclusion criteria were identified the main factors that predispose to injuries and their strategies used to reduce this occurrence. After analyzing them, three groups encompassing the main causal factors can be identified: 1) kinematic factors, which includes repetitive movements, sporting gesture and scapular dyskinesia. 2) kinetic factors comprising increased strength, fatigue resistance and correction activation patterns. 3) structural factors which includes the limitation of internal rotation and joint instability. The correction of structural factors, the scapular dyskinesia and present changes in the kinetic chain were the main measures you recommend for injury prevention in the region. Based on these results it was suggested one physical therapy intervention program. This program, which identifies risk factors for injury in the shoulders and suggests exercises for correction and prevention.

Key-words: Crossfit. Shoulder. Prevention.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA	16
3 RESULTADOS.....	18
3.1 Seleção dos estudos	18
4 DISCUSSÃO	32
4.1 Fatores cinéticos	32
4.2 Fatores cinemáticos	35
4.3 Fatores estruturais	36
5 O PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE LESÕES	38
5.1 Cadeia cinética e gestual esportivo.....	38
5.2 Avaliação da discinesia escapular.	44
5.3 Avaliação da função muscular.....	47
5.4 Aumento de força, resistência à fadiga e correção nos padrões de ativação muscular.....	51
5.5 Avaliação e correção das alterações na flexibilidade	54
5.6 Execução do programa de prevenção de lesões no <i>Crossfit</i>	57
6 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

A fisioterapia esportiva tem como objetivo a manutenção da saúde funcional do indivíduo para a prática esportiva⁵. Os atletas, geralmente, apresentam elevada carga de treinamento onde o desempenho físico é exigido ao máximo. Essa população constantemente é exposta a elevados níveis de energia (cinética) que quando são transferidas para os tecidos, excedem sua capacidade de resposta e de adaptação⁶. Nesse contexto, o fisioterapeuta esportivo difere das demais especialidades fisioterápicas, por atuar na recuperação da funcionalidade do atleta no menor tempo hábil. Acelerando os processos biológicos de recuperação da lesão, ao mesmo tempo em que limita ao mínimo a exposição do atleta ao treinamento. Dessa maneira, é possível reestabelecer o retorno ao esporte com as maiores perspectivas de sucesso.

O fisioterapeuta esportivo é o profissional apto a desenvolver e aplicar estratégias preventivas que possibilitem ao atleta reduzir a prevalência ou mesmo a severidade das lesões musculoesqueléticas¹. Ao se estabelecer a prevalência e gravidade das lesões em determinado esporte, sua etiologia e mecanismo, estratégias preventivas podem ser implementadas⁶. Avaliação da efetividade dessas medidas deve ser realizada constantemente, com o objetivo de verificar se novas readequações são necessárias. Cada atleta pode apresentar diferentes fatores de risco para uma determinada lesão⁶. Portanto, o sucesso do programa preventivo depende avaliação individual realizada que identifica quais fatores podem predispor a lesão. O principal objetivo do fisioterapeuta esportivo na prevenção é intervir antes que a lesão ocorra⁶.

No Brasil, as modalidades esportivas futebol e voleibol são as mais praticadas e com maiores investimentos financeiros⁸. O voleibol apresenta menor incidência e gravidade de lesão, comparado ao futebol^{7, 9}. A cada mil horas praticadas de voleibol ocorrem entre 1,7 e 4,1 lesões, no futebol esses números são bem mais expressivos, 77,3 lesões para cada mil horas jogadas^{7,9}. O futebol é um esporte de contato físico, possivelmente isso explica a diferença na incidência de lesões. Essas modalidades esportivas distintas são consideradas referência nos esportes coletivos. Tanto no futebol, como no voleibol, o fisioterapeuta esportivo está inserido com destaque atuando em pelo

menos 4 grandes domínios: prevenção, atendimento emergencial, reabilitação funcional e retorno à atividade¹⁰.

Na prevenção de lesões musculoesqueléticas, o fisioterapeuta, tem papel fundamental. Esse profissional avalia os fatores de risco e estabelece as medidas preventivas a serem executadas. O processo de prevenção também requer o registro das lesões e avaliação dos efeitos das estratégias preventivas aplicadas, assim como a participação interdisciplinar nesse processo. Em grandes agremiações esportivas, o fisioterapeuta esportivo atua com veemência na manutenção de performance e na participação na decisão do retorno dos atletas às atividades esportivas após a reabilitação. Trabalho esse, que ocorre juntamente com o médico e preparador físico. O trabalho dessa equipe de profissionais pode colaborar para o sucesso do programa preventivo.

O *Crossfit* surgiu da necessidade de se estabelecer um programa de treinamento que preparasse os indivíduos para qualquer demanda física, seja ela força muscular e/ou resistência cardiorrespiratória². Essa nova proposta desenvolveu-se através da análise das principais adaptações necessárias para o adequado desempenho nos mais variados esportes². Baseando-se na alta variedade e intensidade de movimentos funcionais, o praticante de *Crossfit* pode aprimorar variados domínios físicos, como força, potência e flexibilidade muscular². A otimização da resistência cardiorrespiratória e controle neuromuscular também são possíveis ao se praticar essa modalidade esportiva. Dessa maneira, despertando grande popularidade entre atletas, militares e até mesmos donas de casa¹¹.

Os exercícios preconizados são fundamentados no fortalecimento e ativação correta do core abdominal e também no condicionamento físico². O core abdominal é um conjunto de músculos que estabilizam a pelve e tronco transferindo a força muscular para as extremidades dos membros durante atividades, como saltar e levantar um peso acima da cabeça (Fig 1). O condicionamento se refere à resistência ao executar exercícios que utilizam, primordialmente, as vias metabólicas anaeróbicas ou aeróbicas. Durante os treinos de *Crossfit*, todas essas vias são estimuladas. Sendo assim, os atletas dessa modalidade são preparados para pedalar, nadar, correr pequenas e curtas distâncias com elevado desempenho¹¹.

Figura 1: Push press

No *push press*, a força proveniente do membro inferior e do core abdominal é transferida para os membros superiores.

Fonte: Adaptado de THE OPTIMAL SHOULDER, 2014¹²

Ginastas e levantadores de peso olímpico executam atividades que requerem elevado controle neuromuscular, equilíbrio e força. Durante os movimentos realizados por esses atletas é exigido tanto a ativação do core abdominal como resistência cardiorrespiratória. Devido a essas características comuns, grande parte dos gestuais esportivos do *Crossfit*, como o *Deadlift* (Fig. 2) são baseados nesses esportes¹¹.

Figura 2: Dead Lift

Fonte: THE OPTIMAL SHOULDER, 2014¹²

Os praticantes de *Crossfit* relatam ocorrência de quadros álgicos, em sua maioria de característica inflamatória, com prevalência nos ombros^{2,10}. Os atletas levantadores de peso e ginastas também apresentam predominância de queixas nessa região^{3,4}. Embora a incidência e região mais acometida por lesões tenha sido relatada, até então, não existem trabalhos voltados a prevenção de lesões nos praticantes de *Crossfit*. Esporte esse, que tem ganhado cada vez mais praticantes.

O complexo do ombro é formado por um conjunto de 4 articulações envolvendo os ossos esterno, a clavícula, as costelas, a escápula e úmero. A articulação esternoclavicular é constituída pela extremidade medial da clavícula, pelo manúbrio esternal e a cartilagem da primeira costela. Possui uma face articular em formato de sela que permite os movimentos de protração, retração, elevação e depressão da clavícula sobre o tronco. Essa articulação liga o esqueleto axial ao apendicular. A articulação acromioclavicular ocorre entre a extremidade lateral da clavícula e o acrômio da escápula. Sendo frequentemente descrita como uma articulação plana, que permiti movimentos delicados (rotação para cima e para baixo) ajustando a posição final da escápula contra o tóxax. A articulação escapulotorácica não designa uma articulação verdadeira, ela é formada pela face anterior da escápula e a face póstero-lateral do tórax. O movimento dessa junção é resultado dos movimentos combinados da articulação esternoclavicular e

acromioclavicular, que em conjunto, permitem a mobilidade máxima do complexo do ombro^{13, 14}.

A articulação glenoumeral é formada pela cabeça do úmero que encontra-se em contato com a cavidade rasa da gleinoíde. A estabilidade dessa articulação é dependente principalmente dos ligamentos e músculos, em vez dos ossos. Os músculos do manguito rotador desempenham papel importante, ao guiar os movimentos artrocinématicos e osteocinématicos da cabeça do úmero na gleinoíde, garantindo a estabilidade articular. A atuação conjunta de todas as 4 articulações permite extensa amplitude de movimento para a extremidade superior^{13, 14}.

No complexo do ombro, dificilmente um músculo atua de modo isolado, os músculos trabalham sinergicamente aumentando a versatilidade, o controle e amplitude dos movimentos ativos. Essa intrincada relação funcional faz com que o enfraquecimento de um único músculo desorganize a cinemática normal de todo o ombro¹³. Exercícios que são executados em posições de extrema flexão, abdução e rotação interna de ombros predispoem ao dano tecidos que circundam essa articulação, ao reduzir o espaço subacromial podendo facilitar a compressão do tendão do músculo supraespinhoso e da bursa associada contra o acrômio e ligamento coracoacromial (impacto primário)¹⁵. Movimentos esses, frequentemente, realizados por atletas de *Crossfit*, de levantamento de peso e ginastas. Elevado número de repetições e alta carga executados durante os treinamentos, em conjunto com a presença de alterações biomecânicas e técnica inadequada executada durante o gestual esportivo, facilitam a impactação dos tecidos do ombro¹⁰. Dessa maneira, a presença de tendinopatias e bursites tende a ser frequente.

Disfunções no padrão de movimento escapular (discinesia escapular), presença de déficits da rotação interna do ombro e alterações da cadeia cinética são alguns exemplos de modificações que podem predispor os ombros a lesão¹⁵. A discinesia escapular está relacionada com mudanças no padrão de ativação, da curva comprimento-tensão e força dos músculos que controlam a escápula (ex.: serrátil anterior, romboides e trapézio superior). Alterações posturais no ombro (protrusão) e coluna (hipercifose) também contribuem para esse fato. A presença de discinesia produz modificações na cinemática normal do ombro, sobrecarregando os tecidos da glenoumeral, assim facilitando o

surgimento de patologias de características tanto agudas como crônicas^{13,14 15, 16}. A redução da amplitude de rotação interna é relacionada à instabilidade anterior da glenoumeral e a deficiência na atuação dos músculos do manguito rotador. Essa alteração pode alterar a artrocinemática normal do ombro dificultando a translação inferior do úmero durante os movimentos de abdução (Fig. 3)^{15,16}. Modificações na cadeia cinética também estão relacionadas à presença de lesão na articulação glenoumeral por dificultar a transmissão de energia cinética para os membros superiores gerando assim, sobrecarga mecânica dos tecidos dos ombros¹⁵.

Figura 3: Alteração da cinemática do ombro



Fonte: Neumann, 2006, pag. 114¹³

A proposta do *Crossfit* é preparar os indivíduos para qualquer demanda física. Esse esporte, relativamente novo (surgiu em meados de 2002), tem despertado a atenção do público devido aos benefícios gerados na prática dessa modalidade. A realização de atividade física é frequentemente recomendada como uma maneira de se prevenir doenças crônicas, como hipertensão arterial. Embora, quanto mais o indivíduo realize exercícios físicos,

maior a chance do mesmo ser exposto a cargas mecânicas excessivas, conseqüentemente, desenvolver lesões musculoesqueléticas¹⁷. Escassos trabalhos relatam maior incidência de lesões nos ombros ao se praticar o *Crossfit*. O objetivo do presente estudo foi realizar a revisão da literatura com o intuito de verificar quais os fatores podem predispor os ombros a lesão e identificar as causas dessa articulação ser a mais acometida por lesões nesse esporte. A partir dessas informações, o programa preventivo destinado a redução de lesões nos ombros dos atletas/praticantes de *Crossfit* foi proposto.

Suzanne et al (2013)¹⁸ demonstrou que a Noruega gasta anualmente cerca de 250 milhões de euros com o tratamento de lesões nos membros superiores, incluindo os ombros. No voleibol, cerca de 25% dos atletas lesionados perdem sessões de treinamento e mesmo toda uma competição³. Lesões musculoesqueléticas impactam diretamente na capacidade de realizar determinado esporte. A convivência com as lesões esportivas é frequentemente dificultada pelo longo tempo e alto custo envolvidos no tratamento¹⁷. Os atletas em especial, sofrem ainda mais com a presença dessas lesões. Esses indivíduos estão constantemente sob pressão para retornarem ao esporte no menor tempo possível¹⁹. Pessoas lesionadas podem apresentar reações psicológicas semelhantes àquelas que perderam um ente querido. O fisioterapeuta esportivo, em sua maioria, é o profissional que está mais presente durante todo o processo de reabilitação. Ponderando ser de extremo valor ao ser apoiar o atleta e encorajar atitudes positivas¹⁹. A manutenção da comunicação efetiva e o estabelecimento de metas é de extrema importância no auxílio nessa fase¹⁹. A prevenção de lesões ou mesmo de sua gravidade, além de atuar no aspecto físico, também pode evitar a repercussão psicológica que esse processo patológico poderia ocasionar ao atleta. mesmo praticantes de atividades, como o *Crossfit*.

