

COMPARAÇÃO DA RAZÃO DA FORÇA EXCÊNTRICA-CONCÊNTRICA DOS ROTADORES DO OMBRO ENTRE JOGADORES DE ANEBOL E FUTSAL

Raquel Leal Loureiro¹, Rui Soles Gonçalves² e Raúl Oliveira³

¹ ESTeSC, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal; raquelealoureiro@gmail.com

² ESTeSC, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal; ruigoncalves@estescoimbra.pt

³ FMH, Universidade de Lisboa, Portugal; raulov@netcabo.pt

PALAVRAS CHAVE: Dinamómetro Isocinético, Razão de Força, Músculos Rotadores do Ombro, Andebol, Futsal

RESUMO:

Introdução: A razão concêntrica-concêntrica da força dos rotadores do ombro (razão convencional) está estudada em atletas, com movimentos do membro superior em que a mão percorre trajetórias acima da cabeça, no entanto, existe pouca informação sobre a razão excêntrica-concêntrica (razão funcional). Existe uma lacuna de dados relativos às razões de força no ombro em modalidades de predomínio do membro inferior e pouca informação acerca do torque em momentos angulares específicos.

Objectivo: Determinar a diferença entre a razão funcional dos rotadores do ombro dominante em jogadores de andebol e futsal. Determinar as razões de força, em momentos angulares específicos.

Metodologia: Foi medido o pico torque dos rotadores do ombro em acções concêntricas e excêntricas e o torque a 30° de rotação interna, 0° de rotação e 45° de rotação externa do ombro, em 39 homens (20 do andebol e 19 do futsal) a 60, 120 e 180 %, utilizando um dinamómetro isocinético, Biodex.

Resultados e Discussão: Os jogadores de andebol apresentaram razões de força significativamente inferiores aos jogadores de futsal ($0,98 \pm 0,21$ N·m versus $1,18 \pm 0,24$ N·m; $0,97 \pm 0,17$ N·m versus $1,10 \pm 0,16$ N·m; $1,10 \pm 0,22$ N·m versus $1,35 \pm 0,32$ N·m, razões funcionais, no andebol versus futsal, a 60, 120 e 180%, respectivamente). Tal como razões mais baixas em momentos angulares específicos. As exigências físicas relacionadas com a corrida no futsal, poderão contribuir para o aumento da força dos rotadores externos do ombro.

Conclusão: Os jogadores de andebol deste estudo apresentam ou um aumento da força concêntrica dos rotadores internos ou uma diminuição da força excêntrica dos rotadores externos (ou ambos), quando comparados com os jogadores de futsal. Incrementar a força excêntrica dos rotadores externos do ombro, poderá ajudar a prevenir lesões do ombro, através do ganho de um maior equilíbrio muscular.

1 INTRODUÇÃO

1.1 REVISÃO DA LITERATURA

Em desportos como baseball, ténis, vólei-bol, a maioria dos gestos técnicos dominantes enquadram-se numa categoria de movimentos do membro superior, em que a mão descreve trajectórias por cima da cabeça [1]. Designados na literatura anglo-saxónica, como *overhead athletes* [2-5].

Estes desportos que requerem lançar/bater uma bola, exigem uma elevada potência muscular, um grande controlo neuromuscular e atingem-se velocidades de execução muito elevadas, gerando grandes forças sobre a articulação do ombro [5].

O andebol é uma destas modalidades que integra movimentos, como o passe curto, passe longo e remate. Estas actividades obedecem a uma sequência de acções designada por “ciclo de lançamento” [6]. Para realizá-las é necessário um movimento combinado de abdução horizontal e rotação externa e posteriormente adução horizontal e rotação interna.

Para melhorar a *performance*, estes atletas apresentam um conjunto de adaptações morfo-funcionais [5]. Como a deslocação do arco de rotação do ombro para trás, adquirindo uma maior amplitude de rotação externa, em detrimento de uma menor amplitude de rotação interna, no membro superior dominante (MSD) [2, 5, 7-10]. Ocorrem adaptações ósseas (maior retroversão da cabeça do úmero) [11-12], laxidão da cápsula antero-inferior da glenoumeral [5], aumento da força dos rotadores internos (RI), adutores do ombro e depressores da omoplata e diminuição da força dos rotadores externos (RE), entre outros [5].

A presença de um bom equilíbrio muscular entre agonistas e antagonistas é importante para uma boa estabilização dinâmica do ombro [5]. Para haver esse equilíbrio é necessário que os RE tenham pelo menos 65% da força dos RI, e que a razão RE/RI esteja entre 66% e 75% [13]. A existência

de défices ou desequilíbrios musculares está associada a um elevado número de lesões na articulação do ombro [14]. As lesões e/ou os sintomas de sobreuso no ombro são frequentes nestas modalidades [5, 15-16].

