



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

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

Carlos Filipe de Sousa Bacalhau Paixão

Orientação: Prof. Dr. Nuno Miguel Prazeres Batalha

Mestrado em Exercício e Saúde

Dissertação

Évora, 2015

Este trabalho é dedicado ao meu filho Martim

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Nuno Batalha, meu orientador, pela orientação clara e objetiva, pela transmissão de conhecimentos, profissionalismo, apoio e amizade demonstrada ao longo deste trabalho.

Aos atletas, por terem aceitado participar neste estudo e por se terem envolvido de forma empenhada em todos os procedimentos.

Ao colega António Pires, pela sua disponibilidade e colaboração.

Ao meu amigo João Goulão, companheiro de muitas batalhas, por todos os momentos de apoio e incentivo ao longo desta importante etapa e por toda a amizade que nos une.

A toda a minha família que sempre me apoiou e incentivou.

À minha mãe, pela ajuda e paciência nos momentos mais difíceis. Obrigado por estares sempre presente.

À Alexandra e ao Martim, pela vossa compreensão nos momentos que estive menos presente.

RESUMO

Este estudo pretende dar a conhecer os efeitos agudos de um programa de treino de prevenção de lesões na força e equilíbrio muscular dos rotadores do ombro.

Um grupo de jovens nadadores (N=23) participou como grupo experimental. As avaliações isocinéticas foram realizadas através de dois protocolos distintos: 3 repetições a 60°/s e 20 repetições a 180°/s.

Após a realização do programa de treino de força compensatório, podemos concluir que: 1) não se verifica qualquer efeito agudo significativo ao nível do peak-torque, rácios unilaterais e índice de fadiga dos rotadores do ombro; 2) no género feminino, para o membro dominante e protocolo a 60°/s, existiu uma diminuição significativa da força dos rotadores internos e para o membro não dominante e protocolo a 180°/s, verificou-se um aumento significativo da força dos rotadores externos e um aumento do valor de rácio rotadores externos/rotadores internos.

Palavras-chave: avaliação isocinética; rotadores dos ombros; treino compensatório; nadadores.

Acute effects of an injury prevention training program on strength and muscular balance of the shoulder rotators in swimmers

ABSTRACT

This study aims to present the acute effects of an injury prevention training program on strength and muscular balance of the shoulder rotators.

A group of young swimmers (N = 23) participated as an experimental group. The isokinetic evaluation was performed using two different protocols: 3 repetitions at 60°/s and 20 repetitions at 180°/s.

After the completion of the compensatory strength training program, we can conclude that: 1), there is not any significant acute effect in terms of peak-torque, unilateral ratios and index fatigue in the rotators of the shoulder; 2) in females, for the dominant limb at the 60°/s protocol, there was a significant decrease in the strength of the internal rotator and for the non-dominant limb at the 180°/s protocol, there was a significant increase in the external rotator strength and increase in the value of the ratio external/internal rotators.

INDICE GERAL

CAPITULO I – INTRODUÇÃO	1
1. Enquadramento do problema	2
2. Definição do problema	3
3. Objetivos	6
3.1. Objetivos gerais	6
3.2. Objetivos específicos	7
CAPITULO II - REVISÃO DA LITERATURA	8
1. A incidência e etiologia de lesões no complexo articular do ombro em nadadores	8
2. Programas de treino de prevenção de lesões para a coifa dos rotadores do ombro	12
2.1. Resenha de estudos sobre programas de treino de prevenção de lesões para a coifa dos rotadores do ombro	14
2.2. A ativação eletromiográfica dos exercícios utilizados em programas de treino de prevenção de lesões para a coifa dos rotadores do ombro	18
3. Avaliação da força Isocinética do complexo articular do ombro	23
3.1. Análise e interpretação dos dados isocinéticos	24
3.1.1. Rácios Unilaterais	25
3.1.2. Rácio ou Índice de Fadiga	26
3.1.3. Comparações Bilaterais	27
3.1.4. A utilização de valores normativos	27
3.2. Posição anatómica utilizada na avaliação isocinética da articulação do ombro	28
3.3. Velocidade angular e número de repetições utilizadas na avaliação da força isocinética da articulação do ombro	29