A prevenção de lesões esportivas é geralmente acessível, de baixo custo e requer menor assistência quando comparado ao indivíduos já lesionados. A redução da incidência e severidade das lesões pode ser possível graças ao entendimento dos fatores de risco, mecanismos envolvidos e constante avaliação da efetividades das estratégias preventivas propostas²⁰. Dada a importância dos benefícios da prevenção de lesões esportivas, grandes clubes de voleibol e futebol incorporam esses programas no dia-a-dia de cada

atleta¹⁰. Portanto, o praticante/atleta de *Crossfit* também pode ser beneficiado dos efeitos de um programa preventivo voltado a realidade desse esporte.

2 METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada ampla revisão na literatura com o objetivo de averiguar a prevalência, as causas e tipo de lesão musculoesquelética mais comum nos praticantes de *Crossfit*. Os motores de busca utilizados para toda a pesquisa foram BVS, Pubmed, Capes e Google Acadêmico. A BVS reúne os estudos publicados nas seguintes bases de dados: Lilacs, Scielo, Medline e Cochrane. O Capes reúne em seu portal os trabalhos inseridos nas bases Web of Science, Cinahl, Scopus Medline e Banco de Teses da Capes. O Pubmed indexa as bases MEDline, PreMEDLINE e HealthSTAR.

Durante a busca foram utilizados termos *Injury and Crossfit*, com o intuito de verificar as publicações existentes que abordavam essa temática. O único util. Como resultado, 7 estudos foram encontrados e todos relacionaram a prática de *Crossfit* com algum processo patológico. Dentre esses, 6 trabalhos demonstraram a associação do *Crossfit* com lesões musculoesqueléticas e apenas 2 estudos relatavam qual incidência e região do corpo era a mais acometida por lesões nos praticantes de *Crossfit*. Esses 2 estudos demonstram que os ombros representam a articulação mais acometida por patologias nos praticantes de *Crossfit*. Nessa busca, nenhum estudo encontrado abordou a prevenção de lesões em ombros nessa modalidade esportiva.

Devido aos escassos estudos encontrados na busca inicial e pelo *Crossfit* apresentar variedade de movimentos realizados com os membros superiores acima da cabeça, similares a outros esportes, nova estratégia de busca foi realizada. O objetivo foi averiguar quais são os principais fatores que predispõem a lesões e as principais estratégias preventivas utilizadas para reduzir essa ocorrência, nos indivíduos que praticam atividades esportivas onde é necessária a mobilização constante dos ombros acima de 90°. Com base nesses dados o programa de prevenção de lesões nos ombros adaptado as demandas do *Crossfit* foi construído.

A busca na literatura foi executada por meio dos mesmos motores de busca utilizados anteriormente. Os termos utilizados para a busca foram: *shoulder injury or injuries overhead* e lesão(es) ombro. A estratégia de busca executada nos motores de busca BVS e Google acadêmico foram similares. Os

termos descritos acima foram inseridos no buscador, após os resultados preliminares, os filtros referentes ao idioma (português e inglês), ano de publicação (2000-2015), humanos e adultos foram aplicados. Não houve restrições referentes ao delineamento dos estudos, ao tempo de prática com o esporte (atleta amador ou profissional), sexo dos participantes e local de publicação. A estratégia de busca utilizada na base de dados PEDro utilizou os mesmos termos descritos anteriormente, os filtros utilizados incluíram o membros superiores e o ano de publicação (2000-2015). Limitações referentes ao tipo de terapia, problema, subdisciplina e metodologia não foram utilizados. A busca realizada no Portal Capes utilizou os seguintes filtros: artigos, ano de publicação (2000-2015) e idiomas inglês e português. Estudos selecionados para inclusão eram aqueles que relataram a ocorrência de algum fator preditor modificável e/ou estratégia preventiva utilizada em lesões de ombros não traumáticas em indivíduos adultos que o utilizam frequentemente na posição acima de 90° (overhead) durante a prática esportiva.

Os estudos potencialmente elegíveis foram identificados por meio da avaliação de títulos e resumos por um revisor. Esse mesmo revisor avaliou os textos completos na etapa seguinte. Os estudos selecionados foram aqueles que demonstravam de forma contundente mecanismos e/ou medidas de prevenção de lesão nos ombros. Dados relacionados às características das amostras, como o esporte alvo praticado, gênero e idade foram extraídos pelo revisor e alocados em uma planilha padronizada, em conjunto, com as características encontradas que podem influenciar o surgimento de lesões nos ombros e as medidas preventivas sugeridas. As variáveis, tipo de estudo e o fator de impacto também foram apresentados nessa planilha.

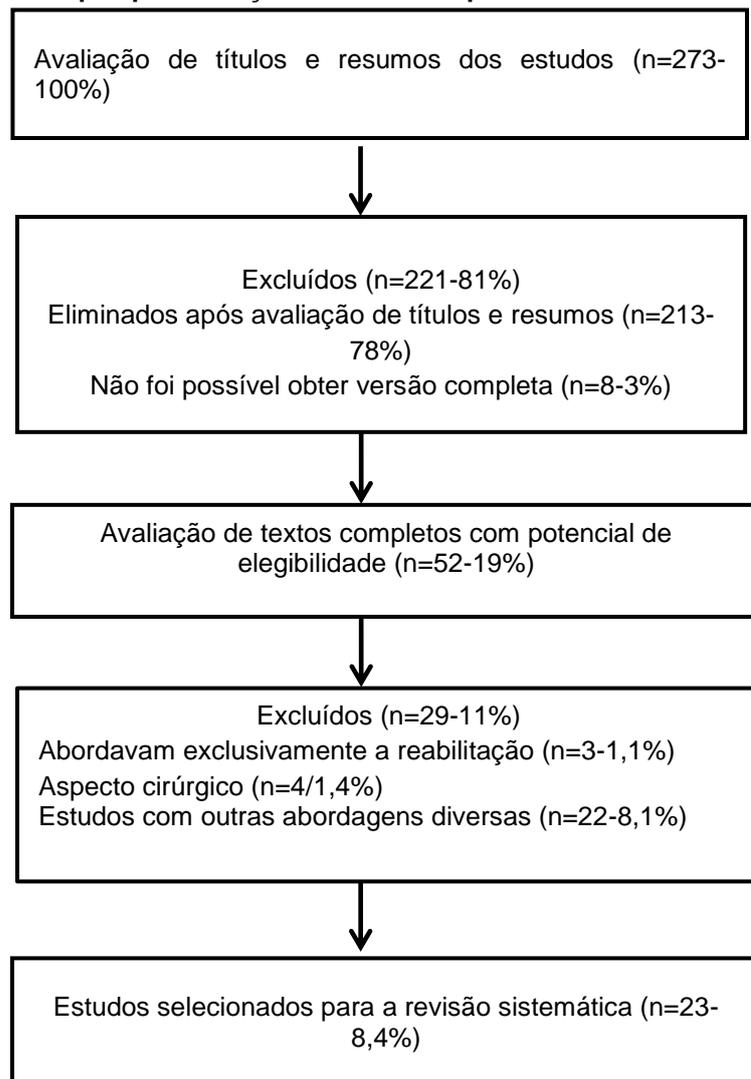
3 RESULTADOS

3.1 Seleção dos estudos

Foram verificados 273 estudos que estavam de acordo com os critérios estabelecidos pela estratégia de busca. Desses, 221 (81%) foram excluídos, sendo que 8 estudos foram eliminados pela impossibilidade de se obter a versão completa, e os demais 213 (78%) trabalhos não abordavam a temática de prevenção de lesão nos ombros e/ou os fatores responsáveis pelo surgimento de processo patológico nessa articulação, após a avaliação de títulos e resumos.

A avaliação completa foi realizada em 52 (19%) estudos previamente selecionados. Dentre esses estudos 29 (11%) foram excluídos. Sendo que, 22 (8,1%) abordavam temas como avaliação da articulação escapulotorácica, alterações anatômicas do ombro, prognóstico de resultado cirúrgico na articulação glenoumeral ou métodos de diagnóstico. Outros 4 (1,4%) artigos tinham como assunto diferentes técnicas cirúrgicas, e os demais 3 (1,1%), estratégias de reabilitação. Assim, foram excluídos após a avaliação dos textos completos.

Os 23 (8,4%) estudos restantes foram incluídos na presente revisão sistemática por satisfazer totalmente os critérios de inclusão. Demonstram de maneira explícita os principais fatores que predispõem a lesões e as principais estratégias utilizadas para reduzir essa ocorrência nos indivíduos adultos que praticam atividades esportivas onde é necessária a utilização constante dos ombros em abdução e/ou flexão em posições acima de 90. A figura 4 descreve o processo de seleção dos estudos.

Figura 4 – Etapas para seleção dos estudos para a revisão sistemática

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Características dos estudos

As características dos estudos incluídos encontram-se na Tabela 1. Dentre os 23 estudos selecionados, 12 apresentavam delineamento do tipo descritivo, 7 do tipo transversal, 2 caso-controle, 1 quase-experimental e 1 do tipo coorte. Os estudos classificados como descritivos foram aqueles que analisaram características em comuns e que correlacionaram com os processos patológicos do ombro ou com a prevenção de lesões. Transversal foram os estudos que realizaram mensurações em um único momento. Quase-experimental foi o estudo em que os sujeitos participantes foram comparados com eles mesmos após a intervenção²⁰. Já o trabalho classificado como do tipo coorte, foi aquele em que as variáveis do estudo foram acompanhadas por um longo período de tempo. As variáveis de cada estudo (fator preditor de lesão e estratégia preventiva) selecionado que influencia no surgimento e/ou prevenção de lesões, características da amostra, tipo de publicação e a presença de fator de impacto também são apresentados no quadro 1. A relação entre o número de estudos e as variáveis modificáveis que favorecem a presença de lesão, foram divididas em 3 grupos: 1) fatores cinemáticos (Fig. 5), 2) estruturais (Fig. 6) e 3) cinéticos (Fig. 7) sendo alocados no gráfico 1. A associação entre o número de estudos e as estratégias preventivas preconizadas também foram divididas em 3 grupos: 1) correção das alterações cinemáticas (Fig.8), cinéticas (Fig. 9) e estruturais (Fig. 10) que são apresentadas no gráfico 2.

QUADRO 1 – Características dos estudos

Estudo	Característica da amostra	Fator preditor	Estratégia preventiva	Tipo de publicação	FI (2014)*
Edmonds e col (2014). Am Fam Physician ³⁸	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Discinesia escapular	Não descrito	Revista internacional	2,18
Wilk e col. (2009). J Orthop Sports Phys Ther ³⁵	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Discinesia escapular. Limitação de RI de ombro. Desequilíbrios musculares	Não descrito	Revista internacional	3.01
Kinsella e col. (2014). Clin North Am ²⁸	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Discinesia escapular Movimentos repetitivos Limitação de RI de ombro	Adaptação da carga de treinamento em relação às demandas e características individuais dos praticantes de Crossfit	Revista internacional	1.25
Shaffer e col. (2014). Sports Med Arthrosc. ²¹	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Movimentos repetitivos Limitação de RI de ombro.	Não descrito	Revista internacional	4.36

Continua

QUADRO 1 – Características dos estudos**Continuação**

Rokito e col. (2014). Sports Med Arthrosc. 42	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Limitação de RI de ombro.	Não descrito	Revista internacional	1.68
Spiegl e col. (2014). Sports Med Arthrosc 26	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Discinesia escapular Movimentos repetitivos Limitação de RI de ombros.	Alongamento de CP de ombro Correção da discinesia escapular	Revista internacional	1.68
Kibler e col. (2012). Sports Med Arthrosc 39	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Discinesia escapular Limitação de RI Alterações na cadeia cinética Instabilidade articular do ombro.	Alongamento de CP de ombro. Correção da discinesia escapular Correção das alterações da cadeia cinética Correção dos desequilíbrios musculares	Revista internacional	1.68
Burkhardt e col. (2000). Clin Sports Med 34	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Discinesia escapular Fraqueza muscular Alterações na cadeia cinemática.	Não descrito	Revista internacional	1.22

Continua

QUADRO 1 – Características dos estudos**Continuação**

Benton e col. (2009). Am J Sports Med ²³	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Movimentos repetitivos.	Não descrito	Revista internacional	2.90
Sunil e col.(2009). Brit. J.of Hosp. Med. ²⁴	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Movimentos repetitivos Limitação de RI de ombro.	Não descrito	Revista internacional	4.36
Belling Sorensen e col. (2000). Scand J Med Sci Sports ²²	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Movimentos repetitivos Limitação de RI de ombro Fadiga muscular	Não descrito	Revista internacional	1.68
Burkhart e col. (2003). <i>Arthroscopy</i> ²⁵	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Movimentos repetitivos Fadiga muscular Limitação de RI Instabilidade articular	Alongamento de CP de ombro.	Revista internacional	3.21

