

## **Efeitos agudos de um programa de treino de prevenção de lesões na força e equilíbrio muscular dos rotadores do ombro em nadadores.**

**Carlos Paixão<sup>1</sup>, António Silva<sup>2,4</sup>, Nuno Batalha<sup>3,4</sup>**

### **Introdução**

A natação competitiva é uma modalidade onde os praticantes realizam grandes volumes de treino diário, na qual a força propulsiva é obtida essencialmente pelos membros superiores, sendo fácil perceber que poderá ocorrer uma sobrecarga do complexo articular do ombro, que promove o desequilíbrio muscular das suas estruturas (Kluemper, Uhl & Hazelrigg, 2006). A natação exige ao complexo articular do ombro amplitudes articulares elevadas, com ênfase em movimentos de circundução com diferentes graus de rotação interna e externa e de protração e retração escapular (Tovin, 2006). Numa época competitiva, dependendo dos escalões, os treinos variam entre 5 a 7 dias por semana, frequentemente 2 vezes por dia e com volumes diários médios elevados. Esta carga pode equivaler a um total de 60.000 a 80.000 metros nadados por semana. Com uma média de 8 a 10 ciclos por cada 25m, os nadadores realizam cerca de 30.000 rotações em cada membro superior por semana, colocando assim uma enorme tensão na cintura escapular e complexo articular do ombro (Heinlein & Cosgarea, 2010).

Esta ideia é reforçada pelo estudo de Batalha, Marmeleira, Garrido & Silva (2014), onde os autores constataram que um macrociclo de treino aquático é suficiente para promover desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros em nadadores. Os mesmos autores afirmam que

- 
- 1** Sub-Dep. de Desporto, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Beja, Beja, Portugal;
  - 2** Dep. de Ciências do Desporto, Exercício e Saúde, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; Vila Real de Trás-os-Montes, Portugal.
  - 3** Dep. de Desporto e Saúde, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal.
  - 4** Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Universidade de Évora.

este facto é consequência da existência de um aumento significativo da força dos rotadores internos (RI), não sendo acompanhados por um mesmo aumento dos seus antagonistas, os rotadores externos (RE).

As lesões na coifa dos rotadores são comuns em natação devido à realização de inúmeras repetições de gestos técnicos que envolvem o complexo articular em causa e afetam nadadores de todas as idades e de todos os níveis (Johnson, Gauvin & Fredericson, 2003), sendo mesmo a lesão músculo-esquelética que mais afeta os nadadores de competição (Walker, Gabbe, Wajswelner, Blanch & Bennell, 2012). A incidência das dores nos ombros atinge 52% dos nadadores de elite e 27% dos nadadores que não são de elite. Também 47% dos nadadores entre os 10 e os 18 anos de idade e 66% dos nadadores seniores, já teve um episódio de dor no ombro (Heinlein & Cosgarea, 2010).

Em 1974 surgiu pela primeira vez o termo “ombro do nadador” (*swimmer shoulder*), usado para descrever um conjunto de sintomas dolorosos de diagnóstico não específico, durante e após o treino de natação (Heinlein & Cosgarea, 2010), sendo a dor relacionada com a coifa dos rotadores o diagnóstico mais usual (Fernández, Verdugo, Feito & Rex, 2012). O “ombro do nadador” é uma condição com um início gradual devido aos movimentos repetitivos e pode ser classificado como microtrauma, sendo a sua etiologia considerada multifatorial (Tovin, 2006). De acordo com a literatura consultada, são vários os fatores de risco para a ocorrência de lesões no ombro em nadadores: laxidão e amplitude de movimentos da articulação glenoumeral, discinesia escapular, desequilíbrios de força na coifa dos rotadores, o género, o nível de natação competitiva, técnica e distância de nado e o uso de palas durante os treinos (Walker et al., 2012).

Os músculos rotadores dos ombros, desempenham um papel fundamental na mobilidade e estabilidade da articulação glenoumeral. Ligeiros desequilíbrios na relação entre os RI e os RE do ombro podem potencializar disfunções ou lesões articulares (Batalha et al., 2012). Desequilíbrios musculares no ombro, indicados por um baixo valor de rácio entre os RE e os RI, têm sido observados em pacientes com instabilidade articular glenoumeral, sendo considerado um fator de risco de lesão no ombro (Niederbracht & Schim, 2008; Lin, Ko, Lee, Chen & Wang, 2015). À partida, os RI são mais fortes do que os RE (Pezarat-Correia, 2010), fruto das exigências da modalidade criando um desequilíbrio com o grupo dos RE, o que pode causar sérias lesões na cápsula posterior da articulação glenoumeral (Marta et al., 2013).

O tratamento de uma lesão desportiva pode ser difícil, dispendioso e moroso, pelo que se justifica a implementação de atividades e programas de prevenção (Parkkari, Kujala & Kannus, 2001; Edouard et al., 2013; Leppänen et al., 2013). Ao nível da prevenção das diferentes patologias do complexo articular dos ombros, especialmente aquelas com incidência na coifa dos rotadores, diversos clínicos e investigadores enfatizaram a importância da realização de programas de treino de fortalecimento dos músculos RI e RE, devido ao seu papel crítico no aporte de estabilidade dinâmica e produção de força ao complexo articular do ombro (Tovin, 2006; Jang & Oh, 2014; Kim & Oh, 2015).