A razão de força antagonista/agonista pode ser estudada de forma convencional ou funcional. A razão funcional dos rotadores do ombro, dado pelo rácio do *pico torque* (PT) dos RE, a trabalhar excêntricamente (ecc), sobre o *pico torque* dos RI, a trabalhar concêntricamente (con), doravante “RE ecc/ RI con”. Esta razão tem um maior significado ecológico, do que a razão convencional (dada pelo PT dos RE e RI a trabalhar concêntricamente, RE con/ RI con) e é preditora do equilíbrio muscular. Através da análise electromiográfica foi possível verificar que, durante actividades desportivas, os músculos agonistas (RI) produzem movimento através da sua acção concêntrica para levar o membro superior para a frente, de modo a imprimir velocidade à bola, enquanto os antagonistas (RE), produzem trabalho excêntrico para controlar a acção dos agonistas, prevenir a sobrecarga do ombro e centrar a cabeça do úmero [17-19].

Noffal[15] demonstrou que a razão funcional é menor no MSD, nos atletas de modalidades em que há o lançamento de uma bola, comparativamente com a população que não o faz. Byram *et al.* [20] demonstraram que quanto maior é a razão RE/RI, menor é a probabilidade de ter uma lesão relacionada com o movimento de arremessar a bola no baseball. Comparativamente, os jogadores com menor força de supra-espinhoso ou RE têm uma maior probabilidade de ter uma lesão e que os jogadores com menor força dos RI têm menor probabilidade.

1.2 ENQUADRAMENTO

Existem muitas formas de avaliar a força muscular, sendo uma dessas o uso do dinamómetro isocinético (DI). O DI é um instrumento válido e fiável na avaliação da

força concêntrica e excêntrica dos rotadores do ombro [21-24].

Por haver um maior número de estudos até à data que aferiram a razão convencional, esta foi também caracterizada neste estudo. A comparação das razões de força em jogadores de andebol com praticantes de futsal, prende-se com algumas semelhanças das modalidades: mesmo recinto de jogo, idêntico número de jogadores de campo (7 no andebol versus 5 no futsal). Assim, a comparação é entre indivíduos com um condicionamento físico semelhante, uma vez que a maioria dos artigos compara os *overhead athletes*, com a população sedentária [14, 25-26].

Objectivos: Comparar as razões funcional e convencional, do MSD, a 60, 120 e 180°/s, nos dois grupos; Comparar as razões funcional e convencional do MSD, em três momentos angulares (30° rotação interna, 0° de rotação e 45° de rotação externa), nas diferentes velocidades, nos dois grupos.

A pertinência deste estudo centra-se em disponibilizar dados que possam ajudar a fundamentar a tomada de decisão do clínico, tanto na avaliação, como no tratamento/prevenção de lesões, ou mesmo na optimização da *performance* dos atletas das modalidades em estudo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A população em estudo foi composta por indivíduos de género masculino, com idade igual ou superior a 18 anos, federados em andebol ou futsal.

Foi obtido o consentimento informado, livre e esclarecido.

Para a constituir a amostra os sujeitos foram divididos em dois grupos, G1 com 20 jogadores de andebol e G2 com 19 jogadores de futsal. Seleccionados de acordo com seguintes critérios. Critérios de inclusão: Ser federado em andebol ou futsal; Nível competitivo amador ou semi-profissional; Nível desportivo: local ou nacional; Pertencer ao género masculino; Ter idade igual ou superior a 18 anos.

Critérios de exclusão: Ter sofrido qualquer patologia e/ou sintomatologia respeitante a gleno-umeral e/ou escápulo-torácica, nos 12 meses anteriores ao estudo; Ter dor e/ou desconforto no MSD no momento do consentimento informado, ou no momento da avaliação; História anterior de cirurgia no membro em teste.

As avaliações decorreram durante a segunda metade da época desportiva, 2012-2013, no laboratório da Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Coimbra e na Unidade de Medicina Desportiva e de Controlo de Treino, integrada no Centro de Alto Rendimento do Jamor.

Todos os participantes foram informados a não realizarem um treino centrado na preparação física, no dia anterior à avaliação. Primeiro foi avaliada a força concêntrica dos RI e RE e só depois a força excêntrica. Na avaliação da força excêntrica foi usado o modo reactivo. O torque máximo atingível estipulado foi de 150 N·m, portanto o sujeito para iniciar o teste, tinha de realizar 15N·m.

Os testes foram realizados às velocidades de 60°/s, 120°/s e 180°/s (por esta ordem).

A posição de teste para avaliar a força máxima dos rotadores do ombro não é unânime. Face à diversidade de protocolos Forthomme *et al.* [22] compararam a reproductibilidade e a fiabilidade da avaliação da força isocínética dos rotadores do ombro, em três diferentes posições, a 60°/s e 240°/s. Os autores concluíram que deve ser usada a posição de decúbito dorsal, ombro a 90° de abdução no plano frontal, com o cotovelo flectido a 90°. Foi adoptada a sugestão destes autores.

Esta posição, apesar de ser em decúbito dorsal, apresenta semelhanças com o gesto técnico de lançamento do andebol, como afirma, Andrade *et al.* [27] nomeadamente os 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo. É a posição mais usada na literatura [16, 18, 28-29].

Para se proceder ao teste na posição descrita, usando o dinamómetro *Biodex*

Medical System 3Pro®, foi necessário, deitar as costas da cadeira em posição 0°. Conforme as características antropométricas do sujeito, foi necessário ajustar a altura da cadeira; a altura da pega do antebraço; a posição da cadeira num plano horizontal, de maneira a alinhar o eixo do dinamómetro, com o centro de rotação da articulação da gleno-humeral (ver imagem 1). Foi necessário também colocar a devida estabilização do tronco.