Continua

QUADRO 1 – Características dos estudos**Continuação**

Borsa e col. (2008). Sports Med ²⁷	Atletas adultos que necessitam devido ao gestual esportivo, realizar movimentos constantes com os ombros acima de 90°.	Discinesia escapular	Correção dos fatores que levam a discinesia escapular	Revista internacional	5.04
Ng e col (2002). . J Orthop Sports Phys Ther ³⁶	25 atletas masculinos de badminton com idade média de 29,4 anos. A musculatura RI e RE foi submetida avaliação isocinética em diferentes posições.	Fraqueza muscular	Não descrito	Revista internacional	3.01
Cools e col. (2004). Brit. J.of Hosp. Med ³²	19 atletas que utilizam os ombros posicionados acima de 90°, sendo 14 homens e 5 mulheres, todos com dor unilateral no ombro dominante. Média de idade de 21,9 anos. Esses atletas foram submetidos a avaliação isocinética em diferentes movimentos.	Fraqueza muscular	Não descrito	Revista internacional	5.03
Tripp e col. (2007). J Athl Train ³¹	16 atletas universitários de beisebol do sexo masculino, com média de idade de 21 anos e assintomáticos. Avaliação cinemática do movimento de lançar bola foi avaliada durante execução de protocolo de fadiga.	Fadiga muscular	Aumento da resistência muscular a fadiga	Revista internacional	2.02

Continua

QUADRO 1 – Características dos estudos**Continuação**

Thomas e col. (2011). J Shoulder Elbow Surg ⁴³	24 atletas universitários de beisebol, assintomáticos, com média de idade de 19,4 anos. A RI e externa de ombro, assim como o espessamento da cápsula posterior foram avaliados.	Limitação de RI de ombro.	Aumento da amplitude de RI de ombro	Revista internacional	2.29
Joshi e col. (2011) J. Athl Train. ³⁰	25 atletas que utilizam os ombros acima de 90° na prática esportiva, sendo 15 homens e 10 mulheres, com idade média de 20 anos, sem histórico de dores no ombro dominante. Os participantes foram submetidos a protocolo de fadiga muscular, seguido por avaliação de movimentos funcionais.	Fadiga muscular	Aumento da resistência muscular a fadiga	Revista internacional	2.02
Reeser e col. (2010). PM R ⁴¹	422 atletas de voleibol, sendo 286 homens e 136 mulheres, com idade média de 21,3 anos. Os participantes foram submetidos a questionário e avaliação física padronizada.	Discinesia escapular	Correção dos fatores que originam a discinesia escapular	Revista internacional	2.20
Mohseni-Bandpei e col. (2012). J Manipulative Physiol Ther ²⁹	613 atletas que na prática esportiva utilizam os ombros em posições acima de 90°, sendo 339H e 274M que foram submetidos a questionários padronizados. Os participantes da amostra pertenciam a diferentes categorias esportivas.	Movimentos repetitivos Gestual esportivo.	Adaptação da carga de treinamento em relação às demandas e características individuais dos praticantes de Crossfit	Revista internacional	1.48

Continua

QUADRO 1 – Características dos estudos**Continuação**

Zanca e col. (2011). J Sports Sci ³⁷	46H atletas que utilizam os ombros acima de 90°, desses 25 sintomáticos e 21 assintomáticos, foram comparados com 21H não atletas. Idade média 22 anos. A musculatura RI e RE de ombro foi avaliada pelo isocinético e os achados foram comparados entre os 3 grupos.	Não encontrou relação com as variáveis estudadas. Propôs que a discinesia escapular pode ser um fator preponderante no desencadear da lesão nos ombros.	Não descrito	Revista internacional	2.25
Cools e col. (2007). Clin Sports Med ³³	69 atletas (45H, 21M) que utilizam os ombros acima de 90° com idade média de 25.9 anos, 39 endo sintomáticos no ombro dominante e outros 30 assintomáticos. A musculatura do trapézio foi submetida a EMG durante avaliação isocinética. Os resultados foram comparados entre os grupos	Desequilíbrios musculares	Correção dos desequilíbrios musculares presentes nos ombros e escápula	Revista internacional	2.90
Kawasaki e col. (2012). J Shoulder Elbow Surg ⁴⁰	121 atletas profissionais de rugby, com idade média de 24,6 anos. Os participantes foram submetidos a questionário, avaliação física, assim com análise por vídeo câmeras. Foram acompanhados durante toda a temporada.	Discinesia escapular	Correção dos fatores que originam a discinesia escapular	Revista internacional	2.29

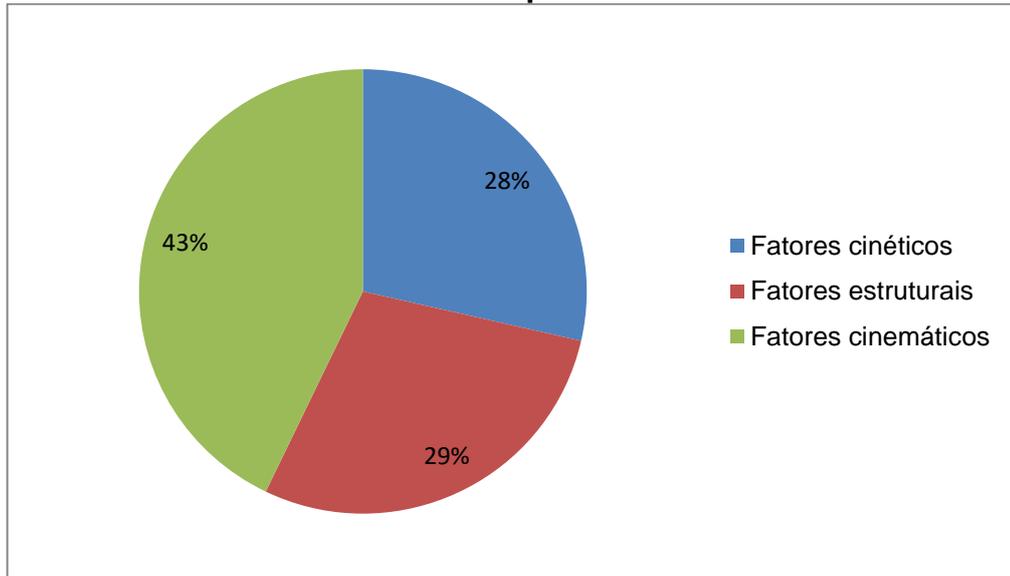
Continua

QUADRO 1 – Características dos estudos

					Conclusão
Niederbracht e col. (2008). J Strength Cond Res ⁴⁴	12M atletas de tênis, sendo 6 com idade média de 20 anos e outro 18.8 anos. Assintomáticas. 6 mulheres foram submetidas a fortalecimento excêntrico de RE, e outras 6 não participaram de programa de força. Após 5 semanas os resultados foram comparados entre as mesmas.	Não descrito	Correção dos desequilíbrios musculares presentes nos ombros, em especial a força excêntrica	Revista internacional	2.08
Legenda: RI: rotação interna, RE: rotação externa, M: mulheres, H: homens. FI: fator de impacto, CP: cápsula posterior, DE: discinesia escapular.					

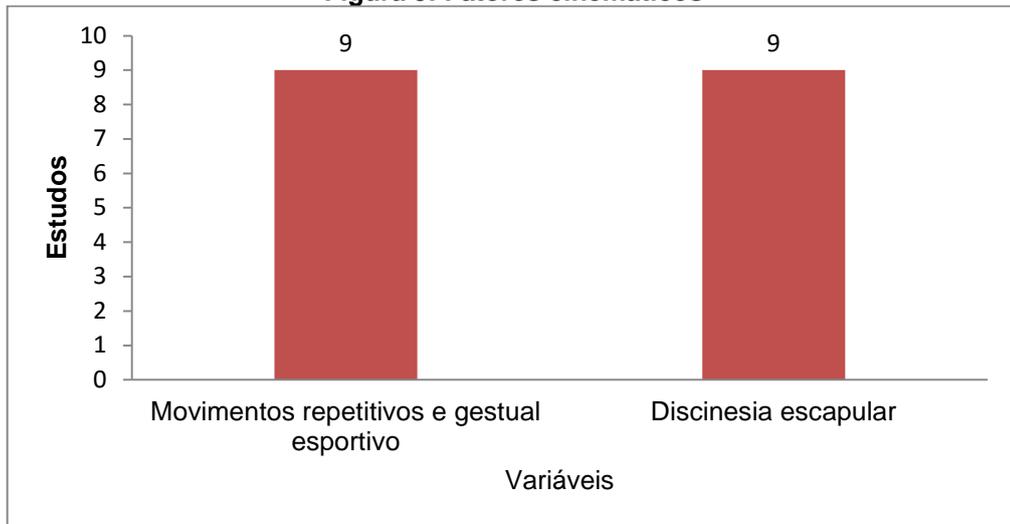
Fonte: Elaborado pelo próprio autor com dados extraídos dos estudos incluídos na presente revisão.