3.3.1. Correção ao efeito da gravidade	30
3.4. Resenha de estudos efetuados sobre a avaliação da força isocinética dos músculos rotadores do complexo articular do ombro	31
CAPITULO III – METODOLOGIA	36
1. Amostra	36
2. Procedimentos	37
2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro	37
2.1.1. Instrumento, posição, velocidade e protocolos de avaliação utilizados	39
2.1.2. Variáveis de estudo	41
2.2. Programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros	42
3. Tratamento estatístico	46
CAPITULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	47
1. Efeitos agudos de um programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais	47
2. Comparação entre os valores do género masculino e do género feminino	49
CAPITULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	54
1. Efeitos agudos de um programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais	54
2. Comparação entre os valores do género masculino e do género feminino	58
3 – Limitações do estudo	61
CAPITULO VI – CONCLUSÕES	62
CAPITULO VII – BIBLIOGRAFIA	64
ANEXOS	73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Músculos da coifa dos rotadores do ombro	12
Figura 2 - Protocolo de avaliação da força dos músculos rotadores do ombro	38
Figura 3 - Exercício 1 - Prensa de ombros com elástico theraband	43
Figura 4 - Exercício 2 - Rotação externa do ombro com o braço em abdução a 90° com elástico theraband	43
Figura 5 - Exercício 3 - Flexão de ombros acima dos 120° em rotação externa (polegar para cima) com elástico theraband	44
Figura 6 - Exercício 4 - Remada inferior a 45° de flexão com elástico theraband	44

INDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Resenha de estudos sobre programas de prevenção de lesões no complexo articular do ombro	17
Quadro 2 – Valores de eletromiografia dos músculos da coifa dos rotadores dos ombros (média \pm dp), normalizados a uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM), durante a realização de exercícios para os ombros com tubos elásticos e com o peso do corpo. Acima dos 45% CIMV o exercício é considerado como efetivamente desafiante para o músculo	20
Quadro 3 – Valores de eletromiografia dos músculos da coifa dos rotadores dos ombros (média \pm dp), normalizados a uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM), durante a realização de exercícios de rotação externa para os ombros com pesos livres. Acima dos 45% CIMV o exercício é considerado como efetivamente desafiante para o músculo	21
Quadro 4 – Valores de eletromiografia dos músculos da coifa dos rotadores dos ombros (média \pm dp), normalizados a uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM), durante a realização de exercícios para os ombros com uma amplitude de movimento acima dos 30° com peso livre. Acima dos 50% CIMV o exercício é considerado como efetivamente desafiante para o músculo	22
Quadro 5 - Resenha de estudos realizados com avaliação isocinética ao complexo articular do ombro	35
Quadro 6 - Parâmetros de caracterização da amostra	37
Quadro 7 – Resistência das bandas elásticas Thera-band baseada nas porcentagem de alongamento das mesmas	45
Quadro 8 – 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	47
Quadro 9 - 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	48
Quadro 10 - 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	48
Quadro 11 - 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	49
Quadro 12 - 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, no género feminino. Resultados antes e após a realização do programa .	50
Quadro 13 - 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, no género masculino. Resultados antes e após a realização do programa .	50
Quadro 14 - 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, no género feminino. Resultados antes e após a realização do programa .	51

Quadro 15 - 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 60º/s, no género masculino. Resultados antes e após a realização do programa .	51
Quadro 16 - Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas, respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga (%) do membro dominante à velocidade angular de 180º/s, no género feminino. Resultados antes e após a realização do programa	52
Quadro 17 - Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas, respetivos rácios RE/RI (%) e índice de fadiga (%) do membro dominante à velocidade angular de 180º/s, no género masculino. Resultados antes e após a realização do programa	52
Quadro 18 - Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas, respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga (%) do membro não dominante à velocidade angular de 180º/s, no género feminino. Resultados antes e após a realização do programa	53
Quadro 19 - Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas, respetivos rácios RE/RI (%) e índice de fadiga (%) do membro não dominante à velocidade angular de 180º/s, no género masculino. Resultados antes e após a realização do programa	53

LISTA DE ABREVIATURAS

Adap. – Adaptado

CIVM - Contração isométrica voluntária máxima

EMG – Eletromiografia

FEM – Feminino

GC – Grupo de controlo

GI – Grupo de intervenção

IF – Índice de fadiga

IF-RE – Índice de fadiga dos rotadores externos

IF-RI – Índice de fadiga dos rotadores internos

MASC – Masculino

MD – Membro dominante

MND – Membro não dominante

Nm – Newton-metro

PT – Peak-torque

PT-RE – Peak-torque dos rotadores externos

PT-RI – Peak-torque dos rotadores internos

RE – Rotadores externos

RI – Rotadores internos

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Na prática de qualquer atividade física ou desportiva, existe sempre associado o risco de lesão, especialmente naquelas em que a repetição de determinados gestos técnicos são um constante (Guney, Harput, Colakoglu & Baltaci, 2015), como é o caso da natação, originando à posteriori, o surgimento de lesão.