Imagem 1

Uma vez que parece interessante obter a variação do *torque* ao longo da máxima amplitude disponível, as avaliações realizaram-se numa amplitude de 145° (65° de rotação interna aos 80° de rotação externa). Todos os testes foram iniciados em rotação interna.

A correção da gravidade não é necessária, dada a posição de teste [30].

Para o controlo da desaceleração da extremidade em teste foi escolhido o zero (“*hard cushion*”), que permite reduzir a desaceleração da amplitude ao mínimo possível e potenciar o espectro de *torque* mantido à velocidade em teste [31]. É o recomendável quando se testa força [32].

Embora não tenham sido encontrados artigos na literatura sobre o *torque* em determinados momentos angulares, parece igualmente importante analisar se o equilíbrio muscular se mantém ou difere ao longo da amplitude do gesto funcional. Por essa razão e tendo em conta o gesto técnico do andebol, optou-se por verificar o *torque* a 45° de rotação externa (fase de preparação), a 0° graus de rotação do ombro (aceleração e amplitude média) e 30° de rotação interna (fase de desaceleração).

Foi realizado um aquecimento através de exercícios activos do ombro com recurso a *therabands* e *push-ups*; colocação na posição em teste; 3 repetições sub-máximas de familiarização; 5 repetições máximas; 1 minuto de intervalo; procedimento igual para a velocidade seguinte.

2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores do PT foram extraídos da base de dados do DI, num ficheiro txt, que foi analisado com o programa *Acqknowledge 4.1*. Foi realizada a suavização da curva do *torque*, através da opção “*smoothing*” a nove amostras, com a sub-opção “*mean value smoothing*”, para garantir que os valores de *torque* não são consequência de ruídos. Para garantir que os valores de *torque* se encontravam numa verdadeira velocidade isocinética foi usada uma janela acima de 95% (*windowed*).

Procedimentos estatísticos descritivos foram utilizados para caracterizar a amostra e as diferentes variáveis, em termos de tendência central. Para o processamento estatístico foi usado o *SPSS PASW Statistics 18*.

3 RESULTADOS

As variáveis isocinéticas apresentaram, globalmente uma distribuição normal no teste de *Shapiro-Wilk*, tendo sido escolhida a estatística paramétrica *T-Test*. A frequência de treinos semanal da amostra, e a experiência dos jogadores, era relativamente homogénea, sendo que 82,1% efectuava 3 treinos. Tanto o nível competitivo (25 dos 39 atletas eram amadores) como o nível desportivo (29 competiam a nível nacional) era semelhante nos dois grupos. Metade dos atletas de andebol realizavam musculação uma vez por semana, enquanto que no futsal apenas dois.

Quando analisada a razão RE con/RI con, nas três velocidades em teste, verificou-se que existe evidência estatística da diferença entre os grupos Sig. (2-tailed) $\leq 0,05$ (ver

tabela 1). E observou-se que as razões são sempre mais baixas no G1.

Tabela 1 - Comparação da média, desvio padrão (DP) da razão convencional

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE con/RI con a 60°/s	p = ,015	,77	,15	,90	,18
RE con/RI con a 120°/s	p = ,049	,72	,12	,82	,16
RE con/RI con a 180°/s	p = ,016	,74	,14	,88	,21

Quanto à razão funcional, verificou-se que também existe uma diferença significativa entre G1 e G2 (Sig. \leq 0,05). Sendo muito significativa a 60°/s e 180°/s, Sig. \leq 0,01 (ver tabela 2). Verificou-se que a razão funcional foi novamente sempre mais baixa no G1.

Tabela 2 - Comparação da média, DP da razão funcional

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE ecc/RI con a 60°/s	p = ,008	,98	,21	1,18	,24
RE ecc/RI con a 120°/s	p = ,044	,97	,17	1,10	,16
RE ecc/RI con a 180°/s	p = ,007	1,10	,22	1,35	,32

Seguidamente, apresenta-se as razões convencional e funcional, não do PT, mas sim do *torque* em certos momentos angulares.

Verificou-se que a 180°/s, na posição de 30° de rotação interna, 20 dos 39 sujeitos não conseguiram obter um torque válido dos RI em contração ecc. E na posição de 45° de rotação externa, à mesma velocidade angular, 17 sujeitos não conseguiram obter um torque válido na contração ecc dos RE.

Quando analisadas as razões convencional e funcional a 60°/s, verificou-se que tanto a 0° de rotação do ombro, como a 45° de rotação externa, existe uma diferença significativa, e que é muito significativa a 0° de rotação. A 30° de rotação interna não existe uma

diferença significativa entre G1 e G2. Nos três momentos angulares, a razão do grupo de andebolistas foi mais baixa que no grupo de jogadores de futsal (ver tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Comparação da média e DP da razão convencional, por momento angular a 60°/s

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (N.m)	DP	Média (N.m)	DP
RE con/RI con a 30° rot int	p = ,140	,77	,22	,86	,17
RE con/RI con a 0° de rot	p = ,010	,76	,15	,90	,19
RE con/RI con a 45° rot ext	p = ,023	,80	,16	,97	,27

Tabela 4 - Comparação da média e DP da razão funcional, a 60°, por momento angular

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE ecc/RI con a 30° de rot int	p = ,252	,81	,20	,89	,23
RE ecc/RI con a 0° de rotação	p = ,010	,90	,20	1,10	,27
RE ecc/RI con a 45° de rot ext	p = ,022	1,07	,26	1,31	,37

Analisando a razão convencional a 120°/s, por momentos angulares, verifica-se que apenas a 30° de rotação interna, a diferença entre grupos é significativa. No entanto, mantém-se a razão de menor valor para G1.

