

Perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros em jovens nadadores

Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers

Nuno Miguel Prazeres Batalha¹
Armando Manuel de Mendonça Raimundo¹
Pablo Tomas-Carus¹
Orlando de Jesus Semedo Mendes Fernandes²
Daniel Almeida Marinho³
António José Rocha Martins da Silva⁴

Resumo – Considerando que alguns estudos sugerem que desequilíbrios musculares dos rotadores dos ombros estão relacionados com dores e lesões na articulação e que não existem dados normativos para jovens nadadores, o objetivo deste estudo foi: i) caracterizar o equilíbrio e fadiga musculares bem como o perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros em nadadores jovens; ii) comparar os resultados entre nadadores com jovens não praticantes; iii) contribuir para a criação de dados normativos de rácios unilaterais dos rotadores do ombro. Foi avaliada a força isocinética com ações concêntricas dos rotadores e respectivos rácios unilaterais (quociente entre torque dos rotadores externos e internos) em 60 nadadores (idade: $14,55 \pm 0,5$ anos; massa corporal: $61,16 \pm 7,08$ kg) e 60 não praticantes (idade: $14,62 \pm 0,49$ anos; massa corporal: $60,22 \pm 10,01$ kg). Com um dinamômetro isocinético (Biodex System 3), avaliou-se na posição de sentado (90° de abdução e de flexão do cotovelo), às velocidades angulares de $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$. Os resultados dos índices de fadiga não revelaram diferenças entre grupos. Os nadadores apresentaram rácios unilaterais entre os $73,39 \pm 17,26\%$ no membro dominante (MD) e $77,89 \pm 15,23\%$ no membro não dominante (MND), para avaliações efetuadas a $60^\circ \cdot s^{-1}$; a $180^\circ \cdot s^{-1}$, obtivemos resultados entre $74,77 \pm 13,99\%$ para MD e $70,11 \pm 14,57\%$ para MND. Os nadadores apresentaram um maior desequilíbrio muscular, sendo a capacidade de produção de força dos rotadores internos (significativamente superior nos nadadores) o que os distingue do grupo de não praticantes.

Palavras-chave: Articulação do ombro; Força muscular; Manguito rotador; Natação.

Abstract – Considering that some studies suggest that shoulder rotators muscle imbalances are related to joint pain and injury, and that there are no normative data for young swimmers, the aim of this study was: i) to describe the muscle balance, fatigue and isokinetic strength profile of the shoulder rotators in young swimmers; ii) to compare the results between swimmers and a group of young non-practitioners; iii) to contribute to the acquisition of normative data of unilateral ratios of shoulder rotators. We evaluated the shoulder rotators concentric strength and unilateral ratios (ratio between torque of external and internal rotators) of 60 swimmers (age: 14.55 ± 0.5 years old; body mass: 61.16 ± 7.08 kg) and 60 non-practitioners (age: 14.62 ± 0.49 years old; body mass: 60.22 ± 10.01 kg). The evaluation was performed in the sitting position (90° abduction and elbow flexion) at $60^\circ \cdot s^{-1}$ and $180^\circ \cdot s^{-1}$ angular speeds using an isokinetic dynamometer (Biodex System 3). The results of the fatigue ratios revealed no differences between the groups. Swimmers showed unilateral ratios of $73.39 \pm 17.26\%$ in the dominant limb (DL) and $77.89 \pm 15.23\%$ in the non-dominant limb (NDL) for assessments at $60^\circ \cdot s^{-1}$. At $180^\circ \cdot s^{-1}$, ratios were $74.77 \pm 13.99\%$ for DL and $70.11 \pm 14.57\%$ for NDL. Swimmers presented greater muscle imbalance, and differed from non-practitioners in the ability to produce power with the internal rotators, which was significantly higher in the former group.

Key words: Muscle strength; Shoulder joint; Shoulder rotators; Swimming.