O treino de prevenção de lesões tem sido tema de estudo de vários autores, (Parkkari, Kujala & Kannus, 2001; Finch, 2011; Chalmers, 2002; Bahr & Krosshaug, 2005; Leppänen, Aaltonen, Parkkari, Heinonen & Kujala, 2013; Ristolainen, Kettunen, Kujala & Heinonen, 2012; Steffen *et al.*, 2010; Sousa, Mendes, Monteiro & Abrantes, 2014; Edouard *et al.*, 2013b), assente em estudos longitudinais, essencialmente na comprovação e demonstração da sua eficácia. Contudo, nenhum estudo ou autor se debruçou sobre os efeitos de um programa de prevenção de lesões para os rotadores do ombro a curto prazo, ou seja, imediatamente antes da realização de um treino.

Pretendemos com este trabalho, avaliar a força e o equilíbrio muscular na coifa dos rotadores em nadadores de competição, antes e após a realização de um programa de treino de prevenção de lesões para os rotadores dos ombros, com o intuito de perceber se o mesmo pode ser realizado antes do treino aquático.

Assim, dividimos este trabalho em seis capítulos distintos. No primeiro, realizaremos uma introdução à temática, o enquadramento e definição do problema de estudo, bem como a definição dos objetivos.

No segundo capítulo, será realizada a revisão de literatura que abordará diferentes temáticas, tais como, a incidência e etiologia das lesões em nadadores, os programas de treino de prevenção de lesões para a coifa dos rotadores do ombro e a avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro.

O terceiro capítulo é destinado para a metodologia, onde de forma detalhada iremos abordar diversas questões, tais como, a amostra, todos os procedimentos utilizados, as variáveis do estudo e o tratamento estatístico.

A apresentação dos resultados será feita no quarto capítulo, estando a discussão dos mesmos destinada para o quinto capítulo, enquadrada com a revisão de literatura.

Finalmente, no sexto capítulo, serão apresentadas as conclusões deste estudo.

1. Enquadramento do problema

A crescente promoção de estilos de vida ativos, quer seja para reduzir os riscos de doenças crónicas, ou simplesmente para desenvolver a condição física e o bem-estar associados, pode também ser acompanhado pelo aumento do número de lesões (Parkkari *et al.*, 2001; Chalmers, 2002; Steffen *et al.*, 2010; Ristolainen, *et al.*, 2012), causando incapacidade permanente, ou até mesmo terminar a carreira desportiva de um atleta (Ristolainen *et al.*, 2012; Leppänen *et al.*, 2013).

Bahr & Krosshaug (2005), referem que as lesões decorrentes da atividade física e desportiva constituem entre 10% a 19% das emergências tratadas nas instituições de saúde. Entre as lesões que ocorrem com maior incidência em praticantes de atividade física e desporto, encontram-se as lesões no ombro (Ristolainen *et al.*, 2012; Sousa, *et al.*, 2014). Tal incidência, pode dever-se ao facto do ombro ser a articulação com maior mobilidade do corpo humano, possuindo poucos constrangimentos ósseos para permitir uma grande amplitude de movimentos, sendo controlada e estabilizada principalmente por músculos e tecidos moles. As lesões dos tecidos moles, incluem principalmente a musculatura da coifa dos rotadores (Sousa *et al.*, 2014).

As lesões na coifa dos rotadores são comuns em atividades ou modalidades que envolvem um forte e intencional contato com o corpo, bem como sucessivos impactos que recaem sobre o ombro, ou que pressupõem ainda, a realização de inúmeras repetições de gestos técnicos que envolvam o complexo articular em causa (Steffen *et al.*, 2010).

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. Ligeiros desequilíbrios na relação entre os rotadores internos (RI) e os rotadores externos (RE) podem potencializar disfunções ou lesões articulares (Batalha *et al.*, 2012).

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 *et al.*, 2001; Steffen *et al.*, 2010; Edouard *et al.*, 2013b; Leppänen *et al.*, 2013).

Embora haja uma relativa grande quantidade de literatura dedicada à lógica, desenho e desenvolvimento de intervenções relacionadas com lesões, tem havido poucos estudos publicados sobre a eficácia da prevenção de lesões (Finch, 2011; Leppänen *et al.*, 2013). Uma das principais justificações para tal, é que existem desafios significativos na realização de pesquisas de implementação (Finch, 2011).

De acordo com Leppänen *et al.* (2013), é necessária mais pesquisa científica na área da prevenção de lesões, para promover uma participação segura no exercício físico.

2. Definição do problema

A importância da realização de programas de prevenção de lesões, é defendida por vários autores (Parkkari *et al.*, 2001; Steffen *et al.*, 2010; Ristolainen *et al.*, 2012; Edouard *et al.*, 2013b; Leppänen *et al.*, 2013) da literatura consultada.

Os músculos rotadores dos ombros, desempenham um papel fundamental na mobilidade e estabilidade da articulação glenoumeral. 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 (Batalha, Raimundo, Tomás-Carus, Barbosa & Silva, 2013; Niederbracht & Schim, 2008; Lin, Ko, Lee, Chen & Wang, 2015).