Tabela 5 - Comparação da média e DP da razão convencional a 120°/s, por momento angular

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE con/RI con a 30° de rot int	p = ,028	,73	,15	,91	,26
RE con/RI con a 0° de rotação	p = 0,061	,70	,11	,79	,15
RE con/RI con a 45° de rot ext	p = ,395	,80	,18	,88	,28

Em oposição a todos os resultados anteriores, quando se observa o comportamento das variáveis funcionais a 120°/s, por momento angular, verifica-se

que em nenhum momento a diferença entre G1 e G2 é significativa (ver tabela 6).

Tabela 6 - Comparação da média e DP da razão funcional, a 120°/s por momento angular

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE ecc/ RI con a 30° de rot int	p = ,255	,79	,20	,91	,36
RE ecc/ RI con a 0° de rotação	p = ,302	,93	,17	1,01	,27
RE ecc/ RI con a 45° de rot ext	p = ,079	1,10	,25	1,30	,35

Quanto à última velocidade, verificou-se que o momento angular de 0° de rotação do ombro, foi o único em que razão convencional apresentou uma diferença entre grupos significativa (ver tabela 7).

Tabela 7 - Comparação da razão convencional, a 180°/s, por momento angular

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE con/ RI con a 30° de rot int	p = ,068	,79	,25	1,03	,52
RE con/ RI con a 0° de rotação	p = ,021	,74	,20	,95	,32
RE con/ RI con a 45° de rot ext	p = ,228	,80	,22	,90	,30

Por fim, analisando a razão funcional, a 180°/s nos três momentos, observa-se que apenas a 30° de rotação interna a diferença entre grupos é significativa (ver tabela 8). Como se verificou para todas as razões, em todas as velocidades e nos diferentes momentos angulares, G1 apresentou sempre valores mais baixos (ver tabelas 1-8).

Tabela 8 - Comparação da razão funcional, a 180°/s, por momento angular

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE ecc/ RI con a 30° de rot int	p = ,043	,91	,29	1,29	,73
RE ecc/ RI con a 0° de rotação	p = ,058	1,10	,22	1,47	,78
RE ecc/ RI con a 45° de rot ext	p = ,26	1,28	,34	1,38	,39

4 DISCUSSÃO

Em 39 sujeitos, 20 não atingiram a velocidade angular dos 180°/s na posição angular de 30° de rotação interna no teste dos RI excêntricamente. E 17 sujeitos não atingiram a velocidade em teste, na posição angular de 45° de rotação externa a trabalhar excentricamente os RE. Levantase a questão se os indivíduos não conseguiram atingir a velocidade angular em teste, por serem amadores ou semi-profissionais, ou se, em alguns dos estudos citados onde os investigadores estudaram velocidades muito altas, os indivíduos não atingiram a velocidade em teste, mas foi possível extrair o PT.

Aconselha-se por estas razões, especial atenção na escolha das velocidades angulares e na amplitude articular em teste, perante as diferentes populações em estudo. O DI *Biodex* tem um *windowing* por defeito, onde apenas são reportados os valores acima de 70% da velocidade em teste. Na extração dos valores de torque foi aplicado o *isokinetic window* a 95%. Existem poucos artigos que indicam se aplicaram ou não, uma janela. No entanto, este cuidado, parece ser essencial, devido ao fenómeno de incremento do *torque* (“*overshoot effect*”), por causa da oscilação que ocorre próxima do final da amplitude em teste, quando se tem de iniciar o movimento oposto [33].

Wilk *et al.*, [33] estudaram a diferença entre optar por uma janela de valores ou não optar por nenhuma janela, relativamente aos dados do *torque* dos adutores e abdutores do ombro a 180°/s e a 300°/s. Estes autores concluíram que uma janela de 95%, gerava resultados estatisticamente diferentes de não usar janela. E que à medida que a velocidade aumenta, esta diferença acentua-se exponencialmente. Brown *et al.*, [31] também demonstraram que com o aumento da velocidade angular em teste, a amplitude correspondente às fases de aceleração e desaceleração aumenta significativamente e que a

amplitude em teste com uma velocidade angular em teste estável (*load range*) diminuí significativamente ($p < 0,05$).

Durante a extração dos valores de *torque* na velocidade de 180°/s, foi possível observar que alguns dos valores extraídos ainda pertenciam à fase de aceleração ou desaceleração.

Brown *et al.* [31] recomendaram que só se considerem valores que estejam a 100% da velocidade escolhida, advogando que nenhuma máquina consegue oferecer uma resistência correcta, abaixo da velocidade seleccionada. É necessário que todos os investigadores nesta área comecem a usar uma janela para seleccionar os valores considerados na *load range*. É igualmente importante realizar estudos que permitam perceber qual a melhor janela para garantir valores verdadeiramente isocinéticos.