Gráfico 1: Variáveis modificáveis que favorecem lesão nos ombros

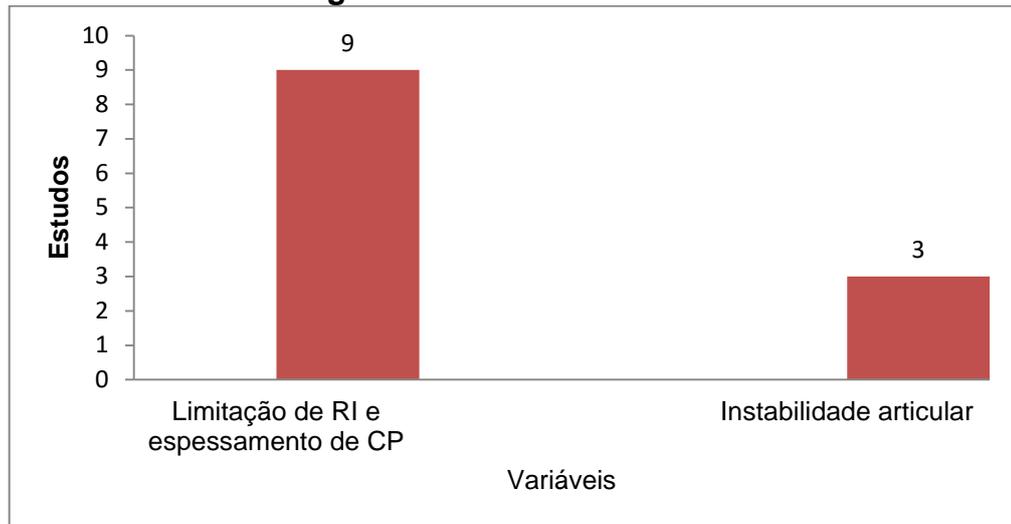


Fonte: Elaborado pelo autor

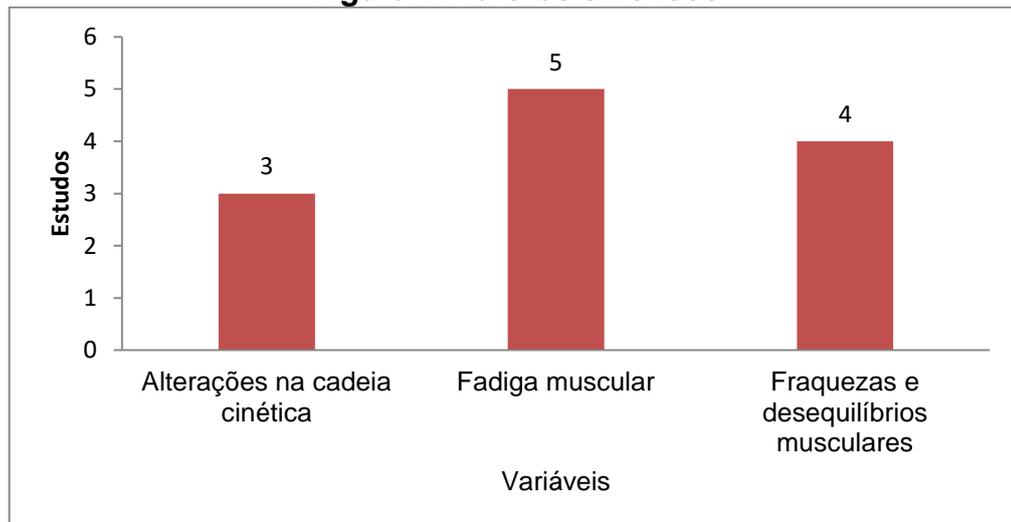
Figura 5: Fatores cinemáticos



Fonte: Elaborado pelo autor

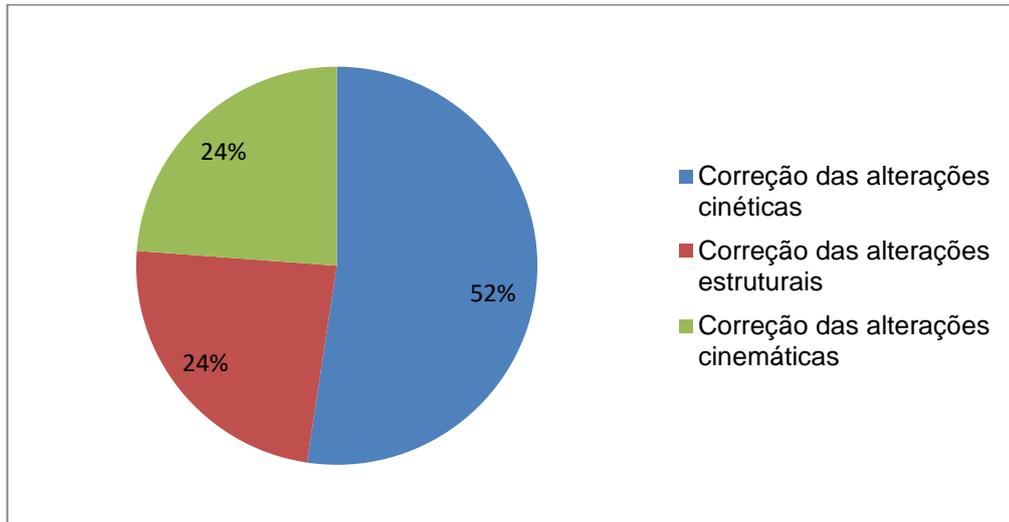
Figura 6: Fatores estruturais

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7: Fatores cinéticos

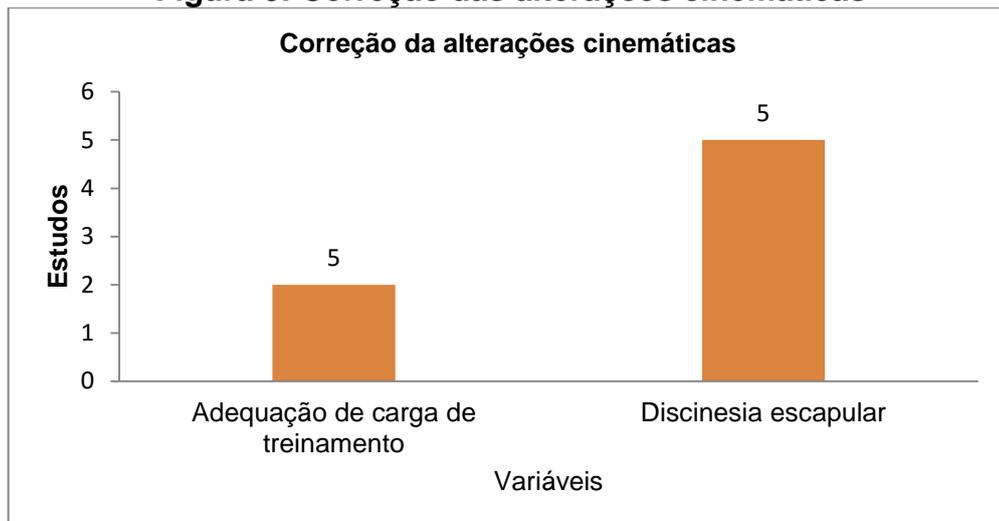
Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 2: Estratégias preventivas preconizadas para reduzir lesões nos ombros

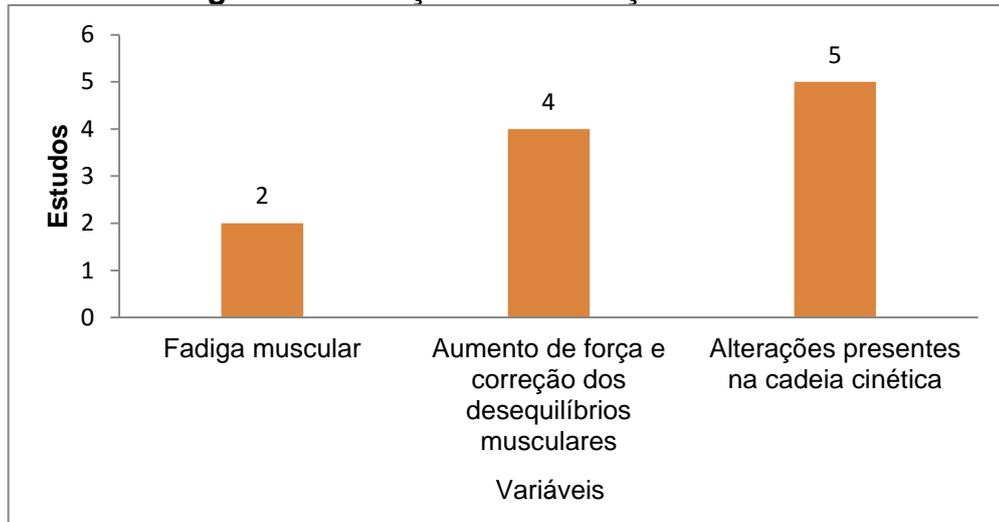


Fonte: Elaborado pelo autor

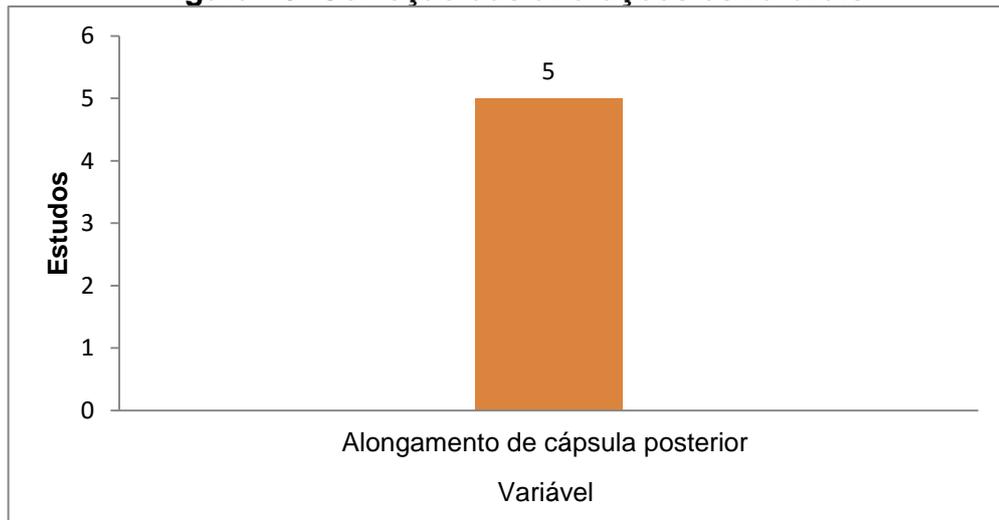
Figura 8: Correção das alterações cinemáticas



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9: Correção das alterações cinéticas

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 10: Correção das alterações estruturais

Fonte: Elaborado pelo autor

4 DISCUSSÃO

O *crossfit* nasceu com a proposta de preparar os indivíduos para variadas demandas físicas, seja ela força muscular e/ou resistência cardio-respiratória. Utilizando de exercícios funcionais provenientes de diversas outras modalidades esportivas, esse programa de condicionamento tem ganhado cada vez mais adeptos^{7, 8}. Estudos demonstram que os praticantes dessa modalidade apresentam elevada incidência de lesão, prevalentemente nos ombros^{9, 10}. Dessa maneira, o objetivo do atual trabalho é sugerir um programa de prevenção de lesões nos ombros voltado aos praticantes/atletas de *Crossfit*, baseado nos principais fatores de risco encontrados na literatura. Auxiliando assim os fisioterapeutas esportivos e também os *coachs* (treinadores) a diminuir a incidência de lesões.

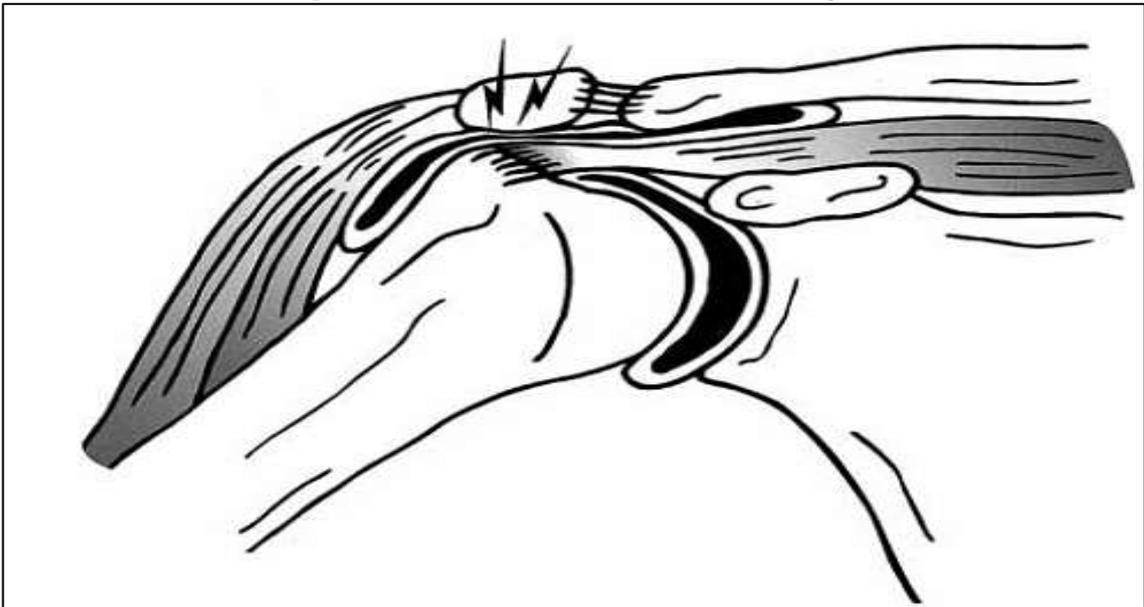
Não foram encontrados trabalhos que abordavam especificamente os praticantes de *Crossfit* em relação ao mecanismo de lesão dos ombros ou mesmo sua prevenção. A presente revisão sistemática incluiu 23 estudos, que demonstraram como diversos fatores de risco repercutem na presença de lesões na articulação glenoumeral e também em sua prevenção. A população descrita era composta basicamente por atletas lançadores (atletas de beisebol, tênis, voleibol). Entretanto, a população de atletas lançadores e de *Crossfit* apresentam similaridades nos movimentos executados com os ombros, ao realizar elevado número de repetições com a articulação glenoumeral posicionada acima da cabeça durante a prática esportiva. Dessa maneira, espera-se que os mecanismos de lesões e também as estratégias preventivas possam ser similares entre o *Crossfit* e as demais modalidades esportivas.

4.1 Fatores cinéticos

A discinesia e os movimentos repetitivos foram as principais variáveis modificáveis mais citadas (39%) na literatura que influenciam no surgimento de lesões nos ombros. No *Crossfit*, grande parte dos movimentos esportivos são realizados, preferencialmente, com membros superiores em abdução e/ou flexão nas posições acima de 90°, sendo efetuados inúmeras vezes e com elevada resistência. Para a execução correta desses gestuais e a prevenção de lesões, a

estabilidade escapular se torna primordial. A presença de modificações no posicionamento ou movimentação da escápula é denominado de discinesia escapular^{23, 24, 27, 29, 33, 38}. Alteração essa, que em conjunto com as características do gestual preconizado no *Crossfit* pode reduzir o espaço subacromial, facilitando a impactação dos tecidos da articulação glenoumeral contra o acrômio e o ligamento coracoacromial (Fig. 11)¹⁵.

Figura 11: Mecanismo de impacto primário no ombro: os tendões rotadores são pinçados contra o acrômio e ligamento coracoacromial durante a abdução frontal do úmero.



Fonte: Belling, 2000¹⁵

Alterações musculares, como fadiga, e desequilíbrio entre os pares de forças da musculatura antagonista e agonista de ombro e escápula^{22, 23, 24, 27, 33, 35, 42}, e déficit na RI de ombro³⁷, podem facilitar o surgimento da discinesia escapular. A presença de fadiga nos músculos rotadores externos da articulação glenoumeral e também na musculatura de todo o membro superior alteram a movimentação escapular normal^{36, 38}. Joshi *et. al* (2011)³⁸ verificou através de eletromiografia que a fadiga dos músculos rotadores externos do ombro diminui a ativação dos músculos trapézio inferior ($P = .03$) e infraespinhoso ($P = .03$). A redução de atividade do músculo trapézio inferior permite o que músculo trapézio superior atue de maneira mais acentuada, favorecendo a rotação superior da escápula ($P = .04$) durante atividades funcionais. O acréscimo da rotação superior escapular pode expor os tecidos do ombro ao impacto primário. A realização de atividades com baixa resistência e elevado número de repetições pode ser uma alternativa para promover

o aumento da capacidade dos músculos escapulares e da glenoumeral de resistir a fadiga, conseqüentemente, se tornando uma estratégia preventiva^{36, 38,45}. O aumento da resistência a fadiga foi relatada como medida para prevenção de lesões nos ombros em aproximadamente 9% dos estudos.