Neste domínio, os dinamômetros isocinéticos, podem fornecer informação importante para interpretar da melhor forma os desequilíbrios musculares entre os músculos agonistas e antagonistas (Radaelli, Bottaro, Weber, Brown & Pinto, 2010). A avaliação isocinética é um meio confiável e válido para avaliar objetivamente o desempenho muscular, de uma forma segura e fiável, proporcionando critérios objetivos e fornecendo dados reproduzíveis para avaliar e monitorizar o desempenho de qualquer indivíduo. Vários testes podem ser realizados, desde a avaliação da potência, até aos testes de resistência. Os testes isocinéticos que são frequentemente realizados para analisar o desempenho muscular incluem o momento máximo de força ou *peak-torque* (PT), a taxa de desenvolvimento da força, a aceleração, a desaceleração, a amplitude de movimento, o trabalho total e a potência média (Ellenbecker & Davies, 2000).

É possível encontrar na literatura alguns estudos que utilizam a avaliação isocinética dos músculos rotadores, posteriormente à realização de programas de prevenção de lesões para o complexo articular do ombro.

Ellenbecker & Roetert (2003), num estudo onde avaliaram tenistas juniores de elite, verificaram que os RE atingiram a fadiga mais rapidamente que os RI. Os mesmos autores sugerem que, os desequilíbrios musculares do ombro aumentam mediante a atividade prolongada, aumentando assim o risco de lesão para os atletas ao longo da duração do jogo.

Mullaney & McHugh (2006), num estudo com atletas que praticavam desportos de lazer, onde não realizavam ações de lançamento, avaliaram a fadiga dos músculos RE do ombro, em ação excêntrica, *versus* os RI em ação concêntrica. Os resultados não mostraram diferenças significativas.

Niederbracht, Schim, Sloniger, Paternostro-Bayles & Short (2008), realizaram um estudo que teve como objetivo avaliar os efeitos de cinco semanas de aplicação de um programa de treino de força muscular não-isocinético para o ombro (quatro dias por semana), na capacidade de força excêntrica dos músculos rotadores externos, em jovens tenistas de nível académico do sexo feminino. Como resultado, o programa de treino de força muscular para o ombro aumentou significativamente a capacidade de força excêntrica externa, sem efeitos significativos sobre a capacidade de força

concêntrica, sobre a força média concêntrica interna ou sobre a força média excêntrica externa.

Van de Velde, De Mey, Maenhout, Calders & Cools (2011), avaliaram o desempenho escápulo-muscular isocinético numa população de nadadores adolescentes e compararam os resultados de dois programas de treino, um desenvolvido para a força e o outro para a resistência muscular do ombro. Os programas tiveram a duração de doze semanas, aplicados três dias por semana, antes do treino dentro de água. Após a realização dos programas de treino, não houve diferenças entre os grupos de treino, no que diz respeito ao PT e ao índice de fadiga (IF). A força dos RI e RE do membro não-dominante melhorou, sendo que o IF dos RI de ambos os membros e do RE do membro não-dominante piorou após a realização dos programas de treino. Assim, quer o treino de força, quer o treino de resistência muscular, melhoraram a força absoluta da musculatura do ombro e nenhum dos programas de treino teve um efeito positivo na resistência muscular do ombro.

Hibberd, Oyama, Spang, Prentice & Myers (2012), avaliaram a eficácia de um programa de intervenção de reforço muscular e flexibilidade, com a duração de seis semanas, aplicado três vezes por semana, na melhoria da força muscular glenoumeral e escapular em nadadores universitários. Os autores consideraram que não existiram alterações significativas na força muscular glenoumeral e na força escapular.

Mais recentemente, Batalha *et al.* (2013), realizaram um estudo com o objetivo de analisar os efeitos de uma época competitiva de natação, na força equilíbrio e resistência na coifa dos rotadores dos ombros em jovens nadadores. Foi utilizada uma amostra de dois grupos, sendo um grupo constituído por jovens nadadores e o outro grupo por jovens sedentários. As avaliações foram realizadas em três momentos distintos da época desportiva. No que diz respeito ao índice de fadiga, dentro dos grupos, os autores não encontraram diferenças significativas nos diferentes momentos, ao nível dos RI e os RE. Contudo, entre grupos, as diferenças verificaram-se principalmente ao nível dos RI, sugerindo assim, que uma época competitiva de natação favorece o aumento dos desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros, devido ao aumento dos níveis de força e resistência dos RI. Na sequência destes

resultados, os autores sugerem a adesão a um programa de treino de reforço muscular por parte dos nadadores, de modo a evitar os desequilíbrios musculares dos rotadores dos ombros, que muitas vezes culminam em lesão.