1 Universidade de Évora. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano. Évora. Portugal.

2 Universidade de Évora. Centro Interdisciplinar de Performance Humana. Évora. Portugal.

3 Universidade da Beira Interior. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano. Covilhã. Portugal.

4 Universidade de Trás os Montes e Alto Douro. Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano. Vila Real. Portugal.

Recebido em 06/02/12
Revisado em 16/04/12
Aprovado em 14/05/12



Licença
Creative Commons

INTRODUÇÃO

A natação pura esportiva (NPE) é considerada uma modalidade de resistência, em que os seus praticantes realizam, diariamente, tarefas com considerável volume de treinamento. Tratando-se de uma modalidade com movimentos cíclicos, alternados ou simultâneos, sendo a força propulsiva obtida essencialmente à custa das ações dos membros superiores, será fácil constatar que teremos uma sobre solitação dessas estruturas, nas quais o complexo articular do ombro desempenha uma ação preponderante. O'Donnell et al.¹ afirmam que as ações biomecânicas inerentes às técnicas da NPE promovem desequilíbrios musculares que provocam stress nas estruturas cápsulo-ligamentares, contribuindo para a instabilidade no ombro.

Diversos estudos²⁻⁴ demonstraram a relevância de uma ação coordenada e sincronizada dos grupos musculares que constituem a articulação do ombro, bem como a importância de uma relação proporcional da força dos músculos do manguito rotador durante toda a amplitude articular. Pequenas alterações nas relações entre a força dos rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) dos ombros, poderão comprometer um normal funcionamento da articulação, podendo levar a lesões e consequente inatividade^{5,6}.

Para caracterizar a proporcionalidade entre os grupos musculares dos rotadores dos ombros, utilizam-se as razões unilaterais, definidas com o quociente entre valores de força concêntrica dos RE e RI, os quais caracterizam a qualidade do equilíbrio muscular⁷. Alguns autores estabeleceram correlação entre baixos valores de razões unilaterais na pré-época e posteriores lesões em jogadores de baseball⁸. Outros estudos dão ênfase a testes de resistência como meio fiável de aceder à fadiga muscular⁹, os quais são importantes na fundamentação de programas de treinamento. Em um estudo com nadadores, os autores correlacionaram valores de razões e índices de fadiga com dores no ombro⁹. Por outro lado, relacionaram instabilidade articular com a síndrome do conflito e dor na articulação¹⁰.

Na prevenção de lesões, o conceito de desequilíbrio muscular sugere um distinto nível de performance muscular quando comparado com valores considerados normais¹¹. Para que tal seja possível, será necessário recorrer a dados normativos que permitam a comparação mencionada. Alguns estudos revelam valores normativos de razões RE/RI entre os 66% e 75%^{7,12,13}. No entanto, não temos conhecimento de dados normativos relativos a jovens nadadores, existindo apenas um estudo que avaliou força isocinética em nadadores púberes¹⁴.

Uma vez que parece existir uma relação entre os baixos valores de razões unilaterais dos ombros com possíveis lesões e também, que não existem dados normativos relativos a jovens nadadores, pretendemos com este estudo: i) caracterizar o equilíbrio, a fadiga muscular e o perfil de força isocinética dos músculos rotadores dos ombros, nomeadamente dos razões unilaterais, em nadadores jovens, contribuindo para a existência de dados normativos específicos; ii) comparar os resultados obtidos pelos jovens nadadores com jovens não praticantes.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Amostra

A amostra foi constituída por dois grupos de jovens do sexo masculino: um grupo de 60 nadadores em idade juvenil e outro grupo de controle (N=60) com as mesmas características, mas não praticantes de esporte de forma regular (tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de caracterização da amostra.