Para além de seleccionar uma janela é possível suavizar a curva dos valores de torque. É igualmente importante explicitar se determinado estudo fez ou não a suavização da curva.

Alguns autores defendem que não se deva aplicar uma suavização, por fazer descer os valores do PT. Tendo em conta que as razões de força têm por base o PT dos agonistas e antagonistas em teste, torna-se essencial saber se faz a suavização ou não.

O andebol é um jogo dinâmico, rápido e que permite bastante contacto físico. Seil *et al.* [34] concluíram que 51% dos jogadores de andebol têm pelo menos uma lesão por época desportiva. Sendo que 60% afectam o membro inferior e 30% o membro superior (61% no MSD). Ainda 66% dos jogadores apresentaram sintomas de sobreuso, dos quais 35% eram no ombro. Estes sintomas não impedem de jogar mas condicionam a performance. Byram *et al.*, [20], verificaram que os lançadores no baseball que na pré época apresentassem fraqueza muscular dos RE e do Supra-Espinhoso, tinham uma predisposição, significativamente maior, para ter lesões relacionadas com lançamento da bola.

O nosso estudo permite afirmar que o treino de uma modalidade, ao longo dos anos, promove adaptações funcionais, que condicionam a força dos rotadores do ombro, uma vez que se obteve diferenças significativas entre o G1 e G2, para todas as velocidades, tanto para as razões convencionais, como funcionais (ver tabelas 1 e 2). Wilk *et al.*, [5], numa revisão da literatura, já tinham referido que é frequente encontrar-se fraqueza dos RE do MSD, quando comparados com o MSND e aumento de força dos RI no MSD, quando comparados com o MSND.

Foi possível verificar que as razões convencionais foram significativamente inferiores no G1, relativamente ao G2.

Para haver um bom equilíbrio muscular no ombro, a razão RE con/ RI con, deverá ser entre 66% e 75% para sujeitos saudáveis sedentários e atletas recreativos [5, 13]. Ellenbecker & Davies [35], recomendaram que a razão em atletas de modalidades de lançamento de níveis competitivos elevados, aumente 10%, de maneira a que haja uma estabilização dinâmica do ombro que impeça uma translação anterior da gleno-umeral. Scoville *et al.*, [36] defenderam que o antagonista a actuar excêntricamente (RE), deverá ser forte o suficiente para superar e desacelerar o agonista do movimento (RI), e que por isso é expectável que a razão seja maior que 1:1. No grupo de jogadores de andebol, a razão RE con/ RI con, nas velocidades de 60, 120 e 180°/s foi de 0,77 N·m, 0,72 N·m e 0,74 N·m, respectivamente. Tendo em conta que a maioria destes atletas treina três vezes por semana, e joga em campeonatos nacionais, seria benéfico que esta razão fosse superior. O aumento em 10%, defendido por Ellenbecker & Davies (2000), não está presente. Esta ausência do incremento da razão convencional, poderá ser explicada pela falta de treinos específicos e planeados de compensação muscular, em clubes que não tenham equipas profissionais. Dos 20 atletas avaliados, apenas 10 realizavam

treinos de musculação e nenhum tinha orientação do treinador/clube.

Os dados deste estudo permitem estabelecer valores de referência para as razões convencionais e funcionais dos rotadores do ombro a 60, 120 e 180°/s, para jogadores do género masculino, de andebol e futsal, de nível amador ou semi-profissional, que joguem em competições regionais ou nacionais (ver tabelas 1 e 2).

O ombro do jogador de andebol está sujeito a um grande *stress*, repetidas vezes. Numa amostra de jogadores profissionais, 93% dos ombros dominantes revelaram alterações anormais, confirmadas por ressonância magnética [12]. Parece-nos relevante que para minimizar as lesões no ombro de andebolistas e reduzir os sintomas de sobreuso, houvesse na pré-época, uma avaliação inicial da força dos rotadores do ombro, e ao longo da época, um acompanhamento especializado, com o objectivo de aproximar as razões convencionais de valores ideais.

Pôde-se verificar que as razões convencionais de G1 se aproximam dos valores obtidos por Edouard *et al.*, [25] para sujeitos saudáveis, não desportistas 0,76 N·m (60°/s) e se aproximaram dos valores obtidos por Andrade *et al.*, [27], de jogadoras de andebol de elite 0,79 N·m a 60°/s mas não na velocidade de 180°/s (0,81 N·m).