Num estudo recente, Batalha et al. (2015) demonstraram que um programa de treino de força compensatório tem efeitos benéficos nos músculos da coifa dos rotadores do ombro, proporcionando não só um aumento dos valores de força dos RE e dos RI, mas também aumentando o equilíbrio muscular entre eles. De igual modo Wanivenhaus et al. (2012), defendem que um programa completo que inclua exercícios de flexibilidade e fortalecimento muscular dos ombros, deve formar a base do regime de treino de qualquer atleta de natação competitiva. Complementarmente, Gaunt & Maffulli (2011) referem que qualquer programa de fortalecimento muscular para os ombros dos nadadores, deve tentar reproduzir um número elevado de repetições, bem como a capacidade de resistência muscular, semelhante à que é requerida pela natação pura desportiva. Os mesmos autores referem como exemplo, um mínimo de 3 séries de 10 repetições para cada exercício do programa de treino, defendendo que assim, a coifa dos rotadores irá ser alvo de uma melhor solicitação.

Tendo em conta os estudos apresentados e também devido às exigências colocadas pela natação retratadas anteriormente, fará todo o sentido que os nadadores realizem programas de treino para prevenção de lesões no ombro, tendo por base o reforço muscular. Este treino de prevenção de lesões tem sido tema de estudo de vários autores, (Parkkari et al., 2001; Leppänen et al., 2013; Edouard et al., 2013), assente em estudos longitudinais, essencialmente na comprovação e demonstração da sua eficácia. Contudo, são poucos os estudos com nadadores e nenhum autor se debruçou sobre os efeitos a curto prazo, ou seja, os efeitos causados imediatamente após a realização de um programa de prevenção de lesões para os rotadores do ombro.

Reportando-nos a estudos com treino de prevenção de lesões nos ombros realizados com nadadores (Batalha et al., 2015, Kluemper, Uhl & Hazelrigg, 2006; Van de Velde, De Mey, Maenhout, Calders, & Cools, 2011), podemos constatar que os programas de treino são realizados antes do treino aquático. Esta metodologia levanta-nos algumas questões acerca dos efeitos inerentes à realização do programa de treino de reforço muscular, nomeadamente ao nível da possível fadiga que se possa instalar, podendo ou não por em causa a realização do treino aquático que se segue nas melhores condições.

Desta forma, pretendemos com este trabalho, avaliar os efeitos agudos da realização de um programa de treino de prevenção de lesões para a coifa dos rotadores. Para o efeito propomo-nos avaliar a força, resistência e o equilíbrio muscular nos rotadores dos ombros em nadadores de competição, antes e após a realização de um programa de treino de prevenção de lesões. Com os resultados obtidos, esperamos obter algumas indicações sobre se a realização de um programa de treino compensatório tem ou não algum impacto ao nível da coifa dos rotadores dos ombros, que possa por em causa os objetivos de treino aquático a realizar posteriormente.

## Material e métodos

### *Amostra*

A amostra deste estudo (Tabela 1) foi constituída por um grupo de atletas federados em natação pura desportiva (N=23), todos eles de nível nacional. A todos os participantes e respetivos encarregados de educação foram explicados os objetivos e metodologias utilizadas no estudo, após as quais, assinaram uma declaração de consentimento para participarem no estudo. Todos os procedimentos foram previamente aprovados pela comissão de ética para a investigação na área da saúde humana e bem-estar da Universidade de Évora (processo: GD/40477/2014/P1) e respeitaram as normas internacionais de experimentação com humanos (Declaração de Helsínquia de 1975).

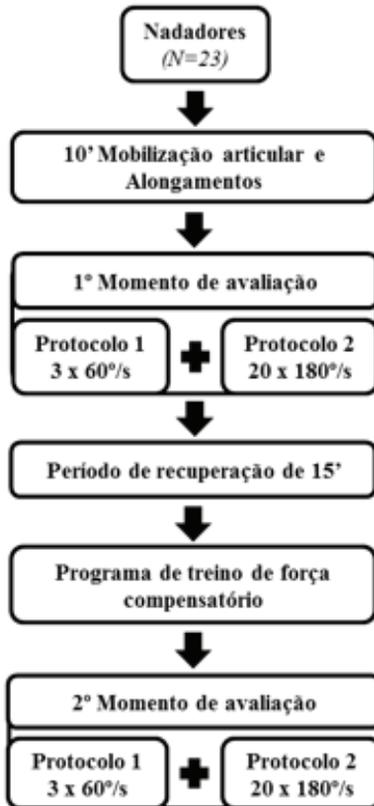
**Tabela 1.** Parâmetros de caracterização da amostra; (valores médios  $\pm$  desvio padrão (DP))

	Média $\pm$ DP (n = 23)
Idade (anos)	16.43 $\pm$ 1.38
Estatura (cm)	168.61 $\pm$ 7.91
Massa Corporal (Kg)	58.97 $\pm$ 7.75
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20.76 $\pm$ 2.54

Para a participação no estudo foram estabelecidos alguns critérios de admissão: idade igual ou superior a 15 anos, praticantes de natação e não apresentarem quaisquer patologias ao nível dos membros superiores e ombros. Da totalidade da amostra, 60.9% (n=14) pertenciam ao género masculino e 39.1% (n=9) ao género feminino, sendo que apenas 2 nadadores tinham o braço esquerdo como membro superior dominante.