A atuação coordenada e equilibrada dos principais rotadores escapulares como os músculos serrátil anterior e as parte inferior e superior do trapézio permite a execução do ritmo escápulo-umeral adequado¹³. A presença de diminuição de flexibilidade dos músculos peitoral menor e maior e também a fraqueza dos músculos serrátil anterior, trapézio inferior, trapézio médio e romboídes é frequentemente associado à discinesia escapular^{13, 22, 23, 29, 39, 43}. O alongamento das estruturas encurtadas deve ser considerada para a atenuação da discinesia escapular. Cools *et al* (2003, 2006)^{35, 42} demonstrou através de avaliação isocinética e eletromiográfica em atletas que utilizam primordialmente, os ombros acima de 90° durante a prática esportiva, como a produção de força e ativação muscular dos rotadores escapulares apresentam-se alteradas em indivíduos com sintomas de síndrome do impacto. Segundo esses autores, alterações essas que auxiliam o desenvolvimento de lesões nos ombros ao favorecer a discinesia escapular. No primeiro estudo foi constatado menor geração de torque ($p < 0.05$) do músculo serrátil anterior e menor ativação muscular ($p < 0.05$) do músculo trapézio inferior durante os movimentos de protração e retração de ombro, quando comparado com os respectivos músculos do lado não dominante. O outro estudo, mostrou aumento da atividade do trapézio superior ($p < 0,01$) e o decréscimo do trapézio médio ($p < 0,01$) nos movimentos de abdução e rotação externa, respectivamente.

Wilk *et al* (2009)²³, destacam a importância de se estabelecer uma adequada relação agonista-antagonista dos rotadores escapulares e também dos músculos rotadores internos e externos de ombro, por permitir adequada movimentação da escápula e distribuição de tensão mecânica pelos tecidos da articulação glenoumeral, considerando esse, um atributo essencial para a estabilidade e mobilidade escapular, assim como um ombro livre de dor. Gabriel *et al* (2002)³⁴ em um estudo transversal, avaliou o trabalho desenvolvido pela musculatura rotadora interna e externa de ombros em 25 atletas assintomáticos de badminton em diferentes angulações com o uso do isocinético. As mensurações foram realizadas tanto no ombro dominante como não dominante. A relação de trabalho da ação excêntrica dos músculos rotadores internos ($P = 0.001$) com a ação concêntrica dos

rotadores externos do membro dominante foi maior quando comparado ao não dominante. A relação de trabalho da ação excêntrica dos rotadores externos com a ação concêntrica dos rotadores internos ($P= 0.003$) é menor do lado dominante quando comparado ao lado não dominante. Segundo os autores, o desequilíbrio entre a musculatura excêntrica e concêntrica pode ser um dos fatores que facilitam o surgimento de lesões nos ombros por alterar a dissipação de energia durante a realização dos gestuais esportivos, o que compromete os tecidos da articulação glenoumeral ao predispor os músculos a falha tensil durante os gestuais esportivos. Zanca *et al* (2011)⁴¹ relatam que relação de torque entre os rotadores laterais e mediais pode não ser um fator isolado no desencadear de um processo patológico no ombro, pois outras características como a discinesia escapular, podem conduzir ao desenvolvimento dos sintomas da síndrome do impacto.

Atividades com reduzido número de repetições e elevada resistência favorece fortalecimento muscular⁴⁹ Esses exercícios, quando realizados em conjunto com correções no padrão de ativação dos músculos rotadores escapulares e da glenoumeral, podem ser medidas utilizadas no intuito de reduzir a presença da discinesia escapular e também o surgimento de danos nos tecidos dos ombros que possa acometer o praticante de *Crossfit*^{28, 42, 44, 45}. A correção das alterações que predispõe a discinesia escapular foi uma das variáveis mais relatadas (29%) nos estudos para a prevenção de lesões nos ombros.

4.2 Fatores cinemáticos

Os movimentos repetitivos, assim como a discinesia escapular, foi a variável mais citada na literatura que facilita o desencadear de processo patológico nos ombros (29%). A natureza e a repetição excessiva do movimento como ao lançar uma bola com os ombros posicionados acima de 90°, impõem cargas mecânicas elevadas de tração devido a alta velocidade necessária para realizar o gesto esportivo, comprometendo os tecidos da articulação glenoumeral^{15, 25, 24, 27, 30, 31, 32, 40, 41}. Mohseni-Bandpei *et al* (2012)⁴⁰, em um estudo transversal com 613 atletas, verificou predominância de 12,3% a 51,7% de dor nos ombros nos indivíduos que praticavam esportes onde era necessária a utilização frequente dos ombros acima de 90°. Os exercícios executados no *Crossfit* também exigem a utilização do membros superiores acima de 90°. Sendo assim, a população praticante desse

esporte está sujeita a maior incidência de dores nos ombros. A adequação de carga de treinamento pode ser uma medida utilizada para minimizar a exposição dos tecidos ao estresse mecânico, ao permitir adequada recuperação dessas estruturas antes de uma nova sessão de treinamento^{24, 40}. Nesse aspecto, o *coach* tem um papel fundamental. Ele é o profissional apto a ministrar, acompanhar os exercícios e adaptá-los a demanda de cada indivíduo⁴⁶. A partir da análise de variáveis como tempo de experiência com a modalidade, idade, existência de lesão prévia, condicionamento físico entre outras, esse profissional pode adequar a carga de treinamento ideal para ser realizada cada praticante de *Crossfit*

A eficiente coordenação entre os membros inferiores, tronco e ombros permite gerar e disseminar forças que facilitam a execução de uma tarefa, como ao lançar uma bola^{24, 28, 34}. As extremidades inferiores podem gerar mais de 50% da energia cinética empregada ao se lançar uma bola. Alterações biomecânicas como, instabilidade no tornozelo, hipomobilidade lombar e etc, alteram a geração e disseminação de forças exigindo dos membros superiores movimento compensatórios, como aumento da amplitude de RI, força e resistência dos músculos escapulares e do ombro³⁷. Essa sobrecarga mecânica facilita o surgimento de lesões nos ombros por expor os tecidos a excessivas cargas mecânicas^{24, 28, 34, 37}. A manutenção do controle corporal nos movimentos dinâmicos e estáticos, assim como a coordenação e ativação muscular adequada das estruturas abaixo dos ombros (pernas e tronco) pode auxiliar a execução correta dos movimentos realizados com os membros superiores no *Crossfit*. Atuando assim, de maneira preventiva reduzindo o estresse aplicado na articulação glenoumeral, ao maximizar a geração e disseminação de forças oriundas do gestual esportivo^{24, 28}.

4.3 Fatores estruturais

Os fatores estruturais foram o segundo maior conjunto de variáveis (29%) que influenciaram a presença de lesão nos ombros. Nessas variáveis estão incluídas a limitação de rotação interna e espessamento de cápsula posterior. A redução da rotação interna de ombro é presente, principalmente, nos atletas que lançam bolas com os ombros acima de 90°, como no beisebol^{23, 24, 25, 26, 28, 31, 32, 33}. Segundo alguns autores, o próprio gestual esportivo facilita o surgimento dessa condição^{15, 32}. Repetidos microtraumas ocorrem na cápsula anterior da articulação glenoumeral,

como durante a fase de preparação para o lançamento de uma bola, gerando o alongamento crônico dessa estrutura. A distensão capsular facilita a instabilidade articular e o espessamento da cápsula posterior, conseqüentemente, redução da amplitude rotação interna e aumento da rotação externa³². O aumento da translação anterior da cabeça do úmero, ou seja, a instabilidade articular pode facilitar o choque dos tendões dos músculos rotadores externos contra o lábio da gleinoíde e o aumento da força de tração sobre essa estrutura (impacto secundário)^{27, 32, 40}. Thomas *et al* (2011)³⁷ avaliou a presença de hipertrofia da cápsula posterior dos ombros dos membros dominantes e não dominantes de 12 atletas de beisebol e verificou se haveria relação com a amplitude de rotação interna e rotação externa de ombro, assim como da rotação superior da escápula. Os resultados mostraram que o membro dominante foi o que mais apresentou hipertrofia da cápsula posterior ($P = 0001$), assim como menor amplitude de RI ($r = -0,498$, $p = 0,001$) e maior amplitude de rotação externa ($r = 0,450$, $p = 0,02$). Maior amplitude de rotação superior escapular (0.388, $P = .006$; 0.327, $P = .023$; 0.304, $P = .036$, respectivamente) em angulações de 60°, 90° e 120°, respectivamente, e de abdução da glenoumeral também foi evidenciado nos ombros com hipertrofia da cápsula posterior.

Os movimentos que originam a limitação de RI, em sua maioria, não fazem parte da realidade do *Crossfit*, ou seja, não existe uma fase de preparação para o lançamento de algum objeto. Portanto, o impacto secundário dos tendões da articulação dos ombros podem não ser tão frequentes nessa modalidade devido ao próprio gestual esportivo. Entretanto, o alongamento da cápsula posterior visando o aumento da rotação interna pode sim ser uma medida preventiva a ser realizada nos atletas de *Crossfit*, tendo em vista que a diminuição da amplitude de rotação interna está relacionada com a discinesia escapular^{24, 27, 28, 24, 32, 37}. O alongamento da cápsula posterior foi citado em 21,7% dos estudos que relatavam estratégias para a prevenção de lesão nos ombros.

5 O PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE LESÕES

Redução do número e da gravidade das lesões e, principalmente, sua prevenção são importantes objetivos a serem alcançados não somente para garantir a participação contínua no *Crossfit* como também na manutenção de um estilo saudável. O entendimento das causas e dos fatores de risco são os pré-requisitos necessários para o desenvolvimento de qualquer programa de prevenção de lesões⁴⁸. O fisioterapeuta esportivo é o profissional responsável que identifica quais variáveis podem predispor o atleta de *Crossfit* a lesões nos ombros e implementa estratégias que possibilitem a atenuação desses fatores. Continua avaliação e reavaliação devem ser realizadas durante toda a execução do programa preventivo verificando a efetividade do mesmo. Como demonstrado, diversas alterações cinemáticas, cinéticas e estruturais se interagem podendo tornar o praticante de *Crossfit* mais susceptível a lesões. A seguir, serão propostas medidas para avaliar e corrigir a possível presença desses fatores.

5.1 Cadeia cinética e gestual esportivo

Alterações presentes na cadeia cinética podem facilitar a presença de patologias nos ombros, como demonstrado nos resultados. A cadeia cinética é o mecanismo no qual a força muscular proveniente dos grandes músculos do core abdominal e dos membros inferiores é transferida para os ombros e mãos. A manutenção do controle corporal durante os movimentos esportivos, como ao se estabilizar a pelve durante o levantamento de peso garanti a coordenação e ativação muscular adequada. Essa medida pode ser utilizada para maximizar a produção e propagação de energia cinética reduzindo o estresse mecânico nos membros superiores^{24, 28}. A execução do gestual esportivo adequado se torna uma das principais estratégias preventivas que podem ser utilizadas para reduzir a probabilidade de lesões nos ombros, ao diminuir a realização de movimentos compensatórios (ex.: elevação excessiva dos ombros), podendo reduzir a possibilidade de impacto primário na articulação glenoumeral. A continua avaliação da execução correta dos exercícios e das possíveis modificações presentes em toda a cadeia cinética se torna fundamental.