Como podemos constatar, a bibliografia acerca desta temática não é uniforme, muito por causa dos diferentes protocolos e amostra utilizados. Os resultados variam entre a não existência de diferenças significativas entre os RE e RI, a maior resistência dos RI relativamente aos RE e uma maior resistência à fadiga nos RE em ação excêntrica, no membro dominante. Chegamos também à conclusão, que todos os estudos assumem um caráter longitudinal, oscilando a duração da verificação dos efeitos dos respetivos programas de prevenção entre os, um e os dois meses.

Por outro lado, com base no conhecimento da modalidade e com base em alguns estudos realizados com nadadores (Kluemper, Uhl & Hazelrigg, 2006; Batalha *et al.*, 2015), sabemos que a maioria dos programas de treino de prevenção de lesões é realizada antes do treino aquático. Esta metodologia levanta-nos algumas questões acerca da fadiga inerente à realização do programa de treino ser ou não significativa, que ponha em causa a realização do treino aquático nas melhores condições possíveis.

Com base no que atrás foi referido, nenhuma investigação de caráter transversal se debruçou especificamente acerca do efeito agudo que a realização de um programa de treino de prevenção de lesões pode provocar na coifa dos rotadores, ou seja, logo após a realização do respetivo programa. Encontramos assim uma justificativa para o nosso estudo, onde nos questionamos acerca de quais os efeitos agudos da realização de um programa de treino específico de prevenção de lesões.

3. Objetivos

3.1. Objetivos Gerais

Este estudo pretende dar a conhecer os efeitos de um programa de treino de prevenção de lesões na força e equilíbrio muscular dos rotadores do ombro, em nadadores.

Através do nosso estudo e 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 a realizar posteriormente.

3.2. Objetivos específicos

1) Avaliar os efeitos da realização de um programa de treino compensatório para os rotadores dos ombros ao nível:

- da força dos RI;
- da força dos RE;
- do equilíbrio muscular, traduzido pelos rácios entre RE e RI;
- da fadiga muscular dos rotadores dos ombros.

CAPITULO II - REVISÃO DA LITERATURA

1. A incidência e etiologia de lesões no complexo articular do ombro em nadadores

Para maximizar os benefícios para a saúde provenientes da prática do desporto e do exercício físico e para minimizar os custos diretos e indiretos associados com lesões, o desenvolvimento e a adoção de estratégias de prevenção de lesões deve ser um objetivo primordial a alcançar (Steffen *et al.*, 2010; Ristolainen *et al.*, 2012).

Desde logo, no mundo do desporto, entende-se por lesão toda e qualquer condição que não permita ao atleta participar plenamente em situações normais de treino ou competição (Seminati & Minetti, 2013).

Num estudo realizado por Ristolainen *et al.* (2012), onde procuraram averiguar o papel das lesões no término das carreiras desportivas de atletas de alto nível, verificaram que 54% dos participantes terminaram a sua carreira devido a uma lesão, com uma média de 24,1 anos idade. Os mesmos autores verificaram ainda que, as lesões no ombro e no joelho foram a razão mais comum apresentada pelos participantes para terminarem a carreira desportiva. Destes, 17% revelaram que a lesão lhes causou uma incapacidade permanente de intensidade leve ou moderada, na realização das atividades da vida diária.

As lesões e dores ao nível do complexo articular do ombro, são comuns em 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), com uma taxa de incidência entre os 41% e os 90% (Wanivenhaus, Fox, Chaudhury & Rodeo, 2012).

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 complexo articular do ombro está “desenhado” para alcançar a maior amplitude de movimentos e com os maiores graus de liberdade do que qualquer outra articulação do corpo humano (Tovin, 2006). Assim, o ombro é um complexo articular que possui uma instabilidade inerente, como tal a força dos músculos que o integram, é crítica para manter a estabilidade, os movimentos adequados e um funcionamento sem dor (Wanivenhaus *et al.*, 2012).

A modalidade de natação exige dos ombros vários movimentos diferentes, a maior parte sendo movimentos de circundução com diferentes graus de rotação interna e externa e movimentos de protração e retração escapular (Tovin, 2006).

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).

Numa época competitiva, um nadador realiza uma média de 6.000 a 10.000 metros por dia em treino. Os treinos decorrem geralmente em 5 a 7 dias por semana, frequentemente 2 vezes por dia. Esta carga equivale a um total de 60.000 a 80.000 metros nadados por semana. Com uma média de 8 a 10 ciclos de braçada por cada 25 metros, os nadadores realizam cerca de 30.000 rotações em cada braço por semana, colocando assim uma enorme tensão na cintura escapular e na articulação glenoumeral (Heinlein & Cosgarea, 2010). A fadiga muscular da coifa dos rotadores causada pelos movimentos repetitivos, pode resultar em microtraumas, devido à diminuição da estabilização dinâmica da cabeça do úmero. O movimento de adução e a força de rotação interna induzidos pelo nado, pode provocar desequilíbrios musculares e a uma redução da estabilidade glenoumeral (Wanivenhaus *et al.*, 2012).