Quanto ao grupo de jogadores de futsal, obtiveram-se razões convencionais mais altas, que os valores de referência para sujeitos sem sobreuso do membro superior. Noffal [15] avaliou sujeitos que não eram *overhead athletes* a 300°/s e obteve uma razão média de 0,75 N·m \pm 0,16 e Edouard [25] avaliou sujeitos não desportistas a 60°/s e 240°/s obtendo valores de 0,76 N·m \pm 0,10 e 0,71 N·m \pm 0,09. Enquanto que os nossos jogadores de futsal obtiveram razões médias de 0,90 N·m \pm 0,18; 0,82 N·m \pm 0,16 e 0,88 N·m \pm 0,21, a 60, 120 e 180°/s, respectivamente. Este aumento da razão poderá ser do aumento de força dos RE,

uma diminuição de força dos RI, ou ambos, tendo em conta as características da modalidade, esforços intermitentes de curta duração e de alta intensidade e com uma ausência de movimentos de lançamentos com o MSD (à excepção do guarda-redes). A cada 79 segundos, 13 a 39 corridas de alta intensidade são efectuadas e a cada 3,28 segundos a velocidade do deslocamento é alterada. Em média, durante um jogo, um jogador percorre 4313 metros e a distância média percorrida por minuto é de 117,3 metros [37-39]. Os RE são músculos recrutados na corrida, por essa razão levanta-se a hipótese que modalidades com sobreuso do membro inferior e que se caracterizem por frequentes períodos de corrida, tenham razões RE con/ RI con, mais altas que a população que não pratica estas modalidades. Até à data não foram encontrados outros artigos que avaliassem a força dos rotadores do ombro, em atletas desta modalidade ou semelhante e por essa razão não existem valores para comparar. Mais estudos são necessários para averiguar a relação entre o equilíbrio muscular dos rotadores do ombro em atletas que tenham de correr frequentemente a altas velocidades, mas que não sobreusem o MSD.

Quanto à razão funcional, apesar de se aproximar mais do gesto técnico, não foi encontrada na literatura uma recomendação de valores para atletas do andebol. Esta lacuna de informação poderá ser explicada pelo aumento da variabilidade de resultados, na realização dos testes de força máxima, em modo excêntrico, a velocidades elevadas. Ou simplesmente porque o andebol apenas tem uma representação mais considerável na Europa. Verificou-se que a razão funcional foi significativamente inferiores no G1, relativamente ao G2 ($p \leq 0,05$, para todas as velocidades. Os valores para G1 a 180°/s (1,10 N·m \pm 0,22), foram ligeiramente inferiores aos resultados obtidos por

Andrade *et al.*, (2010) em jogadoras elite de andebol a 180°/s, 1,21 N·m ± 0,28. A comparação com atletas femininos da modalidade deve ser efectuada com especial cuidado, sobretudo por ser a uma velocidade alta (180°/s). Dado que as atletas do género feminino, levam mais tempo na fase de aceleração da avaliação isocinética e têm consideravelmente uma menor amplitude de movimento em que valores de *torque* estão a uma velocidade estável [31]. Ainda assim, e com as restrições que lhe são devidas, comparativamente com as atletas de elite de andebol, os valores dos atletas em estudo são mais baixos. Poderá ser explicado novamente pela menor atenção dada ao treino físico dos amadores e semi-profissionais, situação que não acontece em atletas de seleções nacionais. São necessários mais estudos que comparem as razões funcionais em andebolistas, com diferentes níveis competitivos.

Relativamente aos atletas de futsal, os resultados da razão funcional foram: 1,18 N·m ± 0,24; 1,10 N·m ± 0,16 e 1,35 N·m ± 0,32, para 60, 120 e 180°/s respectivamente. Não foi possível encontrar na literatura estudos que possibilitassem a comparação.

Relativamente às razões convencionais e funcionais em determinados momentos angulares só foram significativamente mais baixas em algumas das velocidades e para determinados momentos angulares. No entanto a média das razões do G1 foi sempre inferior ao G2 (ver tabelas 3 a 8).

Crê-se que com uma maior amostra, o valor de *p* seria sempre significativo para afirmar esta diferença como válida. Foi difícil comparar os resultados com outros estudos, uma vez que apenas foi encontrado um estudo que avaliou a razão convencional do ombro em posições angulares [40]. Estes autores mediram a força isométrica dos RI e RE do ombro em duas posições diferentes. Uma a 15° de abdução no plano da omplata e outra a 90° de abdução, no plano da omplata. Para obterem as razões RE/RI

avaliaram o *torque* a 0° de rotação na primeira posição descrita e a 30° de rotação externa para a segunda posição descrita. Os resultados obtidos para o lado dominante foram: 0,58 N·m ± 0,14 (0° de rotação do ombro, e 15° de abdução) e 0,75 N·m ± 0,23 (30° de rotação externa, a 90° de abdução). Verifica-se que a razão foi mais elevada na posição com mais amplitude de rotação externa, tal como aconteceu no presente estudo. Uma vez que as posições em teste do estudo foram diferentes quanto à abdução do ombro, para as duas razões, não se pôde extrapolar mais relações.

De maneira a só estudar valores de *torque* que estivessem na velocidade angular em teste pretendida, foram determinados momentos angulares que corresponderam sensivelmente a metade de cada rotação em teste. Ou seja, a amplitude em teste foi de 65° de rotação interna a 80° de rotação externa, e os momentos angulares escolhidos foram, os 30° de rotação interna, os 45° de rotação externa e os 0° de rotação. A escolha destes três momentos angulares também permitiu avaliar as razões de força em diferentes fases do remate com salto vertical, que corresponde a 73-75% de todos os remates [41]. O ciclo de lançamento, como abordado anteriormente implica uma fase de preparação, aceleração e desaceleração [6]. Sendo que os 45° de rotação externa é uma amplitude dentro da fase de preparação/armar o braço, os 0° de rotação enquadra-se na fase de aceleração e os 30° de rotação interna, integra a fase de desaceleração. É discutível se é ecológico avaliar a razão RE ecc/ RI con na fase de preparação, uma vez que para armar o braço é necessário realizar abdução horizontal e rotação externa contra gravidade, sendo que os agonistas do movimento são os rotadores externos e os antagonistas os rotadores internos [18]. No entanto, para armar o braço não é necessário uma grande produção de força, servindo sim, para aumentar o ciclo de alongamento-encurtamento com o objectivo de

incrementar a produção de força na fase seguinte.