*Avaliação da força isocinética*

De modo a uniformizar todo o processo de recolha de dados dos atletas, foi estabelecido um protocolo (figura 1) com todas as tarefas inerentes a essa mesma avaliação.



**Figura 1.** Protocolo de avaliação utilizado na avaliação dos músculos rotadores dos ombros

Tendo em conta os objetivos definidos para a realização deste estudo, houve necessidade de realizar 2 momentos distintos de avaliação da força dos músculos rotadores dos ombros. Um primeiro momento antes da realização do programa de treino de força compensatório e um segundo momento, imediatamente após a realização do referido programa, sem a existência de qualquer tempo de recuperação. O primeiro momento de avaliação era sempre precedido de um período de 10 minutos para os nadadores realizarem mobilização articular e alongamentos dos membros superiores. Após a realização do primeiro momento de avaliação e antes da realização do programa de treino de força compensatório, existia um período mínimo de 15 minutos de recuperação.

Todos os valores de força isocinética dos RI e RE dos ombros foram avaliados no dinamómetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Corp., Shirley, NY, USA), devidamente calibrado. Os nadadores foram avaliados na posição de sentados, com o braço a 90° de abdução no plano sagital e 90° de flexão do cotovelo. Definimos ainda como posição inicial a posição neutra (braço a 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo), iniciando-se o movimento em rotação interna. Os participantes iniciaram os exercícios na posição anteriormente descrita, realizando uma amplitude de movimento de 0° a 90°. De referir que foram acomodados com os cintos do aparelho, de acordo com as instruções do fabricante.

A correção ao efeito da gravidade com o braço descontraído na posição inicial neutra, bem como o alinhamento das articulações foi efetuada em todas as avaliações realizadas, de acordo com as instruções do manual do aparelho utilizado. No que diz respeito à velocidade angular e protocolos utilizados, após a análise de literatura efetuada, e atendendo às especificidades da natação (Heinlein & Cosgarea, 2010; Wanivenhaus et al., 2012) optámos por realizar os seguintes protocolos:

- 1) Protocolo 1 - realização de 3 repetições (ações concêntricas) a uma velocidade angular de 60°/s. O incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante.
- 2) Protocolo 2 - realização de 20 repetições (ações concêntricas) a uma velocidade angular de 180°/s. O incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante.

Com o objetivo de acomodar os participantes ao aparelho, à tarefa a realizar, à velocidade angular e à posição, antes da realização de cada avaliação foi-lhes permitido executar 3 repetições do protocolo que iam realizar. Seguindo as referências da análise de literatura realizada, optámos por realizar o protocolo de velocidade angular mais baixa primeiro. Assim, todos os participantes realizaram o protocolo 1 seguido do protocolo 2, com um intervalo de recuperação de 2 minutos entre ambos. De referir que os nadadores iniciavam a avaliação de forma aleatória com qualquer um dos membros superiores, ou seja, não existiu qualquer ordem pré-determinada nesse aspeto. Assim, poderiam iniciar a avaliação com o membro dominante (MD) ou com o membro não dominante (MND).

#### *Variáveis de estudo*

As variáveis de estudo que utilizamos com vista a alcançar os objetivos do nosso estudo foram as seguintes:

- 1) *Peak-torque (PT)*, definido como o valor mais elevado de momento de força efetuado pelo sujeito avaliado durante a totalidade da amplitude de movimento numa dada repetição, traduzindo a capacidade de realizar força sobre uma partícula em redor de um ponto (centro articular). Esta grandeza Física, denominada por Momento de Força (Torque), tem como unidade o Newton metro (Nm) e é expressa por:  $T = F \times d$  (Perrin, 1993).
- 2) Rácio RE/RI, utilizados com vista a caracterizar a proporcionalidade da relação entre os RI e RE da articulação do ombro, foram calculados através da seguinte fórmula:  $(PT-RE/PT-RI) \times 100$  (Ellenbecker & Davies, 2000).
- 3) Índice de Fadiga (IF), o cálculo do índice de fadiga foi efetuado de acordo com as recomendações do fabricante do instrumento de avaliação (Bio-dex Corporation, 1995), o qual utiliza a seguinte equação:  $[(W1-W2)/W1] \times 100$ . Neste caso, valores de índices de fadiga mais elevados representam maiores níveis de fadiga.

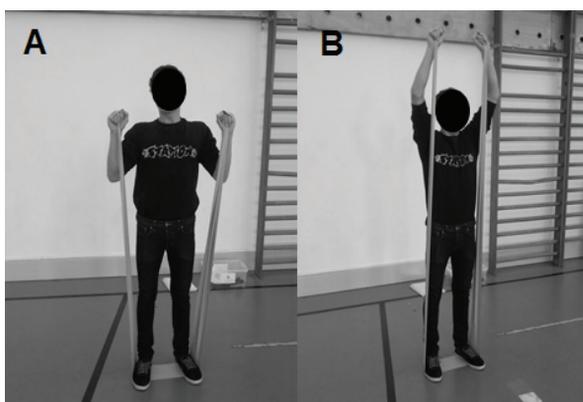
#### *Programa de treino de força compensatório*

O programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros, foi realizado após um período de recuperação mínimo de 15 minutos que se seguia ao primeiro momento de avaliação. O mencionado programa de treino foi elaborado de raiz pelos responsáveis por este estudo e os critérios para a sua construção tiveram por base a revisão de literatura efetuada sobre a temática. Assim, procuramos construir o programa de treino de força

compensatório com exercícios que tivessem um nível de ativação eletromiográfica dos músculos da coifa dos rotadores, moderado ou elevado, com recurso a bandas elásticas Thera-band®, que são o material de treino mais utilizado neste tipo de programas, pois é um meio de treino de resistência muscular de eficácia comprovada (Andersen et al., 2010).