	G. Nadadores (N=60)	G. Controle (N=60)
Idade (anos)	14,55 ± 0,5	14,62 ± 0,49
Massa corporal (kg)	61,16 ± 7,08	60,22 ± 10,01
Altura (cm)	170,76 ± 7,5	169,59 ± 6,88
Envergadura (cm)	176,43 ± 9,1	174,3 ± 7,85
Treinamentos/Semana (sessões)	5,95 ± 0,83	---
Tempo treinamento/Dia (min)	122,58 ± 30,47	---
Tempo treinamento/Semana (min)	803, 5 ± 225,53	---

Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão para a formação dos grupos:

- Grupo de nadadores: mínimo de 8 horas de treinamento semanais; idades entre os 14 e 15 anos; não apresentar patologias ao nível dos ombros;
- Grupo de controle: idades entre os 14 e 15 anos; não realizar nenhuma prática esportiva federada ou informal, com frequência superior a 2 vezes por semana; não apresentar patologias ao nível do ombro.

O grupo de nadadores apenas realizava treinamento na água, não realizando exercícios complementares de força em seco. A todos os participantes e respectivos educadores foram explicados os objetivos e possíveis dificuldades na realização dos protocolos, após o qual, assinaram uma declaração de consentimento. Todos os procedimentos foram aprovados pela comissão de ética da área da saúde e bem-estar da Universidade de Évora (processo nº 09002), estando de acordo com a declaração de Helsínquia de 1975.

Avaliação Isocinética

A força isocinética dos RI e RE dos ombros foi avaliada no dinamômetro isocinético (Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA), coincidindo com o início da época esportiva. Os nadadores realizaram os testes isocinéticos sentados, com o ombro a 90° de abdução e em RI (plano frontal), com 90° de flexão do cotovelo, posição recomendada por outros investigadores¹⁵⁻¹⁷. Os sujeitos, fixos à cadeira com cintos pelo tronco e cintura pélvica, de forma a evitar movimentos compensatórios, iniciavam os exercícios realizando cerca de 90° de amplitude de movimento em RE. A colocação dos sujeitos e o alinhamento das articulações foram efetuados de acordo com as instruções definidas no manual do instrumento¹⁸.

Em relação à velocidade angular e número de repetições utilizadas, tendo em consideração a literatura analisada e também que a natação é essencialmente uma modalidade em que a força resistência e elevados níveis de potência muscular são determinantes¹⁹, optamos por realizar os seguintes protocolos em ambos os braços:

- **Protocolo 1:** 3 repetições (ações concêntricas) a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$. O incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante.
- **Protocolo 2:** 20 repetições (ações concêntricas) a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. A esta velocidade determinou-se que o incentivo verbal ocorreria à 5^a, 10^a e também nas últimas 5 repetições.

Previamente à realização dos protocolos, todos os indivíduos realizaram 15 minutos de aquecimento com mobilização articular e alongamentos. Foram também informados das tarefas a desempenhar e a todos foi permitida a realização de duas repetições a cada uma das velocidades de teste, com o objetivo de, por um lado, servir também de aquecimento e por outro, criar alguma familiarização à posição, velocidade angular e tarefa a desempenhar.

Todos os elementos da amostra efetuaram a avaliação à velocidade angular de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, seguida da realizada a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$, com 2 min de pausa. A correção ao efeito da gravidade foi efetuada para todos os protocolos.

Variáveis de estudo

- *Pico de Torque* (PT) – valor mais elevado de momento de força efetuado durante a totalidade da amplitude de movimento.
- Rácios Unilaterais (Rácio RE/RI) - quociente entre os valores concêntricos de PT dos RE com os dos RI (equação 1)^{12,20}. O resultado é dado por um valor percentual, caracterizando o equilíbrio entre os grupos musculares mencionados⁷.

$$[(RE/RI)\times 100] \quad (1)$$

- Índice de fadiga – O cálculo do Índice de fadiga foi efetuado através da aplicação da seguinte equação:

$$[(W1-W2)/W1]\times 100 \quad (2)$$

Sendo *W1* o trabalho realizado no primeiro terço das repetições e *W2* o trabalho realizado no último terço das mesmas²¹.