Devido à elevada repetição do número de braçadas e à força gerada pelos membros superiores, os ombros dos nadadores são extremamente vulneráveis a lesões, na qual a força propulsiva é obtida essencialmente pelos membros superiores (Sein *et al.*, 2010; Heinlein & Cosgarea, 2010), sendo fácil perceber que poderá ocorrer uma sobrecarga do complexo articular do ombro, que promove o desequilíbrio muscular das suas estruturas.

Ligeiros desequilíbrios na relação entre os RI e os RE podem potencializar disfunções ou lesões articulares (Edouard *et al.*, 2011; Batalha *et al.*, 2012). 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 rácio RI/RE, o equilíbrio de força entre os músculos rotadores internos e externos, tem sido usado para identificar possíveis fatores de risco em diversas patologias do ombro, podendo auxiliar na formulação de programas de treino apropriados (Lin *et al.*, 2015).

É muito importante manter um equilíbrio adequado entre os rotadores internos e externos do ombro. A realização de exercícios específicos de força é fundamental para a prevenção de lesões no ombro dos nadadores (Marta *et al.*, 2013).

De acordo com Heinlein & Cosgarea (2010), perto de 90% da força propulsiva realizada pelos nadadores advém dos membros superiores, o que em parte explica a causa das lesões nos ombros, sendo ainda as dores nos ombros a queixa mais comum entre os nadadores. Os mesmos autores referem que a incidência das dores nos ombros atinge 52% dos nadadores de elite e 27% dos nadadores que não são de elite. Acrescentam ainda que 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.

Batalha, Marmeleira, Garrido & Silva (2014), constataram que um macrociclo de treino aquático é suficiente para promover desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros em nadadores. Os mesmos autores afirmam que, este facto é consequência do aumento da força muscular dos

rotadores internos do ombro, quando comparados com os seus antagonistas, aumentando assim o desequilíbrio muscular entre agonistas e antagonistas.

Malliou, Giannakopoulos, Beneka, Gioftsidou & Godolias (2004) definem desequilíbrio muscular como uma falha na relação dos músculos agonistas-antagonistas, quando o grupo de músculos agonista-antagonista cooperam no seu funcionamento de forma a controlar a articulações pelas quais são responsáveis. Assim, o termo equilíbrio refere-se ao equilíbrio da relação de forças do grupo de músculos agonista-antagonista.

Reconhecer a amplitude de movimentos e os desequilíbrios musculares nos membros superiores dos nadadores, pode ajudar a evitar ou minimizar lesões do complexo articular do ombro (Riemann, Witt & Davies, 2011). De facto, vários estudos têm demonstrado que é possível reduzir a incidência de lesões em adultos e adolescentes, através da utilização de vários programas de treino (Bahr & Krosshaug, 2005; Tate *et al.*, 2012).

Ao nível 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 rotadores internos e externos, 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).

De acordo com Escamilla, Yamashiro, Paulos & Andrews (2009), os músculos da coifa dos rotadores demonstraram ser importantes estabilizadores da articulação glenoumeral em múltiplas posições do ombro. Segundo os mesmos autores, um fortalecimento adequado da musculatura da coifa dos rotadores é importante para ajudar na elevação e movimentação do braço, na compressão e centralização da cabeça do úmero na fossa glenoide durante a movimentação do ombro e para resistir ao movimento de translação da parte superior da cabeça do úmero devido à atividade do deltoide.

A coifa dos rotadores é composta pelos seguintes músculos (figura 1): supraespinhoso, infraespinhoso, pequeno redondo e subescapular (Quillen, Wuchner & Hatch, 2004; Escamilla *et al.*, 2009).

O supraespinhoso possibilita compressão, movimento de abdução e fornece força aos movimentos de RE na articulação glenoumeral. O infraespinhoso e o pequeno redondo fornecem compressão glenoumeral e possibilitam a RE e a abdução e fornecem resistência superior e anterior à cabeça do úmero, nos movimentos de translação exercendo força postero-inferior na cabeça do úmero. O subescapular possibilita compressão glenoumeral, estabilidade, RI e o movimento de abdução (Escamilla *et al.*, 2009).