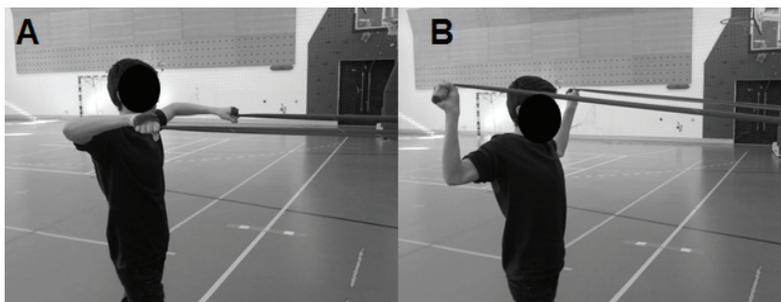
Assim, o programa de treino foi composto por 4 exercícios que utilizaram exclusivamente bandas elásticas Thera-band®. Todos os nadadores realizaram 3 séries de 20 repetições de cada um dos exercícios, com 30 segundos de repouso entre repetições e 1 minuto entre exercícios. Optámos por recorrer a um número elevado de repetições dos exercícios, de modo a ir de encontro à especificidade da natação, que requer a capacidade de resistência muscular e pelo facto da coifa dos rotadores ser alvo de uma melhor solicitação (Gaunt & Maffulli, 2011). A correta execução técnica dos exercícios por parte dos nadadores foi uma preocupação constante, tida em conta pelo investigador que acompanhava os atletas. De referir, que foi sempre o mesmo investigador que acompanhou as sessões de treino.

**Exercício 1 – Prensa de ombros:** Posição inicial na vertical, com colocação do ombro em 90° de flexão no plano da omoplata, os cotovelos em flexão total e mãos em pronação acima dos ombros. Em seguida, os cotovelos realizam uma extensão total e o ombro uma flexão completa, retornando lentamente à posição inicial.



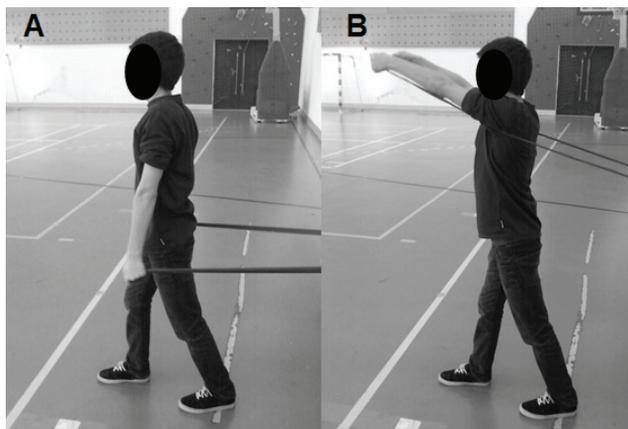
**Figura 2.** Exercício 1 - Prensa de ombros; A - posição inicial; B - posição final.

**Exercício 2 – Rotação externa do ombro com o braço em abdução a 90°:** Posição inicial na vertical, com os ombros a 90° de abdução e os cotovelos a 90° de flexão. Em seguida, o ombro realiza uma rotação externa até a mão estar alinhada com a cabeça, retornando lentamente à posição inicial.



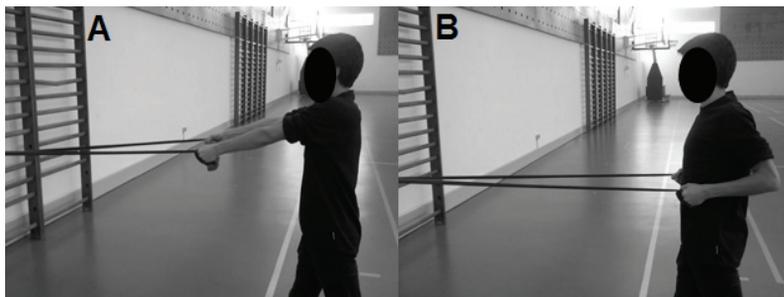
**Figura 3.** Exercício 2 - Rotação externa do ombro com o braço em abdução a 90°; A - posição inicial; B - posição final.

**Exercício 3 – Flexão de ombros acima dos 120° em rotação externa (polegar para cima):** Posição inicial próxima da posição anatômica de referência. Em seguida, os braços realizam uma flexão em simultâneo, acima dos 120°, retornando lentamente à posição inicial.



**Figura 4.** Exercício 3 - Flexão de ombros acima dos 120° em rotação externa (polegar para cima); A - posição inicial; B - posição final.