Procedimentos estatísticos

A normalidade dos dados foi inicialmente testada, usando o teste Kolmogorov-Smirnov, sendo a homogeneidade de variâncias testada através do teste de *Levene*. Foi efetuada a estatística descritiva para todas as variáveis através das médias e desvios padrão. Para a comparação entre grupos, foi utilizado o teste *t-student* para amostras independentes. O nível de significância foi fixado em $\alpha=0,05$. Todos os cálculos foram efetuados, recorrendo ao software estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 17,0.

RESULTADOS

Na tabela 2, apresentamos os resultados da avaliação realizada à velocidade angular de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$. Os valores de p se reportam à análise comparativa das variáveis entre grupos.

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis estudadas e comparação entre grupos para as avaliações a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$

3 repetições a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$		Nadadores (N=60)	Grupo Controle (N=60)	p
		Média ± dp	Média ± dp	
Membro Dominante (MD)	PT-RE (Nm)	26,39 ± 5,66	25,05 ± 7,08	0,334
	PT-RI (Nm)	33,88 ± 8,50	26,99 ± 8,27	0,001
	Rácio RE/RI (%)	77,89 ± 15,23	92,81 ± 13,31	0,000
Membro não Dominante (MND)	PT-RE (Nm)	24,96 ± 4,74	24,09 ± 6,10	0,463
	PT-RI (Nm)	34,01 ± 9,33	25,91 ± 6,99	0,000
	Rácio RE/RI (%)	73,39 ± 17,26	92,98 ± 16,38	0,000

PT-RE – pico de torque da Rotação Externa; PT-RI – pico de torque da Rotação Interna; Rácio RE/RI – Rácio Unilateral

Os valores de PT do grupo de nadadores são invariavelmente superiores tanto nas RI quanto nas RE. No entanto, apenas existem diferenças estatisticamente significativas ($P < 0.05$) entre grupos nos resultados dos RI e rácios RE/RI.

Na tabela 3, encontram-se os resultados do protocolo de avaliação à velocidade angular de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. À semelhança do que aconteceu nas avaliações a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, só se verificaram diferenças estatisticamente significativas nas variáveis da RI e rácios unilaterais.

Os resultados relativos aos índices de fadiga não indicaram diferenças significativas entre grupos.

Tabela 3. Estatística descritiva das variáveis estudadas e comparação entre grupos para as avaliações a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$

20 repetições a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$		Nadadores (N=60)	Grupo Controle (N=60)	p
		Média ± dp	Média ± dp	
Membro Dominante (MD)	PT-RE (Nm)	23,29 ± 4,15	22,61 ± 5,85	0,544
	PT-RI (Nm)	31,15 ± 7,93	23,02 ± 8,16	0,000
	RE/RI (%)	74,77 ± 13,99	92,21 ± 18,05	0,000
	IF-RE (%)	13,99 ± 8,54	14,71 ± 10,55	0,889
	IF-RI (%)	1,94 ± 6,73	5,98 ± 19,44	0,756
Membro não Dominante (MND)	PT-RE (Nm)	22,07 ± 3,87	21,57 ± 4,27	0,521
	PT-RI (Nm)	31,48 ± 8,38	23,85 ± 6,64	0,002
	RE/RI	70,11 ± 14,57	90,44 ± 19,01	0,000
	IF-RE (%)	15,76 ± 6,74	17,31 ± 8,18	0,337
	IF-RI (%)	5,96 ± 6,14	6,09 ± 15,52	0,960

PT-RE – pico de torque da Rotação Externa; PT-RI – pico de torque da Rotação Interna; Rácio RE/RI – Rácio Unilateral; IF-RE – Índice de Fadiga da RE; IF-RI – Índice de Fadiga da RI.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi caracterizar o equilíbrio muscular e perfil de força isocinética dos músculos rotadores dos ombros em nadadores jovens, comparando os resultados obtidos com um grupo de jovens não praticantes. Os nadadores apresentam desequilíbrios musculares superiores ao grupo de não praticantes, sendo os níveis de força dos RI, superiores nos nadadores, claramente o que os distingue.