É possível verificar que as razões funcionais por ângulos específicos, aumentam de valor, à medida que se vai de rotação interna para rotação externa. Tanto nos jogadores de andebol como nos jogadores de futsal (tabelas 4, 6 e 8). Demonstrado uma maior capacidade dos rotadores externos de controlarem excêntricamente a acção dos rotadores internos em amplitudes de maior rotação externa. Este fenómeno pode ser explicado pelo menor grau de estiramento dos mesmos, facilitando a sua acção excêntrica. Comportamento este que não é verificado na razão concêntrica onde o comportamento não é linear nas diferentes velocidades, embora para o G1 seja possível verificar, de forma consistente, que a razão convencional mais alta é nos 45° de rotação externa.

5 CONCLUSÕES

Foram encontradas diferenças significativas, tanto nas razões convencionais, como funcionais, nas velocidades de 60, 120 e 180°/s, medidas por um DI, entre jogadores amadores ou semi-profissionais de andebol e futsal. O G1 apresentou sempre uma razão mais baixa no MSD.

Foram encontradas diferenças entre as razões convencionais e funcionais em determinados momentos angulares, 30° de rotação interna, 0° de rotação do ombro e 45° de rotação externa do ombro, nas diferentes velocidades, mas não de forma consistente.

As implicações para a fisioterapia são que na prática clínica quando se avalia a força da musculatura do ombro de um jogador de andebol dever-se-á estar à espera de adaptações morfofuncionais. Deve-se incluir na avaliação da força muscular, a mensuração da capacidade de gerar força excêntrica e esperar que a força excêntrica dos RE seja superior à força concêntrica dos RI. É de considerar que as adaptações

morfofuncionais do ombro dos lançadores, nomeadamente a existência do GIRD, uma possível fraqueza dos RE, e uma razão funcional baixa, podem estar associadas a riscos acrescidos de sintomas e/ou lesões.

Recomenda-se um trabalho com atletas lançadores, com o objectivo de prevenir lesões no ombro, bem como a optimização da força muscular para valores considerados saudáveis/benéficos.

Este estudo pretendeu dar um contributo na análise de factores de risco associados às lesões do ombro em atletas lançadores.

AGRADECIMENTOS

Queremos deixar o agradecimento ao Dr. João Beckert por ter possibilitado a recolha de dados na Unidade de Medicina Desportiva e de Controlo de Treino integrada no Centro de Alto Rendimento do Jamor e aos atletas que participaram no estudo.

Queremos também deixar um profundo agradecimento ao Professor Doutor Todd Ellenbecker, por ter aconselhado durante o desenho metodológico do presente estudo.

REFERÊNCIAS

1. Pascoal, A.G. and C. Tainha, *Alterações no Padrão de Rotação Externa e Abdução Horizontal do Braço em Jogadores de Polo Aquático*. Revista da ESSA, 2006(2): p. 3-21.
2. Dwelly, P.M., et al., *Glenohumeral rotational range of motion in collegiate overhead-throwing athletes during an athletic season*. J Athl Train, 2009. **44**(6): p. 611-6.
3. Burkhart, S.S., C.D. Morgan, and W.B. Kibler, *Shoulder injuries in overhead athletes. The "dead arm" revisited*. Clin Sports Med, 2000. **19**(1): p. 125-58.
4. Cools, A.M., et al., *Isokinetic Scapular Muscle Performance in Overhead Athletes With and Without Impingement Symptoms*. J Athl Train, 2005. **40**(2): p. 104-110.
5. Wilk, K.E., et al., *Shoulder injuries in the overhead athlete*. J Orthop Sports Phys Ther, 2009. **39**(2): p. 38-54.
6. Wagner, H., et al., *Kinematic description of elite vs. low level players in team-handball jump throw*. Journal of Sports Science and Medicine, 2010. **9**: p. 15-23.
7. Ellenbecker, T.S., et al., *Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players*. J Orthop Sports Phys Ther, 1996. **24**(6): p. 336-41.
8. Ellenbecker, T.S., et al., *Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers*. Med Sci Sports Exerc, 2002. **34**(12): p. 2052-6.