**Exercício 4 – Remada inferior a 45° de flexão:** Posição inicial na vertical, com os cotovelos em 45° de flexão. Em seguida, os cotovelos realizam um movimento de remada, retornando lentamente à posição inicial.



**Figura 5.** Exercício 4 - Remada inferior a 45° de flexão; A - posição inicial; B - posição final.

Todos os elementos da amostra realizaram uma semana de adaptação aos exercícios apresentados. Durante esta semana foi determinada a tensão inicial do treino, isto é, a cor com a qual cada um deveria iniciar o treino. O Thera-band® Manual (2012) refere que as bandas de cor azul, preta, prateada e dourada são tipicamente utilizadas por atletas. Assim, após duas sessões de adaptação ao material e à técnica de execução, os nadadores efetuavam o teste com bandas elásticas azuis (femininos) e pretas (masculinos). O teste consistia na realização de 2 séries de 20 repetições e mais uma última série até à exaustão. No caso de os nadadores superarem na última série as 30 repetições com técnica adequada, iniciavam o treino com a banda de cor/resistência imediatamente superior. Este teste foi válido para cada um dos exercícios de forma independente, tendo sido já utilizado em estudos recentes (Batalha et al., 2015).

#### *Tratamento estatístico*

Para a realização da análise estatística foi utilizado o *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 22.0, sendo adotado o nível de significância de  $p < 0.05$ . Na estatística descritiva foram utilizadas as médias, desvios padrão e intervalos de confiança com 95%. A normalidade das distribuições foi testada usando o teste de *Shapiro-Wilk*. Para as variáveis que não apresentavam normalidade na sua distribuição, foi utilizada um teste estatístico não paramétrico, nomeadamente o teste de *Wilcoxon*. Para comparar os valores obtidos antes e após da realização do programa de intervenção, foi utilizado o teste *t de Student* para amostras emparelhadas.

## Resultados

Na Tabela 2 constam os resultados referentes às avaliações realizadas à velocidade angular de 60°/s, no MD. Assim, podemos observar que, ao nível dos valores de força dos RE e RI, apesar de haver uma diminuição após o treino realizado, não existiram diferenças significativas entre a pré e pós avaliação. De igual forma, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os valores dos rácios RE/RI entre os dois momentos de avaliação.

**Tabela 2.** Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados antes e após a realização do programa.

Membro dominante – 60°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	P
PT-RE	24.29 ± 7.96	24.09 ± 7.40	- 0,20 ± 4.30	.826
PT-RI	34.57 ± 12.09	32.27 ± 10.49	- 2.30 ± 5.84	.072
Rácio RE/RI	73.50 ± 18.91	77.37 ± 16.40	3.87 ± 16.87	.283

p – teste de t para amostras emparelhadas

Para a mesma velocidade angular, mas para o MND, os resultados encontrados foram semelhantes (Tabela 3), ou seja, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas, antes e após a realização do programa de treino de força compensatório, ao nível do PT-RE ( $p=.334$ ), do PT-RI ( $p=.902$ ) e do rácio RE/RI ( $p=.369$ ).

**Tabela 3.** Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados antes e após a realização do programa.

Membro não dominante – 60°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	P
PT-RE	23.72 ± 7.46	22.96 ± 6.36	- 0.76 ± 3.68	.334
PT-RI	32.67 ± 10.68	32.82 ± 9.37	0.14 ± 5.46	.902
Rácio RE/RI	75.34 ± 17.08	72.31 ± 15.66	- 3.03 ± 15.84	.369

p – teste de t para amostras emparelhadas

A tabela 4 mostra os resultados referentes às avaliações realizadas à velocidade angular de 180°/s, no MD. Após a sua análise podemos verificar que também neste protocolo, o programa de treino de força compensatório, não induz nenhum efeito agudo significativo ao nível das mesmas variáveis PT-RE ( $p=.264$ ), PT-RI ( $p=.138$ ) e rácio RE/RI ( $p=.750$ ), pois não foram observadas diferenças estatísticas significativas, após a sua realização. Também para as variáveis IF-RE e IF-RI, não foram observadas diferenças estatísticas significativas ( $p=.910$  e  $p=.102$  respetivamente).

**Tabela 4.** Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante, respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados antes e após a realização do programa.

Membro dominante – 180°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
<b>PT-RE</b>	23.40 ± 6.07	22.54 ± 5.70	- 0.86 ± 3.61	.264
<b>PT-RI</b>	33.04 ± 12.24	30.71 ± 9.67	- 2.33 ± 7.25	.138
<b>Rácio RE/RI</b>	75.52 ± 18.54	76.76 ± 16.38	1.24 ± 18.43	.750
<b>IF-RE</b>	29.80 ± 10.84	29.57 ± 14.91	- 0.23 ± 9.47	.910
<b>IF-RI</b>	21.48 ± 10.67	24.81 ± 10.14	3.33 ± 9.37	.102

p – teste de t para amostras emparelhadas

Para o MND na mesma velocidade angular (180°/s), os resultados foram semelhantes aos do MD, na medida em que não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, para as mesmas variáveis, significando que o programa de treino de força compensatório, não induz uma fadiga significativa (Tabela 5).

**Tabela 5.** Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante, respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados antes e após a realização do programa.