Uma primeira constatação que poderemos efetuar, a qual é consensual nos estudos da especialidade^{7,22-24}, é que a capacidade de produção de força dos RI é invariavelmente superior à dos seus antagonistas. Nos resultados do presente estudo, em ambos os grupos e protocolos utilizados, os valores dos RI foram sempre superiores quando comparados aos dos RE. Com efeito, é um resultado esperado, se considerarmos que os grupos musculares que realizam a RI da articulação glenoumeral não só são em maior número como também são anatomicamente maiores e mais fortes²⁵.

Esse fato justifica o recurso aos rácios RE/RI e a tentativa de recorrer a valores normativos dos mesmos⁷. Segundo os autores mencionados, os rácios unilaterais caracterizam a qualidade do equilíbrio muscular, sendo uma das principais variáveis a caracterizar quando se pretende o diagnóstico do equilíbrio/desequilíbrio muscular de qualquer complexo articular.

Os resultados do presente estudo referentes aos rácios unilaterais avaliados, quer a 60°·s⁻¹, quer a 180°·s⁻¹, apresentam diferenças significativas no MD e no MND entre grupos, sendo significativamente inferiores nos nadadores. Se considerarmos as evidências científicas que mencionam que um decréscimo do valor de força concêntrica dos RE combinado com um aumento do mesmo valor dos RI, é uma característica de atletas com instabilidade na articulação glenoumeral^{22,23}, contribuindo para um maior risco de lesão na articulação¹², podemos afirmar que o grupo de nadadores apresenta um maior desequilíbrio muscular no complexo articular do ombro e conseqüentemente, um maior risco de lesão.

Apesar dessa evidência, e tendo por base os resultados de alguns estudos que apontam para valores normativos de rácios RE/RI entre os 66 e 75%^{7,12,13,26}, será precipitado concluir que os nadadores tenham desequilíbrios musculares preocupantes com elevado risco de lesão. Não temos conhecimento da existência de valores normativos relativos a jovens nadadores. No entanto, alguns autores que utilizaram atletas com idades superiores, apresentaram valores de referência semelhantes (entre os 66 e 75%), quer em nadadores e jogadores de polo aquático^{13,26}, quer em jogadores de badminton e tenistas^{7,12}.

No presente estudo, as rácios RE/RI encontrados no grupo de nadadores variaram entre os 70,11 ± 14,57% e os 77,89 ± 15,23%, os quais, estando próximos dos valores normativos apresentados anteriormente, são ligeiramente superiores. O único estudo realizado com jovens nadadores¹⁴ apresentou valores de rácios unilaterais ligeiramente inferiores aos do nosso trabalho (64,75 ± 6,75% para MD e 69,45 ± 9,29% para o MND), sendo, no entanto,

de salientar que se tratavam de 15 nadadores com idades inferiores (13,3 anos de média) e com avaliação realizada em decúbito dorsal.

Relativamente aos valores de rácio RE/RI do grupo de nadadores avaliados a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ (MD: $77,89 \pm 15,23\%$; MND: $73,39 \pm 17,26\%$), verificamos que são, também, um pouco superiores aos valores encontrados por Beach et al.⁹, $70 \pm 9\%$ e $71 \pm 10\%$ para MD e MND, respectivamente. No entanto, o estudo mencionado avaliou 28 nadadores de competição de uma equipe universitária norte americana (idades entre os 16 e 21 anos) com a mesma velocidade angular ($60^{\circ}\cdot s^{-1}$) e posição do braço, mas na posição de decúbito ventral.

Relativamente ao estudo de Olivier et al.²⁷, no qual foram avaliados 20 nadadores de alto nível (idade: 29 ± 5 anos) e 20 sedentários (idade: 27 ± 5 anos), num dinamómetro isocinético com a mesma velocidade angular ($60^{\circ}\cdot s^{-1}$), mas na posição de decúbito dorsal, os valores de rácio RE/RI (nadadores: entre $53,27\%$ e $65,90\%$; sedentários: entre $74,73\%$ e $73,90\%$) foram consideravelmente inferiores aos do presente estudo, para ambos os grupos.