9. Thomas, S.J., et al., *Glenohumeral rotation and scapular position adaptations after a single high school female sports season*. J Athl Train, 2009. **44**(3): p. 230-7.
10. Herrington, L., *Glenohumeral joint: internal and external rotation range of motion in javelin throwers*. Br J Sports Med, 1998. **32**(3): p. 226-8.
11. Crockett, H.C., et al., *Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers*. Am J Sports Med, 2002. **30**(1): p. 20-6.
12. Jost, B., et al., *MRI findings in throwing shoulders: abnormalities in professional handball players*. Clin Orthop Relat Res, 2005(434): p. 130-7.
13. Wilk, K.E., C.A. Arrigo, and J.R. Andrews, *Current concepts: the stabilizing structures of the glenohumeral joint*. J Orthop Sports Phys Ther, 1997. **25**(6): p. 364-79.
14. Cook, E.E., et al., *Shoulder Antagonistic Strength Ratios: A Comparison between College-Level Baseball Pitchers and Nonpitchers*. J Orthop Sports Phys Ther, 1987. **8**(9): p. 451-61.
15. Noffal, G.J., *Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers*. Am J Sports Med, 2003. **31**(4): p. 537-41.
16. Ng, G.Y. and P.C. Lam, *A study of antagonist/agonist isokinetic work ratios of shoulder rotators in men who play badminton*. J Orthop Sports Phys Ther, 2002. **32**(8): p. 399-404.
17. Codine, P., et al., *Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance*. Med Sci Sports Exerc, 1997. **29**(11): p. 1400-5.
18. Yildiz, Y., et al., *Shoulder terminal range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios in overhead athletes*. Scand J Med Sci Sports, 2006. **16**(3): p. 174-80.
19. Kronberg, M., G. Nemeth, and L.A. Brostrom, *Muscle activity and coordination in the normal shoulder. An electromyographic study*. Clin Orthop Relat Res, 1990(257): p. 76-85.
20. Byram, I.R., et al., *Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury*. Am J Sports Med, 2010. **38**(7): p. 1375-82.
21. Frisiello, S., et al., *Test-retest reliability of eccentric peak torque values for shoulder medial and lateral rotation using the Biodex isokinetic dynamometer*. J Orthop Sports Phys Ther, 1994. **19**(6): p. 341-4.
22. Forthomme, B., et al., *Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position*. Clin Physiol Funct Imaging, 2011. **31**(3): p. 227-32.
23. Plotnikoff, N.A. and D.L. MacIntyre, *Test-retest reliability of glenohumeral internal and external rotator strength*. Clin J Sport Med, 2002. **12**(6): p. 367-72.
24. Caruso, J.F., L.E. Brown, and J.J. Tufano, *The reproducibility of isokinetic dynamometry data*. Isokinetics and Exercise Science, 2012(20): p. 239 - 253.
25. Edouard, P., et al., *Influence of rugby practice on shoulder internal and external rotators strength*. Int J Sports Med, 2009. **30**(12): p. 863-7.
26. Wong, E.K. and G.Y. Ng, *Strength profiles of shoulder rotators in healthy sport climbers and nonclimbers*. J Athl Train, 2009. **44**(5): p. 527-30.
27. Andrade, M.S., et al., *Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players*. J Sports Sci, 2010. **28**(7): p. 743-9.
28. Ellenbecker, T. and E.P. Roetert, *Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players*. J Sci Med Sport, 2003. **6**(1): p. 63-70.
29. Saccol, M.F., et al., *Shoulder functional ratio in elite junior tennis players*. Phys Ther Sport, 2010. **11**(1): p. 8-11.
30. Ellenbecker, T.S. and A.J. Mattalino, *Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers*. J Orthop Sports Phys Ther, 1997. **25**(5): p. 323-8.
31. Brown, L.E., et al., *The effect of velocity and gender on load range during knee extension and flexion exercise on an isokinetic device*. J Orthop Sports Phys Ther, 1995. **21**(2): p. 107-12.
32. Biodex Medical Systems, I., ed. *BIODEX ADVANTAGE SOFTWARE (V.4X): OPERATION MANUAL*.
33. Wilk, K.E., C.A. Arrigo, and J.R. Andrews, *Isokinetic Testing of the Shoulder Abductors and Adductors: Windowed vs Nonwindowed Data Collection*. J Orthop Sports Phys Ther, 1992. **15**(2): p. 107-12.
34. Seil, R., et al., *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, 1998. **26**(5): p. 681-7.
35. Ellenbecker, T.S. and G.J. Davies, *The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex*. J Athl Train, 2000. **35**(3): p. 338-50.
36. Scoville, C.R., et al., *End range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios: a new perspective in shoulder strength assessment*. J Orthop Sports Phys Ther, 1997. **25**(3): p. 203-7.
37. Castagna, C., et al., *Match demands of professional Futsal: a case study*. J Sci Med Sport, 2009. **12**(4): p. 490-4.
38. Castagna, C. and J.C. Barbero Alvarez, *Physiological demands of an intermittent futsal-oriented high-intensity test*. J Strength Cond Res, 2010. **24**(9): p. 2322-9.
39. Barbieri, F.A., et al., *Perfil antropométrico e fisiológico de atletas de futsal da categoria sub-20 e adulta* Motricidade, 2012. **8**(4): p. 62-70.
40. Hughes, R.E., et al., *Normative values of agonist-antagonist shoulder strength ratios of adults aged 20 to 78 years*. Arch Phys Med Rehabil, 1999. **80**(10): p. 1324-6.
41. Wagner, H. and E. Muller, *The effects of differential and variable training on the quality parameters of a handball throw*. Sports Biomech, 2008. **7**(1): p. 54-71.