Membro não dominante – 180°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
<b>PT-RE</b>	22.23 ± 6.44	21.97 ± 5.22	- 0.26 ± 3.12	.688
<b>PT-RI</b>	31.71 ± 9.93	30.94 ± 9.92	- 0.77 ± 5.65	.522
<b>Rácio RE/RI</b>	71.43 ± 2.29	74.28 ± 13.99	2.86 ± 13.68	.327
<b>IF-RE</b>	29.25 ± 8.76	31.69 ± 14.67	2.44 ± 15.71	.464
<b>IF-RI</b>	18.77 ± 1.88	21.65 ± 14.57	2.87 ± 13.24	.309

p – teste de t para amostras emparelhadas

## Discussão

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos agudos da realização de um programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros, ao nível da força, equilíbrio muscular e fadiga muscular, em nadadores. Os resultados revelam que, o programa de reforço muscular realizado não provoca uma alteração na força, resistência e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros.

Pela análise realizada, até à data não existe nenhum estudo que procure verificar os efeitos agudos do referido tipo de programa de treino, sendo que a totalidade dos estudos realizados utiliza programas de intervenção de carácter longitudinal, ou seja, estudos que procuram verificar os efeitos a longo prazo.

Uma primeira constatação que podemos efetuar pela análise dos resultados, e que é consensual nos estudos similares (Ellenbecker & Roert, 2003; Gozlan et al., 2006; Batalha et. al., 2015), tem a ver com a capacidade de maior produção de força do RI em relação aos RE, em qualquer dos protocolos utilizados (60°/s e 180°/s) e em qualquer um dos membros avaliados (MD e MND). O argumento que sustenta o facto da capacidade que os RI têm de produzir força ser maior que os seus antagonistas, tem a ver com a evidência de que os músculos RI, para além de serem estimulados de uma forma mais constante nos gestos realizados, serem também em maior número e consequentemente mais fortes (Ellenbecker & Roert, 2003; Dark et al., 2007).

Contrariamente a diversos estudos de carácter longitudinal que utilizaram programas de treino compensatório ao nível dos rotadores do ombro, em que existiram ganhos de força, no nosso estudo verificou-se uma ligeira diminuição dos valores de PT, tanto dos RI como dos RE após a realização do programa de treino compensatório, sendo este contudo um efeito imediato já esperado, associado à realização do próprio programa, mas cujos valores não foram considerados significativos.

Estudos prévios propuseram que o cálculo do rácio RE/RI pode ser um instrumento útil para identificar desequilíbrios musculares no ombro de nadadores (Ellenbecker & Davies, 2000; Batalha et al., 2012). Dados normativos de alguns estudos realizados apontam um intervalo de valores de rácios RE/RI entre 66% e 75%, como valores considerados adequados (Ellenbecker & Davies, 2000; Cingel, Kleinrensinkb, Mulderc, Bied, & Kuiperse, 2007). Na interpretação dos dados relativos aos rácios é comum associar a sua diminuição a instabilidade e desequilíbrios musculares na articulação glenoume-

ral (Ellenbecker & Roert, 2003). Alguns autores associaram mesmo valores iniciais baixos de rácios unilaterais (avaliados na pré-época) a futuras lesões na articulação do ombro (Byram et al., 2010).

Os valores de rácio do nosso estudo, obtidos na 1ª avaliação, oscilam entre os  $71.43\% \pm 2.29\%$  e os  $75.52\% \pm 18.54\%$  em ambos os protocolos (Tabelas 2 a 5). Encontram-se portanto, dentro dos valores de referência apontados pela literatura acima referida, que retrata um equilíbrio muscular nos rotadores dos ombros. Após a realização do programa de intervenção, as alterações verificadas nos valores dos rácios RE/RI não obedeceram a um padrão uniforme, uma vez que variaram consoante o protocolo utilizado e o membro avaliado. Assim, no protocolo de  $60^\circ/s$ , o rácio RE/RI do MD aumentou  $3.87\% \pm 16.87\%$ , para um valor de  $77.37\% \pm 16.40\%$  (Tabela 2). No mesmo protocolo, mas para o MND, verificou-se o inverso tendo o valor diminuído ( $-3.03\% \pm 15.84\%$ ) para os  $72.31\% \pm 31\%$  (Tabela 3). Num trabalho anterior, utilizando jovens nadadores, Batalha et al. (2012) obtiveram valores de rácio muito próximos dos verificados no presente estudo, também sempre superiores aos 70%. No protocolo  $60^\circ/s$ , os autores obtiveram valores de rácio para o MD =  $77.89\%$  e para o MND =  $73.79\%$ . Por outro lado, Gozlan et al. (2006), utilizando uma amostra de nadadores com uma média de idades de 17,2 anos, obtiveram valores de rácio totalmente distintos e extremamente baixos. No protocolo  $60^\circ/s$ , os valores oscilaram entre os  $39.77\%$  e os  $45.36\%$ .