As diferenças significativas entre grupos encontradas nas rácios unilaterais, em ambas as velocidades angulares, são também corroboradas por outros autores^{20,27}, os quais afirmam que as rácios RE/RI são menores quando comparados nadadores com não atletas. Porém, um dado interessante a verificar nas diferenças mencionadas no presente estudo é que as mesmas se devem essencialmente às diferenças entre valores de força dos RI, ao contrário dos valores de RE, sendo este fato válido para ambos os protocolos. Estes resultados suportam o pressuposto de que, em nadadores, os RI são proporcionalmente mais fortes quando comparados com os RE, devido às repetidas contrações concêntricas a que são submetidos durante as fases propulsivas das técnicas de nado¹⁰, tornando-se os RE comparativamente menos fortes com o avançar da idade e da carreira do atleta²⁶. Este fato reforça a importância da realização de treinamento compensatório específico, o qual deverá incidir essencialmente ao nível dos RE.

Relativamente à fadiga muscular, os valores encontrados para o grupo de nadadores são semelhantes aos do estudo de Beach et al.⁹. No entanto, contrariamente ao que seria esperado, não são os índices de fadiga o que distingue nadadores de competição de indivíduos pouco ativos. Uma vez que não existem valores normativos relativos a esta variável, mais pesquisa será necessária.

Nas limitações do estudo, tendo em conta que pretendemos contribuir para os dados normativos dos valores de força do manguito rotador, consideramos que a amostra deveria ser mais alargada. Outra limitação tem a ver com a pouca especificidade do aparelho isocinético. A posição sentada com o ombro a 90° de abdução não é específica para nadadores, sendo mais apropriado o decúbito ventral. No entanto, esta posição não está prevista nos protocolos do aparelho utilizado.

CONCLUSÕES

Os nadadores apresentam um maior desequilíbrio muscular dos rotadores dos ombros quando comparados com indivíduos pouco ativos. O que

distingue claramente o grupo de nadadores do grupo de sedentários na capacidade de produção de força dos músculos rotadores do ombro são os valores dos músculos rotadores internos, os quais são significativamente superiores nos nadadores. Desta forma, justifica-se a elaboração de programas de treinamento compensatório em nadadores, com especial incidência no reforço dos rotadores externos.