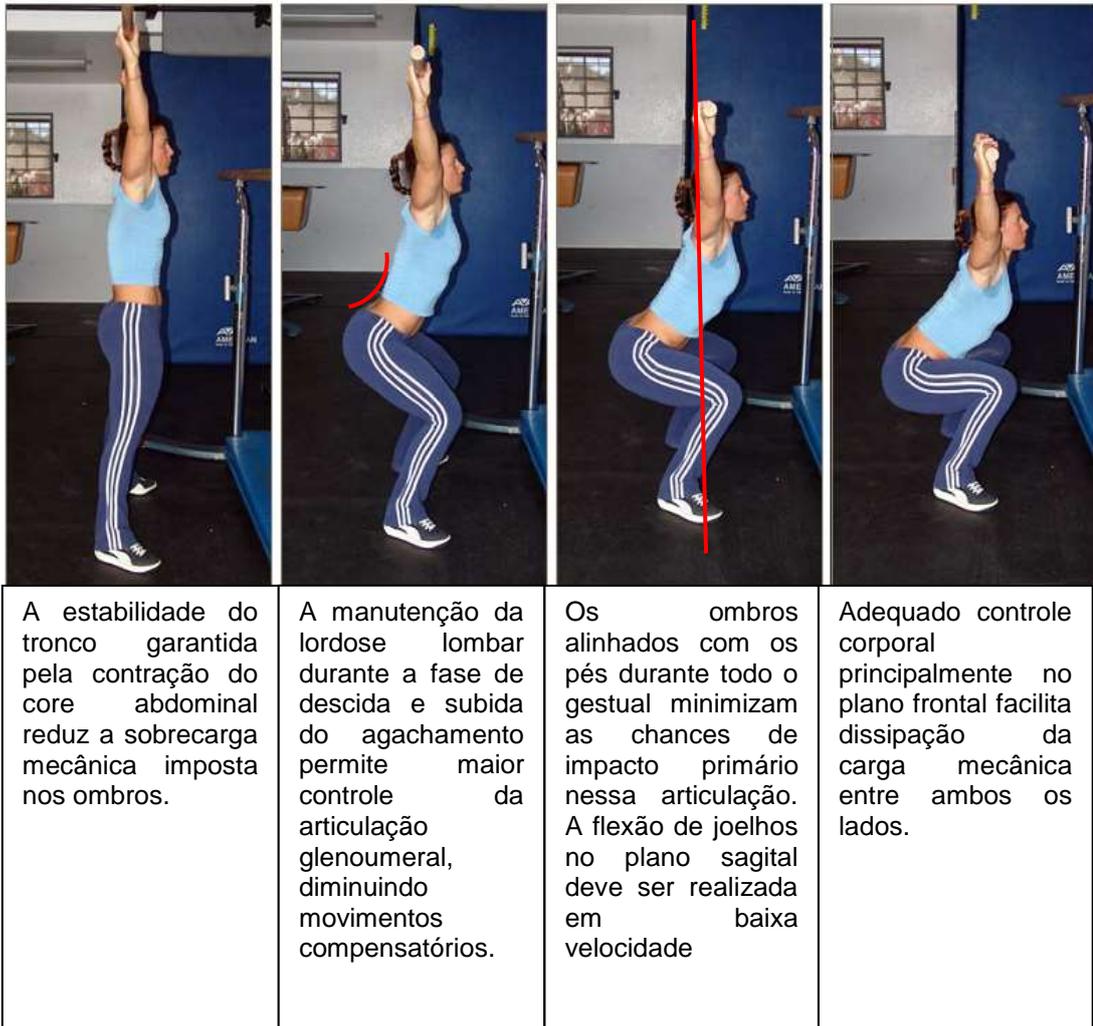
Os exercícios do *Crossfit* realizados com os membros superiores acima da cabeça ocorrem em baixas velocidades, quando comparado a movimento de lançar uma bola, como no beisebol. Sendo assim, o atleta/praticante dessa modalidade pode se beneficiar do controle da execução do gestual esportivo com eficiência. Análise criteriosa deve ser realizada nos membros inferiores e tronco à procura de alterações, como instabilidade de tornozelo. Modificações essas, que podem gerar padrões de movimentos inadequados ao se praticar o esporte, independente da correção do próprio atleta. A seguir serão demonstrados os cuidados necessários para a execução correta dos principais movimentos realizados com os ombros acima de 90° do *Crossfit* (Fig.12, 13, 14 e 15). A figura 16 exemplifica como alterações presentes na cadeia cinética, como baixo controle lombo-pélvico, podem estar presentes em um movimento do *Crossfit* (*push jerk*).

Figura 12: Shoulder Press



Fonte: Adaptado de THE CROSSFIT LEVEL 1 TRAINING GUIDE, 2002⁷

Figura 13: Overhead Squat



Fonte: Adaptado de THE CROSSFIT LEVEL 1 TRAINING GUIDE, 2002'

Figura 14: Push press



Ativação dos músculos do core abdominal é fundamental para a transmissão de forças durante todas as fases do movimento.

A força necessária para o movimento de flexão dos ombros e extensão de cotovelos no plano sagital provém da manutenção da estabilidade dos membros inferiores durante o movimento de extensão de quadris e joelhos.

Ao levantar a barra acima da cabeça, deve-se manter os membros superiores simétricos no plano frontal. Os ombros alinhados com os pés evita movimentos compensatórios que poderiam favorecer o impacto primário da articulação glenoumeral.

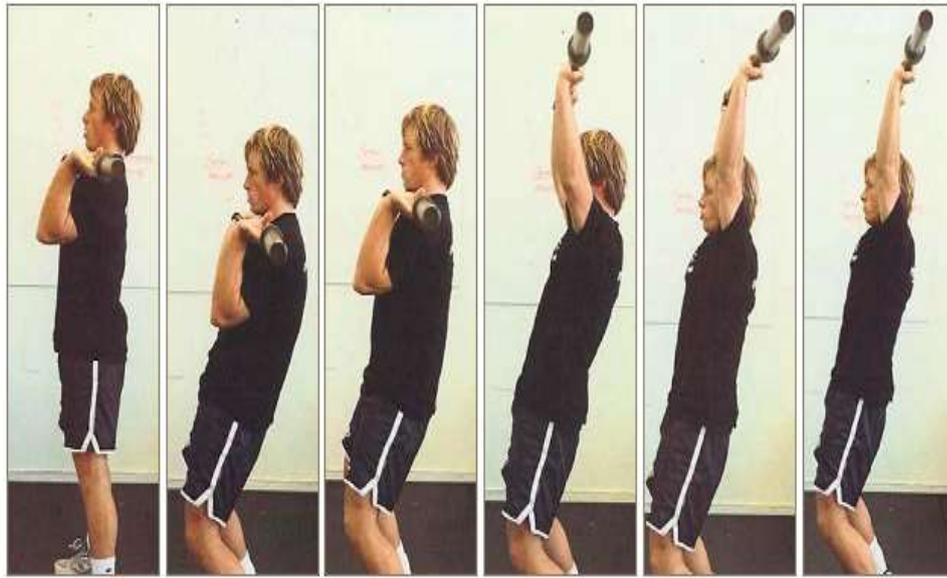
Fonte: Adaptado de THE PUSH PRESS⁷

Figura 15: Push Jerk



Fonte: Adaptado de THE CROSSFIT LEVEL 1 TRAINING GUIDE, 2002⁷

Figura 16: Movimentos compensatórios durante o *press jerk*.



Deslocamento anterior anormal do quadril (antepulsão pélvica) ocorrendo devido ao baixo controle lombo-pélvico durante o *push jerk*. Esse movimento compensatório pode facilitar a sobrecarga mecânica nos ombros.

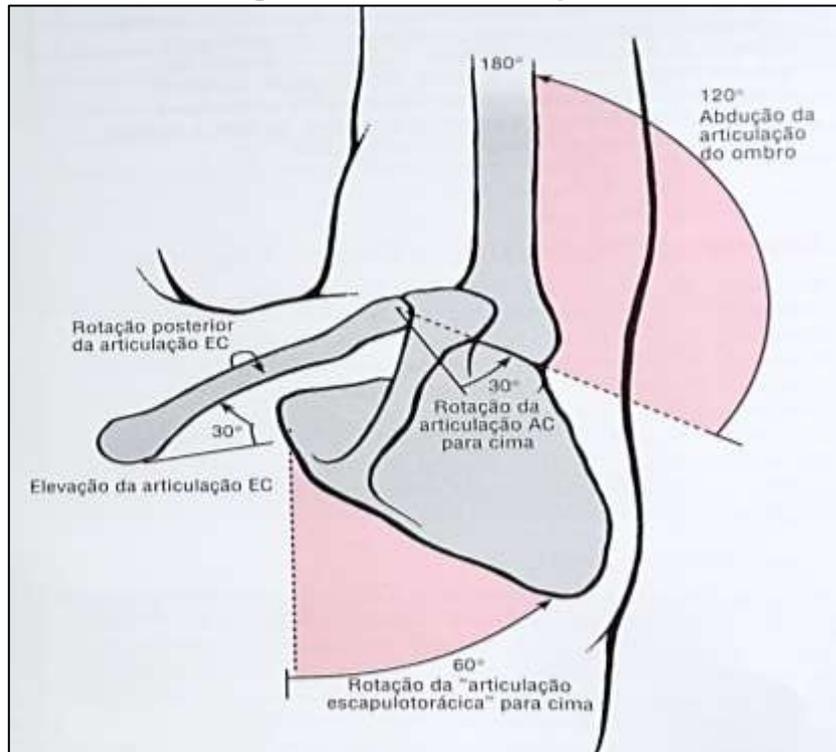
Fonte: Adaptado de **THE CROSSFIT LEVEL 1 TRAINING GUIDE, 2002**⁷

5.2 Avaliação da discinesia escapular.

Os resultados da revisão da literatura realizada demonstraram que a discinesia escapular foi uma das principais variáveis que favorecem o surgimento de lesões nos ombros. Para a realização de um programa preventivo voltado a articulação a essa articulação, o fisioterapeuta esportivo deve identificar a real presença da discinesia escapular. No ombro saudável, um arco completo de 180° de abdução do ombro no plano frontal é resultante de 120° de abdução da articulação glenoumeral e 60° de rotação para cima da articulação “escapulotorácica” (articulação esternoclavicular e acromioclavicular). Esse movimento é denominado ritmo escapuloumeral (Fig. 17). A análise da interação entre as articulações e músculos, durante esse gesto fornece informações a respeito de modificações na movimentação normal da escápula e quais tecidos necessitam de intervenção. O ritmo escapuloumeral e os exercícios do *Crossfit* executados com os membros superiores em posições acima de 90°, em sua maioria, ocorrem em cadeia cinética aberta. Portanto, a utilização desse método de avaliação da discinesia escapular nos atletas dessa modalidade torna-se de grande valia, ao aproximar a avaliação da realidade do esporte.

Ao comparar um lado com o outro o examinador deve procurar assimetrias. O excesso de elevação da escápula pode indicar hiperativação do trapézio superior devido à baixa ativação e força do trapézio inferior, a rotação inferior da escápula durante abdução pode demonstrar fraqueza do serrátil anterior (Fig 18A e B). Esses foram alguns exemplos de alterações que podem estar presentes no ritmo escapuloumeral, gerando a discinesia escapular. A análise desse padrão de movimento é de grande importância, ao poder evidenciar a relação entre a ativação, fadiga e força dos músculos agonista e antagonistas da escápula de modo funcional. Após as intervenções do programa preventivo, nova avaliação do ritmo deve ser realizada para verificar a efetividade das mesmas.

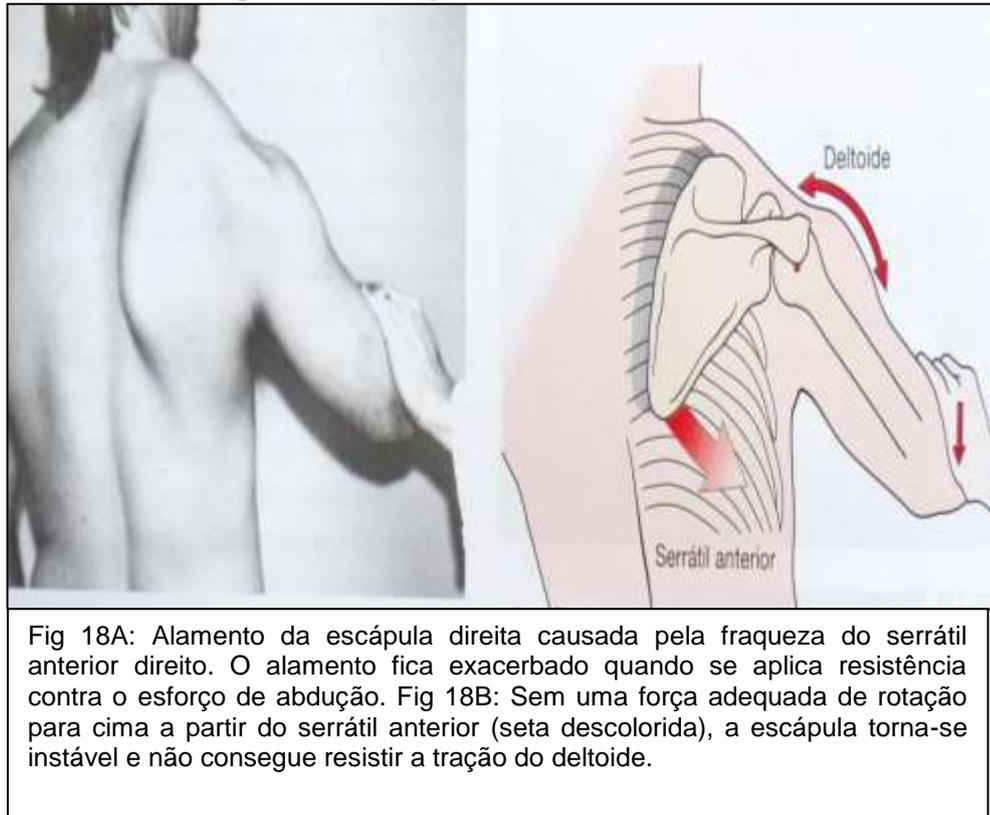
Figura 17: Ritmo escapuloumeral



Vista posterior do complexo do ombro direito após abdução de 180° do braço no plano frontal. Os 60 graus de toação para cima da "articulação escapulotorácica" e 120 graus da abdução da articulação do ombro estão sombreados em vermelho. A rotação escapular para cima está representada como uma adição de 30° de elevação da articulação esternoclavicular (EC) e 30° de rotação para cima da articulação acromioclavicular (AC). A rotação posterior da clavícula na articulação EC está representada pela seta curva em volta do osso.