No protocolo  $180^\circ/s$ , os valores de rácio obtidos em ambos os membros aumentaram ligeiramente (MD =  $1.24\% \pm 18.43\%$ , para um valor de  $76.76\% \pm 16.38\%$  e MND =  $2.86\% \pm 13.68\%$  para um valor de  $74.28\% \pm 13.99\%$ ) (Tabelas 4 e 5). Neste protocolo, Batalha et al. (2012) obtiveram valores de rácio para o MD =  $74.77\%$  e para o MND =  $70.11\%$ , valores semelhantes aos obtidos no nosso estudo. Mais uma vez, Gozlan et al. (2006), obtiveram valores de rácio distintos e muito mais baixos no protocolo  $180^\circ/s$ . Os autores registaram valores entre os  $38.04\%$  e os  $44.19\%$ . Neste estudo contudo, a posição de avaliação do braço foi de  $45^\circ$  de abdução, o que poderá justificar a obtenção dos valores diferentes e mais baixos do que aqueles obtidos pelo nosso estudo.

Num estudo com nadadores mais velhos (média de 29 anos de idade), Olivier et al. (2008), apenas obtiveram valores semelhantes no protocolo  $180^\circ/s$  (MD =  $71.4\%$  e MND =  $72.5\%$ ). No protocolo  $60^\circ/s$ , os autores registaram valores bastante inferiores, inclusivamente abaixo dos valores de referência (MD =  $53.27\%$  e MND =  $65.90\%$ ).

Contudo, os autores avaliaram os seus participantes na posição de decúbito dorsal, o que poderá ter influência nos resultados.

Em suma, em ambos os protocolos, na avaliação do MD, os valores de rácio aumentaram, colocando-os ligeiramente acima dos valores de referência, anteriormente referidos. Apesar de não existirem dados de outros estudos que permitam comparar, este resultado é algo inesperado, atendendo a que o reforço foi realizado com ênfase nos RE. A ligeira fadiga nos RI proveniente do programa de treino poderá, contudo, justificar este aumento dos valores de rácio. Por outro lado, é de referir também, que não se registaram valores de rácios abaixo dos 70%, em qualquer protocolo, nem em qualquer membro avaliado, podendo indicar que jovens nadadores apresentam rácios mais elevados fruto de um maior equilíbrio muscular.

Relativamente ao índice de fadiga, no MD e ao nível dos RI, verificou-se um aumento dos valores de  $3.33\% \pm 9.37\%$  (Tabela 4). Já o valor do RE teve um comportamento diferente, registando-se um decréscimo muito ligeiro de  $0.23\% \pm 9.47\%$ . No MND (Tabela 5), verificou-se um aumento dos valores de ambos os rotadores (RE =  $2.44\% \pm 15.71\%$  e RI =  $2.87\% \pm 13.24\%$ ). Em suma, embora sem valores estatisticamente significativos, e com exceção dos valores dos RE do MD, registou-se um ligeiro aumento dos valores na variável IF após a realização do programa de treino de força compensatório. O aumento dos IF, traduzindo uma diminuição da resistência muscular, seria de alguma forma de esperar, partindo do pressuposto que após a realização do programa de reforço muscular a fadiga muscular aumentaria. No entanto, a diminuição verificada não foi significativa, o que vem contrariar o pressuposto avançado. De notar ainda que nas avaliações efetuadas em ambos os membros, o valor do IF-RI foi sempre inferior ao valor do IF-RE (Tabelas 4 e 5), ou seja, os RE apresentaram menor resistência à fadiga que os RI. Esta diferença poderá estar relacionada com o facto de os RI terem uma superior capacidade de produção de força relativamente aos RE, já que são anatomicamente de maiores dimensões e em maior número (Ellenbecker & Roert, 2003; Dark et al., 2007; Batalha et al., 2015).

Não existem valores normativos no que diz respeito ao índice de fadiga, existindo uma escassez ao nível de estudos que analisam esta variável, tornando-se difícil realizar um enquadramento teórico dos valores obtidos. Contudo, na análise de literatura realizada, no estudo de Batalha et al. (2012), os valores do índice de fadiga também foram recolhidos. Os autores registaram para o MD valores de

1.99%  $\pm$  8.54% nos RE e 1.94%  $\pm$  6.73% nos RI. Para o MND, foram obtidos valores de 15.76%  $\pm$  6.74% para os RE e de 5.96%  $\pm$  6.14% para os RI. Estes valores são realmente baixos, diferindo bastante dos registados no nosso estudo. Contudo, a amostra de nadadores do estudo de Batalha et al. (2012), esteve sujeita a um programa de treino de força compensatório durante 32 semanas, o que poderá justificar as diferenças de valores entre os estudos.

## Conclusões

Com base nos resultados apresentados podemos concluir que, a realização de um programa de treino de reforço muscular não tem um efeito agudo na força, resistência e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros em jovens nadadores. Desta forma, a realização do treino compensatório para os rotadores dos ombros antes do treino aquático parece-nos adequada.