Por meio da realização deste estudo, e face à inexistência de outras pesquisas na área, pensamos ter contribuído para a existência de dados normativos que permitem a caracterização de rácios unilaterais de jovens nadadores, os quais são de especial relevância para clínicos e treinadores na identificação de possíveis desequilíbrios musculares no complexo articular do ombro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. O'Donnell CJ, Bowen J, Fossati J. Identifying and Managing Shoulder Pain in Competitive Swimmers. How to Minimize Training Flaws and Other Risks. *Phys Sportsmed* 2005;33(9):27-35.
2. Cools AM, Witvrouw EE, De Clercq GA, Danneels LA, Willems TM, Cambier DC, et al. Scapular muscle recruitment pattern: electromyographic response of the trapezius muscle to sudden shoulder movement before and after a fatiguing exercise. *J Orthop Sports Phys Ther* 2002;32(5):221-9.
3. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* 2000;80(3):276-91.
4. Wadsworth DJ, Bullock-Saxton JE. Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement. *Int J Sports Med* 1997;18(8):618-24.
5. Doukas WC, Speer KP. Anatomy, pathophysiology, and biomechanics of shoulder instability. *Orthop Clin North Am* 2001;32(3):381-91.
6. MacDermid JC, Ramos J, Drosdowech D, Faber K, Patterson S. The impact of rotator cuff pathology on isometric and isokinetic strength, function, and quality of life. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;13(6):593-8.
7. Ellenbecker TS, Roetert EP. Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport* 2003;6(1):63-70.
8. Byram IR, Bushnell BD, Dugger K, Charron K, Harrell FE, Jr., Noonan TJ. Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *Am J Sports Med* 2010;38(7):1375-82.
9. Beach ML, Whitney SL, Dickoff-Hoffman S. Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992;16(6):262-8.
10. Bak K, Magnusson SP. Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *Am J Sports Med* 1997;25(4):454-9.
11. Schlumberger A, Laube W, Bruhn S, Herbeck B, Dahlinger M, Fenkart G, et al. Muscle imbalances - fact or fiction? *Isok Exerc Sci* 2006;14(1):3-11.
12. Cingel R, Kleinrensinkb G, Mulderc P, Bied R, Kuiperse H. Isokinetic strength values, conventional ratio and dynamic control ratio of shoulder rotator muscles in elite badminton players. *Isok Exerc Sci* 2007;15(4):287-93.
13. Gulick DT, Dustman CS, Ossowski LL, Outslay MD, Thomas CP, Trucano S. Side dominance does not affect dynamic control strength ratios in the shoulder. *Isok Exerc Sci* 2001;9(2):79-84.
14. Schneider P, Henkin SD, Meyer F. Força muscular de rotadores externos e internos de membro superior em nadadores púberes masculinos e femininos. *R. bras. Ci. e Mov.* 2006;14(1):29-36.

15. Julienne R, Gauthier A, Moussay S, Davenne D. Isokinetic and electromyographic study of internal and external rotator muscles of tennis player. *Isok Exerc Sci* 2007;15(3):173-83.
16. Scoville CR, Arciero RA, Taylor DC, Stoneman PD. End range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios: a new perspective in shoulder strength assessment. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;25(3):203-7.
17. Tyler TF, Nahow RC, Nicholas SJ, McHugh MP. Quantifying shoulder rotation weakness in patients with shoulder impingement. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14(6):570-4.
18. Wilk K. Isokinetic testing - Setup and Positioning. In *Biodex System II Manual, Applications/Operations*, Biodex System, Inc, New York, USA. 1991.
19. Maglischo EW. *Swimming fasted, the essential reference on technique, training, and program design*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc; 2003.
20. Noffal GJ. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med* 2003;31(4):537-41.
21. Ozçakar L, Inanici F, Kaymak B, Abali G, Cetin A, Hasçelik Z, et al. Quantification of the weakness and fatigue in thoracic outlet syndrome with isokinetic measurements. *Br J Sports Med* 2005;39(3):178-81.
22. Leroux JL, Codine P, Thomas E, Pocholle M, Mailhe D, Blotman F. Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with impingement syndrome. *Clin Orthop Relat Res* 1994;304:108-15.
23. Warner JJ, Micheli LJ, Arslanian LE, Kennedy J, Kennedy R. Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. *Am J Sports Med* 1990;18(4):366-75.
24. West D, Sole G, Sullivan SJ. Shoulder external and internal rotation isokinetic strength in master's swimmers. *J Sport Rehab* 2005;14:12-9.
25. Dark A, Ginn KA, Halaki M. Shoulder muscle recruitment patterns during commonly used rotator cuff exercises: an electromyographic study. *Phys Ther* 2007;87(8):1039-46.
26. Ramsi M, Swanik KA, Swanik C, Straub S, Maltacola C. Shoulder-Rotator Strength of High School Swimmers Over the Course of a Competitive Season. *J Sport Rehab* 2004;13(1):9-18.
27. Olivier N, Quintin G, Rogez J. Le complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau. *Ann Readapt Med Phys* 2008;51(5):342-7.

Endereço para correspondência

Nuno Miguel Prazeres Batalha.
Morada: Universidade de Évora, R.
Reguengos de Monsaraz nº 14
7000-727 - Évora, Portugal.
E-mail: nmpba@uevora.pt