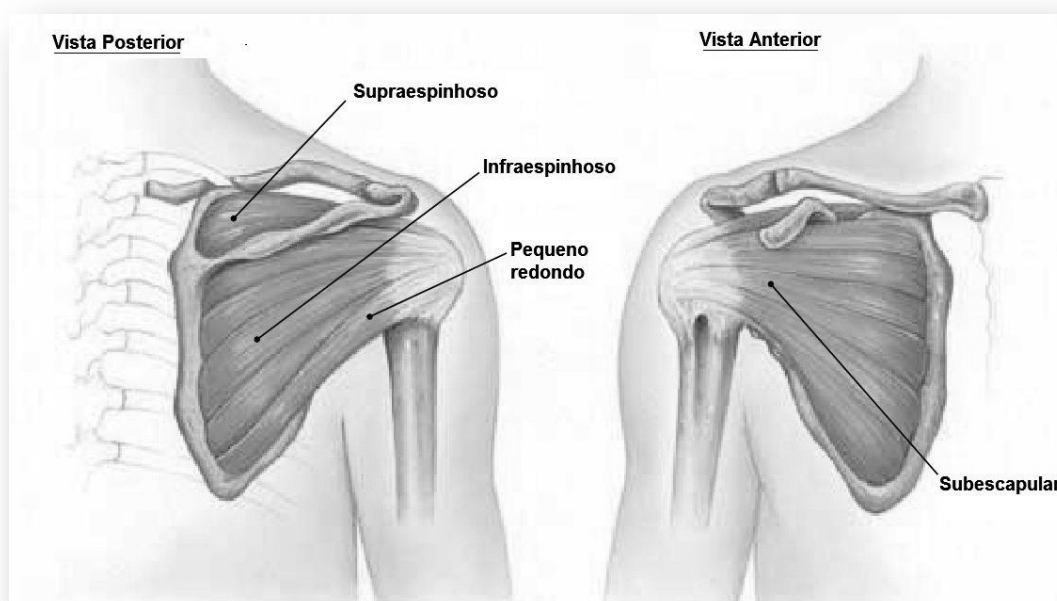


Figura 7 - Músculos da coifa dos rotadores do ombro (Adap. de Quillen, Wuchner & Hatch, 2004).

2. Programas de treino de prevenção de lesões para a coifa dos rotadores do ombro

Aaltonen, Karjalainen, Heinonen, Parkkari & Kujala (2007), conduziram uma revisão sistemática baseada em várias bases de dados, artigos e revisões, acerca dos efeitos de estudos de intervenção com o objetivo de prevenir lesões desportivas. Os autores encontraram evidências da efetividade dos programas destinados à prevenção de lesões desportivas. Os mesmos verificaram que existe uma associação entre a diminuição do risco de lesão

desportiva e as várias intervenções assentes em programas de treino destinados a prevenir lesões desportivas.

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 um aumento dos valores de força dos RE e dos RI e reduzindo o diferencial de forças entre os mesmos RE e RI.

De acordo com Wanivenhaus *et al.* (2012), 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.

Como foi referido, os nadadores realizam um número incrível de rotações de braços por treino, devido às exigências das técnicas de nado. Assim, 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 requerida pela natação. 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 modalidade de natação retratadas no ponto anterior, faz todo o sentido que os nadadores realizem programas de treino para prevenção de lesões no ombro, tendo por base o reforço muscular.

Contudo, este tipo de trabalho não é recomendado para atletas pré-adolescentes, devido ao facto de ainda não terem atingido o pico de crescimento, que lhes permite retirar maiores benefícios do treino de força. Por outro lado, pode efetivamente causar algum tipo de lesão nas crianças (Gaunt & Maffulli, 2011).

2.1. Resenha de estudos sobre programas de treino de prevenção de lesões para a coifa dos rotadores do ombro

Pretendemos agora realizar uma análise de literatura e espelhar os resultados de alguns estudos realizados com o objetivo de verificar os efeitos de diferentes tipos de treino de força ou reforço muscular dos músculos rotadores dos ombros, bem como a metodologia utilizada.

Malliou *et al.* (2004), realizaram um estudo cujo objetivo passava por comparar o efeito de 3 diferentes métodos de treino na alteração dos rácios de força, de forma a restaurar os equilíbrios musculares da coifa dos rotadores dos ombros. A amostra era constituída por 48 estudantes de educação física, divididos em 4 grupos: um grupo de controlo, um grupo experimental que realizava 4 exercícios dinâmicos de força muscular (progressivo: 3 a 7 séries de 8 a 15 repetições), um grupo experimental que realizava exercícios com halteres de 2 Kg de peso e um grupo experimental que realizava um programa de força muscular no aparelho isocinético (10 repetições a velocidades angulares de 90°, 120°, 180°, 210°, 240°, 240°, 210°, 180°, 120° e 90°). Todos os exercícios de todos os grupos tinham como objetivo o fortalecimento dos músculos da coifa dos rotadores dos ombros. Os programas de treino tiveram a duração de 6 semanas. Como resultado, o meio de treino isocinético revelou ser o mais eficaz na alteração dos rácios de força da musculatura da coifa dos rotadores.