## Referências

- Andersen L., Andersen C., Mortensen O., Poulsen O., Bjørnlund I. & Zebis M. (2010). Muscle Activation and Perceived Loading During Rehabilitation Exercises: Comparison of Dumbbells and Elastic Resistance. *Physical Therapy*, 90 (4): 538-549.
- Batalha N., Marmeleira J., Garrido N. & Silva A. (2014). Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *European Journal of Sport Science*.
- Batalha N., Raimundo A., Tomás-Carus P., Barbosa T. & Silva A. (2013). Shoulder rotator cuff balance, strenght and endurance in young swimmers during a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (9): 2562-2568.
- Batalha N., Raimundo A., Tomás-Carus P., Fernandes O., Marinho D. & Silva A. (2012). Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 14 (5): 545-553.
- Batalha N., Raimundo A., Tomás-Carus P., Paulo J., Simão R. & Silva A. (2015). Does a land-based compensatory strength-training programme influences the rotator cuff balance of young competitive swimmers? *European Journal of Sport Science*.
- Cingel, R., Kleinrensink, G., Mulderc, P., Bied, R., & Kuiperse, H. (2007). Isokinetic strength values, conventional ratio and dynamic control ratio of shoulder rotator muscles in elite badminton players. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(4), 287-293.
- Dark, A., Ginn, K. A., & Halaki, M. (2007). Shoulder muscle recruitment patterns during commonly used rotator cuff exercises: an electromyographic study. *Physical Therapy*, 87 (8): 1039-1046.
- Edouard P., Degache F. Oullion R., Plessis J., Gleizes-Cervera S. & Calmels P. (2013). Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. *Int J Sports Med*, 34: 654-660.

- Ellenbecker T. & Davies G. (2000). The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Athletic Training*, 35 (3): 338-350.
- Ellenbecker T. & Roetert E. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport*, 6: 63-70.
- Fernández J., Verdugo R., Feito M. & Rex F. (2012). Shoulder Pain in Swimmers. Pain in Perspective (119-146). Intech. Retrieved from <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/40389.pdf>
- Gaunt T. & Maffulli N. (2011). Soothing suffering swimmers: a systematic review of the epidemiology, diagnosis, treatment and rehabilitation of musculoskeletal injuries in competitive swimmers. *British Medical Bulletin*, 103: 45–88.
- Gozlan G., Bensoussan L., Coudreuse J., Fondarai J., Gremaux V., Viton J. & Delarque A. (2006). Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique : comparaison entre épaule dominante et non dominante. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 49: 8–15.
- Heinlein S. & Cosgarea A. (2010). Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Health*, 2 (6): 519-525.
- Jang J. & Oh J. (2014). Changes in Shoulder External Rotator Muscle Activity during Shoulder External Rotation in Various Arm Positions in the Sagittal Plane. *J. Phys. Ther. Sci.*, 26: 135–137.
- Johnson J., Gauvin J. & Fredericson M. (2003). Swimming Biomechanics and Injury Prevention. New Stroke Techniques and Medical Considerations. *The Physician and Sports Medicine*, 31 (1).
- Kim, H. & Oh, J. (2015). Effects of humeral head compression taping on the isokinetic strength of the shoulder external rotator muscle in patients with rotator cuff tendinitis. *J. Phys. Ther. Sci.*, 27: 121–122.
- Kluemper M., Uhl T. & Hazelrigg H. (2006). Effect of Stretching and Strengthening Shoulder Muscles on Forward Shoulder Posture in Competitive Swimmers. *J Sport Rehabil.*, 15: 58-70.
- Leppänen M., Aaltonen S., Parkkari J., Heinonen A. & Kujala U. (2013). Interventions to Prevent Sports Related Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Sports Med*, 44: 473-486.
- Lin H., Ko H., Lee K., Chen Y. & Wang D. (2015). The changes in shoulder rotation strength ratio for various shoulder positions and speeds in the scapular plane between baseball players and non-players. *J. Phys. Ther. Sci.*, 27: 1559–1563.
- Marta S., Pezarat-Correia P., Fernandes O., Carita A., Cabri J. & Moraes A. (2013). EMG analysis of the shoulder external rotator and trapezius muscles in different exercises. *International Sport Med Journal*, 14 (1): 1-10.
- Niederbracht Y. & Schim A. (2008). Concentric internal and eccentric external fatigue resistance of the shoulder rotator muscles in female tennis players. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 3 (2): 89 – 94.
- Olivier N., Quintin G. & Rogez J. (2008). Le complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 51: 342–347.

- Parkkari J., Kujala U. & Kannus P. (2001). Is it Possible to Prevent Sports Injuries? Review of Controlled Clinical Trials and Recommendations for Future Work. *Sports Med*, 31 (14): 985-995.
- Perrin, D. (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment*. Champaign, IL.
- Pezarat-Correia, P. (2010). Perfil Muscular do Ombro de Atletas Praticantes de Acções de Lançamento. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto*, 4 (1): 34-42.
- Thera-Band: Resistance Band & Tubing Instruction Manual. The Hygenic Corporation (2012). Retirado de [http://www.thera-band.com/UserFiles/File/Resistance\\_Band\\_Tubing\\_Instruction\\_Manual\(1\).pdf](http://www.thera-band.com/UserFiles/File/Resistance_Band_Tubing_Instruction_Manual(1).pdf).
- Tovin B. (2006). Prevention and treatment of swimmer's shoulder. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1 (4): 166-175.
- Van de Velde, A., De Mey, K., Maenhout, A., Calders, P., & Cools, A. M. (2011). Scapular-muscle performance: two training programs in adolescent swimmers. *Journal of Athletic Training*, 46(2), 160-167.
- Walker H., Gabbe B., Wajswelner H., Blanch P. & Bennell K. (2012). Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. *Physical Therapy in Sport*, 1-7.
- Wanivenhaus F., Fox A., Chaudhury S. & Rodeo S. (2012). Epidemiology of Injuries and Prevention Strategies in Competitive Swimmers. *Sports Health*, 4 (3): 246-251.