Fonte: Neumann, 2005, pag. 118¹³

Figura 18: Fraqueza do serrátil anterior



Fonte: Magee, 2010, p.248¹⁴

5.3 Avaliação da função muscular

Como demonstrado anteriormente, a fraqueza, baixa resistência a fadiga e ativação dos músculos serrátil anterior, romboides e trapézio inferior é frequentemente associada à discinesia escapular. Esse conjunto de músculos são considerados os estabilizadores proximais, ou seja, estabilizam a escápula contra o tórax durante a ação de músculos que atuam na articulação glenoumeral, como o deltoide¹³. As figuras 19, 20 e 21 demonstram maneiras de testar esses músculos. O déficit de força e ativação dos músculos rotadores externos dos ombros em relação à musculatura antagonista altera a estabilidade da articulação glenoumeral. Portanto, o teste dessa musculatura também é recomendado (Fig.22). Após a execução das intervenções necessárias, novos testes devem ser aplicados para verificar a efetividade das mesmas.

Figura 19: Teste de força muscular para serrátil anterior



Indivíduo em pé com membro superior flexionado a 90°. O examinador aplica uma força para trás sobre o membro superior. Se houver alamento da borda medial da escápula é indicativo de fraqueza de serrátil anterior.

Fonte: Fonte: Magee, 2010, p.318¹⁴

Figura 20: Teste de força muscular para trapézio inferior



Indivíduo posicionado em decúbito ventral, com o membro superior abduzido a 120° e ombro rodado lateralmente. O examinador aplica uma resistência contra extensão diagonal e verifica a ocorrência de retração escapular que, em geral, deve ocorrer. Se houver protração escapular indica fraqueza de trapézio inferior.

Fonte: Magee, 2010, p.317¹⁴

Figura 21: Teste de força muscular para romboídes.



Indivíduo em decúbito ventral, com o membro superior a ser testado atrás do corpo, de modo a posicionar a mão do lado o oposto. Em seguida o examinador coloca o polegar na parte inferior da escápula, ao solicitar que eleve o antebraço e mão para longe do corpo. Se o polegar for empurrado para longe, os romboídes estão normais.

Fonte: Magee, 2010, p.316¹⁴

Figura 22: Teste de força muscular para infraespinhoso (rotadores externos)



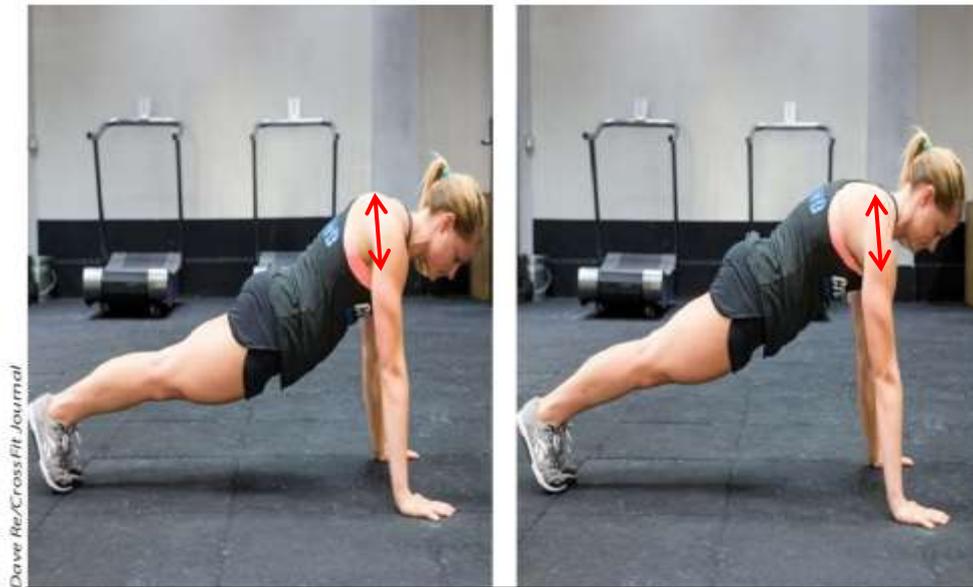
Indivíduo em pé com o membro superior ao lado corpo, cotovelo a 90°e o úmero rodado medialmente. O examinador aplica uma força medial, contra a qual o individuo opõe uma resistência. Se o mesmo não resistir ao movimento ou apresentar dor, o teste é considerado positivo.

Fonte: Magee, 2010, p.314¹⁴

5.4 Aumento de força, resistência à fadiga e correção nos padrões de ativação muscular.

Uma vez identificado o músculo a ser trabalhado dentre as variáveis, aumento da resistência à fadiga, força e/ou dos padrões de ativação musculares, o fisioterapeuta esportivo direciona o programa preventivo. Utilizando os mesmos exercícios e ao alterar alguns parâmetros de treinamento, como o número de repetições, pode-se trabalhar tanto a força e ativação muscular e também a resistência a fadiga. As figuras 23, 24 e 25 demonstram exercícios para os músculos serrátil anterior, romboídes e trapézio inferior, respectivamente. A realização dessas atividades podem auxiliar na correção da discinesia escapular. A figura 26 apresenta exercícios para os músculos rotadores externos da glenoumeral. Como demonstrado, esses músculos apresentam-se estar frequentemente em desequilíbrio com a musculatura antagonista.

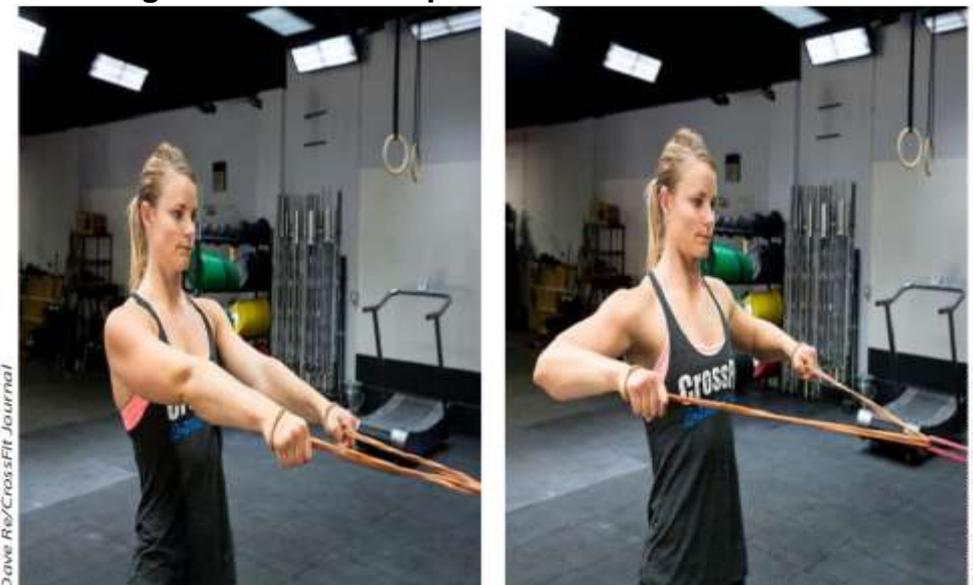
Figura 23: Push- Ups o músculo serrátil anterior



O *Push-Up* é um dos exercícios mais comuns do treino de Crossfit. A realização do movimento de protração (seta vermelha) de ombros em cadeia fechada é uma das formas mais eficazes de se exercitar o músculo serrátil anterior. A utilização de base instável sobre os pés pode ser uma das maneiras de evolução do exercício.

Fonte: Adaptado de THE OPTIMAL SHOULDER, 2014⁸.

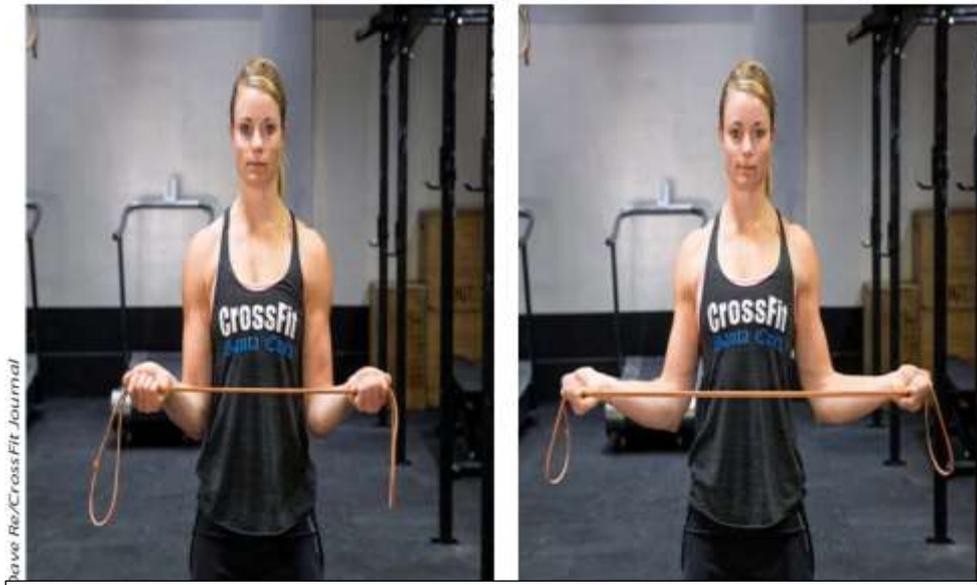
Figura 24: Exercício para os músculos romboídes



Os músculos romboídes são um dos principais retratores escapulares. O movimento de retração escapular utilizando um elástico como resistência pode promover ganhos de força, resistência a fadiga e também na ativação muscular.

Fonte: THE OPTIMAL SHOULDER, 2014⁸

Figura 25: Exercícios para os músculos rotadores externos.



O movimento de rotação externa da articulação glenoumeral empregando resistência elástica, em conjunto com a contração dos retratores escapulares garanti que os músculos rotadores externos sejam trabalhados em sua totalidade.

Fonte: THE OPTIMAL SHOULDER, 2014⁸

Figura 26: Exercícios para o músculo trapézio inferior



A retração e depressão escapular, em conjunto, maximiza a contração das fibras do trapézio inferior. Apoiar o tronco em uma bola do tipo de pilates é uma evolução desse exercício.

Fonte: Adaptado de THE OPTIMAL SHOULDER, 2014⁸

5.5 Avaliação e correção das alterações na flexibilidade

Déficits na flexibilidade de diversas estruturas dos ombros podem predispor essa articulação a discinesia escapular e instabilidade, conseqüentemente, a lesão^{34, 35, 38}. A presença de limitação de rotação interna e espessamento de cápsula posterior são alguns exemplos dessas alterações que foram relatadas na presente revisão. Durante a avaliação o fisioterapeuta esportivo deve testar se os músculos peitoral maior e menor (Fig. 27A e B) estão com a flexibilidade adequada. As mesmas posições dos testes de encurtamento podem ser utilizadas para alongar esses tecidos. Déficits na rotação interna de ombro estão relacionados com a instabilidade anterior da articulação glenoumeral e a presença de discinesia escapular. A mensuração da amplitude se torna importante quando o objetivo é prevenir essas alterações (Fig.28). Os tecidos que apresentarem respostas positivas aos testes de encurtamento devem ser submetidos a atividades para ganhos na flexibilidade, como sessões de alongamentos. A figura 29 ilustra como o alongamento da cápsula posterior deve ser realizado. A realização de novas mensurações durante o programa preventivo fornece dados sobre a eficácia das intervenções aplicadas.

Figura 27A e B: Teste de encurtamento e alongamento dos músculos peitoral maior e menor.



Fig. 27A: Indivíduo em decúbito dorsal e dedos entrelaçados atrás da cabeça. O examinador abaixa os membros superiores até que os cotovelos toquem na maca. Se os cotovelos não atingirem a mesa, o teste é positivo. Esse movimento também pode ser utilizado para alongar o peitoral maior. Fig, 27B: Examinador coloca a palma da mão sobre o processo coracoíde e o empurra em direção a maca. Se o movimento ocorrer com desconforto para o paciente e a escápula não repousar facilmente sobre a maca, o teste é positivo. Alongamento desse músculo pode ser realizado da mesma maneira que o teste é realizado.

Fonte: Magee, 2010, p.319¹⁴

Figura 28: Mensuração do encurtamento da cápsula posterior.



Mensuração da amplitude de rotação interna da glenoumeral é realizada com o indivíduo em decúbito dorsal com o ombro testado abduzido a 90° sobre a maca e cotovelo a 90° de flexão. A escápula é estabilizada pelo examinador que, ao mesmo tempo, avalia a amplitude rotação interna disponível. Se houver diferença maior que 25° é considerado positivo para o GIRD (déficit de rotação interna da glenoumeral).

Fonte: Todd, 2002, p. 2048⁴⁶.

Figura 29: Alongamento da capsula posterior de ombro.



A manutenção do tronco sobre o ombro estabilizando a articulação glenoumeral com o cotovelo flexionado. Rotação interna passiva é então aplicada ao membro até sentir resistência.

Fonte: Sunil, 2009, p.274³¹

Quadro 2 – Resumo do programa de prevenção nos ombros voltado aos atletas de *Crossfit*

Fator modificável	Avaliação	Intervenção
Alterações na cadeia cinética e gestual esportivo inadequado	Análise da execução do gestual esportivo. Ao se detectar alterações deve-se avaliar a presença de modificações presentes nos membros inferiores e tronco.	Correção dos padrões de movimento durante a execução do exercício. Caso necessário, intervenções na cadeia cinética devem ser realizadas. Ex: aumento da estabilidade de tornozelo.
Discinesia escapular	Análise da ativação muscular e movimentos compensatórios realizados durante o ritmo escapuloumeral.	Correção das alterações verificadas que determinam a presença da discinesia, como a fraqueza de serrátil anterior.
Deficits na força, ativação e fadiga muscular	Teste de função e análise das dominâncias musculares evidenciadas no ritmo escapuloumeral.	Realização de atividades que promovam o aumento da força, resistência a fadiga e ativação muscular.
Limitação da rotação interna de ombro	Avaliação amplitude de movimento de rotação interna da articulação glenoumeral.	Alongamento da cápsula posterior.
Alterações de flexibilidade dos músculos peitoral maior e menor	Avaliação de encurtamentos através de testes de flexibilidade para o peitoral maior e menor.	Sessões de alongamento nos tecidos encurtados.

Fonte: Elaborado pelo autor

5.6 Execução do programa de prevenção de lesões no *Crossfit*.

O sucesso do programa de prevenção de lesões proposto depende da adesão dos praticantes, do *coach* e de todos aqueles envolvidos com a modalidade esportiva. Ao seccionar o programa preventivo em etapas, sua aplicabilidade poderá ocorrer em sessões alternadas dentro da rotina de aquecimento e alongamentos, geralmente, realizada antes do treino. Sendo assim, a execução das estratégias preventivas torna-se facilitada ao reduzir o tempo diário gasto com a execução das intervenções ao mesmo tempo introduzindo-as dentro do contexto do esporte.

6 CONCLUSÃO

Lesões musculoesqueléticas geralmente apresentam como característica serem de origem multi-fatorial, ou seja, uma única alteração biomecânica dificilmente desencadeia o processo patológico. Indivíduos que praticam atividades físicas são mais propensos a essa ocorrência. O fisioterapeuta esportivo é o profissional que desenvolve, avalia e aplica estratégias preventivas que possibilitem ao atleta reduzir a prevalência ou mesmo a severidade das lesões musculoesqueléticas.

O *crossfit* é um programa de condicionamento físico que tem despertado grande popularidade. Esse esporte apresenta alta prevalência de lesões, principalmente, nos ombros. Portanto, foi feita a revisão na literatura para identificar quais os fatores biomecânicos repercutem na presença de lesões na articulação glenoumeral e também em sua redução. Alterações musculares, como fadiga, alterações de flexibilidade, desequilíbrios entre os pares de forças da musculatura antagonista e agonista de ombro e escápula e déficit na rotação interna de ombro. Excesso de movimentos repetitivos, discinesia escapular e alterações na cadeia cinética foram os principais fatores encontrados que podem predispor o ombro a lesões. A presença dessas modificações facilitam a instabilidade na articulação glenoumeral e a impaction das estruturas subacromiais. Adequação de carga de treinamento, correção da fadiga muscular e discinesia escapular, aumento da amplitude de rotação interna da articulação glenoumeral, correção das alterações presentes na cadeia cinética e na musculatura dos ombros, foram as principais estratégias preventivas relatadas.

A partir desses resultados, foi proposto o programa de prevenção de lesões em ombros para os atletas/praticantes de *Crossfit*. A execução adequada desse programa baseia-se na avaliação fisioterápica inicial e na atuação conjunta desse profissional com o *coach*. É importante que o fisioterapeuta esportivo esteja presente na realização do programa preventivo, só assim poderá se garantir sua execução e evolução correta. Futuros estudos devem investigar se a realização desse programa é realmente eficaz na redução de lesões nessa população.

REFERÊNCIAS

1 Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. The nature and prevalence of injury during *Crossfit* training. **J Strength Cond Res**. Cardiff, Nov. 2013

2 BENJAMIN, M. et al. Injury Rate and Patterns Among *Crossfit* Athletes. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, Rochester, vol. 2 n. 4, apr. 2014

3 Raske A, Norlin R. Injury incidence and prevalence among elite weight and power lifters. **Am J Sports Med**. Linköping , vol. 30, n.2, p. 248-256, mar. 2002

4 KOLT GS; KIRKBY RJ. Epidemiology of injury in elite and subelite female gymnasts: a comparison of retrospective and prospective findings. **British Journal of Sports Medicine**. Victoria,v.33, n.5 p. 312-318, oct. 1999.

5 **CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL (BRASIL)**. Resolução COFFITO Nº. 337/ 07 Brasília: COFFITO, 2007

6 MEEUWISSE, WH. et al. A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation, **Clin J Sport Med**. , Alberta May;v.17, n.3, p. 215-219, may. 2007

7 REESER, JC. et al. R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. **British Journal of Sports Medicine**, Marshfield, v.40, n.7 p.594-600, mar. 2006

8 MEDEIROS, Angela Maria. et al. **Esportes no brasil**: situação atual e propostas para desenvolvimento. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/esporte.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2015.

9 JUNGE, A; DVORAK, J. Injury surveillance in the World Football Tournaments 1998-2012. **Br J Sports Med**, Zurich, v.47, n.12, p.782-788, apr. 2013

10 SILVA, Anderson A. et al . Análise do perfil, funções e habilidades do fisioterapeuta com atuação na área esportiva nas modalidades de futebol e voleibol no Brasil. **Rev. bras. Fisioter**, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 219-226, jun. 2011

11 GLASSMAN, Greg. **The Crossfit Level 1 Training Guide** [S.l.]: v. 2. Disponível em: <http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_Seminars_TrainingGuide_012013-SDy.pdf>. Acesso em 24 nov. 2015.

12 ZACHARY, Long; BRIAN, Casto. **The Crossfit Journal: The Optimal Shoulder**, Waxhaw, sep. 2014. Disponível em: < http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_2014_09_Shoulder_Long3.pdf

13 NEUMANN, Donald A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação**. 2°. ed. Rio de Janeiro: Guanaba Koogan, 2006. 593 p

14 MAGEE, David J. **Avaliação musculoesquelética**. 5°. ed. Barueri.: Manole, 2010. 1014. 231 p.

15 BELLING, Sorensen, AK; JORGENSEN, U. Secondary impingement in the shoulder an improved terminology in impingement. **Scand J Med Sci Sports**. Copenhagen; v.10, n.5, p. 266-278, oct. 2000.

16 REINOLD, Michael M. et al. Current concepts in the evaluation and treatment of the shoulder in overhead throwing athletes, part 2: injury prevention and treatment. **Sports Health**. Massachusetts, v.2, n.2, p.101-115, mar 2010.

17 LAUERSEN, Jeppe Bo; BERTELSEN, Ditte Marie; ANDERSEN, Lars Bo. **The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials** Br J Sports Med Copenhagen, v. 48, n:11, p. 871-877, oct. 2014;

18 POLINDER S. et al. Trends in incidence and costs of injuries to the shoulder, arm and wrist in The Netherlands between 1986 and 2008. **BMC Public Health**. Rotterdam, v.1, n. 513-531, jun. 2013

19 MAGEE, D.M. **Prática da reabilitação musculoesquelética**. São Paulo: Manole, 2013. 818 p.

20 PARKKARI, J. Kujala UM, Kannus P. Is it possible to prevent sports injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work. **Sports Med**. Kekkonen, v. 31, n.14, p.985-95, 2001

- 21 LIMA, Costa. et al. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 12, n. 4, dez. 2003 .
- 22 EDMONDS, EW; DINGERINK, DD.. Common conditions in the overhead athlete. *Am Fam Physician*. San Diego, v. 89, n.7, p. 537-541, apr. 2014
- 23 Wilk ,KE. et al. Shoulder injuries in the overhead athlete. **J Orthop Sports Phys Ther**. Birmingham, v.39, n.2, p.38-35, feb 2009
- 24 KINSELLA, SD. et al. The thrower's shoulder. **Orthop Clin North Am**. [S.l.]. v.45, n.3, p.387-401, jul. 2014
- 25 SHAFFER B; HUTTMAN D. Rotator cuff tears in the throwing athlete. **Sports Med Arthrosc**. Washington, v.22, n.2, p.101-119, jun. 2014.
- 26 Rokito, SE. et al. SLAP lesions in the overhead athlete. **Sports Med Arthrosc**. Santa Barbara, v.22, n.2, p.110-116, jun. 2014
- 27 SPIEGI, UJ; WARTH, RJ; MILLETT, PJ. Symptomatic internal impingement of the shoulder in overhead athletes. **Sports Med Arthrosc**. Vail, v. 22, n.2, p.120-129, jun. 2014
- 28 KIBLER, WB; THOMAS, SJ. Pathomechanics of the throwing shoulder. **Sports Med Arthrosc**. Lexington, v.20, n.1, p.22-29, mar. 2012
- 29 BURKHART, SS; MORGAN, CD; KIBLER. WB. Shoulder injuries in overhead athletes. The "dead arm" revisited. **Clin Sports Med**. Houston, v. 19, n.1, p.125-58. jan, 2000
- 30 Benton, E. et al. Clinical Sports Medicine Update: Internal Impingement of the Shoulder **Am J Sports Med**. New York, v.37, p. 1024-1037, may. 2009.
- 31 AUPLISH, Sunil; FUNK, Lennard. Rotator cuff tears in athletes. **British Journal of Hospital Medicine**. Wigan v.70, n.5, p. 271-275, may. 2009
- 32 BURKHART, SS; MORGAN, CD; KIBLER, WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. **Arthroscopy**. San Antonio, v.19, n.4, p.404-202, apr. 2003r

33 BORSA, PA; LAUDNER, KG; SAUERS EL. Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete: a theoretical and evidence-based perspective. **Sports Med.** Gainesville, v.38, n.1, p.17-36, 2008

34 NG, GY; LAM, PC. A study of antagonist/agonist isokinetic work ratios of shoulder rotators in men who play badminton. **J Orthop Sports Phys Ther.** Hong Kong, v. 32, n. 8, aug. 2002

35 COOLS, A. et al. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. **British Journal of Sports Medicine.** Ghent. V. 38, n.1, 64-68.

36 TRIPP, BL; YOCHER, EM; UHL, TL. Functional Fatigue and Upper Extremity Sensorimotor System Acuity in Baseball Athletes. **Journal of Athletic Training.** Miami, v.42, n.1, p. 90-98, mar, 2007

37 Thomas, SJ. et al. A bilateral comparison of posterior capsule thickness and its correlation with glenohumeral range of motion and scapular upward rotation in collegiate baseball players. **J Shoulder Elbow Surg.** Philadelphia, v.20, n.5, jul. 2011.

38 Joshi, M. et al. Shoulder external rotation fatigue and scapular muscle activation and kinematics in overhead athletes. **J. Athl Train. Sydney,** v.46, n.4, aug. 2011.

39 Reeser JC, Joy EA, Porucznik CA, Berg RL, Colliver EB, Willick SE. Risk factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction. **PM R.** Marshfield. 2010 Jan;2(1):27-36.

40 MOHSENI-BANDPEI, MA. et al. Shoulder pain in Iranian elite athletes: the prevalence and risk factors. **J Manipulative Physiol Ther.** Teraã, v.35, n.7, p. 541-548, sep. 2012.

41 ZANCA, GG et al. Functional torque ratios and torque curve analysis of shoulder rotations in overhead athletes with and without impingement symptoms. **J Sports Sci.** São Carlos, v. 29, n.15, p. 1603-1611, dec.2011.

42 Cools, AM. et al. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. **Scand J Med Sci Sports.** Ghent, v.17, n.1, p.25-33, feb 2007.

43 KAWASAKI, T. et al. Does scapular dyskinesis affect top rugby players during a game season? **J Shoulder Elbow Surg.** Tokio, v.21, n.6, p. 709-714, jun. 2014.

44 NIEDERBRACHT ,Y. et al. Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric external rotator muscle strength and glenohumeral joint imbalance in female overhead activity athletes. **J Strength Cond Res.** Indiana, v.22, n.1, p. 140-145. jan. 2008.

45 KISNER, Carolyn; COLBY, Lynn Allen. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas.** 4. ed. Barueri: Manole, 2005. 841 p.

46 ELLENBECKER, TS. et al. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. **Med Sci Sports Exerc,** v.34, n.12, p.2052-2056, dec. 2002.