Kluemper *et al.*, (2006), propuseram-se a determinar se um programa de treino de força e flexibilidade poderia corrigir a postura dos ombros. Segundo os autores, os desequilíbrios posturais nos ombros dos nadadores (protração), podem ser uma potencial causa de lesão. O programa de exercícios teve a duração de 6 semanas, contendo 2 exercícios de flexibilidade e 3 exercícios de fortalecimento muscular, com resistência progressiva utilizando bandas elásticas Thera-band®. Cada exercício começou por ser realizado numa carga de 3 séries de 10 repetições, progredindo até à 6ª semana para uma carga de 3 séries de 20 repetições. O programa de treino revelou ser efetivo na correção da postura dos ombros dos nadadores.

O estudo de Niederbracht *et al.* (2008), teve como objetivo avaliar os efeitos de 5 semanas de aplicação de um programa de treino de força muscular não-isocinético para o ombro, na capacidade de força excêntrica dos músculos rotadores externos, em jovens tenistas de nível académico do sexo feminino. O programa de treino teve a duração de 5 semanas e todos os exercícios utilizavam tubos elásticos Thera-band®. Cada exercício era realizado em 3 séries de 15 repetições, com 1 minuto de intervalo entre séries. Como resultado, o programa de treino de força muscular para o ombro aumentou significativamente a capacidade de força excêntrica externa, sem efeitos significativos sobre a capacidade de força concêntrica interna, sobre a força média concêntrica interna ou sobre a força média excêntrica externa, levando os autores a afirmar que o seu programa de força diminui os desequilíbrios musculares da coifa dos rotadores e o risco de lesões no ombro.

Van de Velde *et al.* (2011), realizaram um estudo longitudinal com objetivo de avaliar a performance isocinética da musculatura da cintura escapular numa população de nadadores adolescentes. Os nadadores realizaram um programa de treino desenhado para fortalecer essa mesma musculatura durante 12 semanas. O programa de treino continha 4 exercícios, e cada exercício era realizado em 3 séries de 20 repetições. A realização dos exercícios pressupunha a utilização de bandas elásticas, pesos livres e o peso do próprio corpo. Os autores concluíram que o programa de treino promoveu aumentos significativos nos níveis de força.

Hiberd *et al.* (2012) procuraram avaliar a efetividade de um programa de intervenção de fortalecimento muscular da cintura escapular em nadadores. Os autores utilizaram um grupo de controlo (N=17) e um grupo de intervenção (N=20). O programa de treino era constituído por 11 exercícios que utilizavam elásticos Theraband®. Cada exercício era realizado em 2 séries de 15 repetições. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre grupos ao nível da capacidade de força dos músculos estabilizadores da cintura escapular.

Importa agora reter alguns aspetos dos estudos anteriormente descritos (tabela 1). Desde logo, todos os estudos têm um caráter longitudinal, o que

atesta a pertinência do estudo transversal a que nos propomos realizar. A duração dos programas de intervenção dos estudos analisados, oscila entre as 5 e as 16 semanas.

Apenas 2 estudos não têm como amostra nadadores, sendo que no que diz respeito às idades das amostras, oscilam em termos de valores médios entre os 14,7 e os 22,3 anos de idade.

Outro aspeto relevante, prende-se com a quantidade de exercícios que compõem os programas de intervenção. A maior parte varia entre os 3 e os 5 exercícios, existindo apenas um estudo, de Hibberd *et al.* (2012), que apresenta 11 exercícios. Entre os exercícios que são mais utilizados pelos diferentes estudos encontram-se:

- flexão de ombros;
- rotação externa do ombro a 90° de abdução;
- prensa de ombros;
- retração escapular.

Relativamente aos meios de treino utilizados nos programas de intervenção utilizados nos estudos, os autores privilegiam o trabalho com o próprio peso do corpo, com pesos livres, e com tubos e bandas elásticas Thera-band®. As bandas elásticas Thera-band® são aliás o meio de treino mais utilizado, pois é um meio de treino de resistência muscular de eficácia comprovada, de acordo com Andersen *et al.* (2010).

No que diz respeito à dinâmica da carga utilizada pelos autores dos estudos, nomeadamente o volume dos seus programas de intervenção, podemos constatar que estes prescrevem entre as 2 e as 3 séries para cada exercício, sendo que apenas 1 autor, Hibberd *et al.* (2012), prescreveu 2 séries. Quanto ao número de repetições, e apesar de nalguns estudos o número de repetições ser progressivo, os programas terminam com um número de repetições que oscila entre as 15 e as 20 repetições. No estudo de Batalha *et al.* (2012), a última série é realizada até à exaustão.

Quadro 1 - Resenha de estudos sobre programas de prevenção de lesões no complexo articular do ombro.

Estudo	Amostra	N	Idade	Duração	N.º de Exercícios	Meios de treino	Exercícios	Séries x Repetições
Malliou <i>et al.</i> (2004)*	Estudantes de Educação Física	48	\bar{x} = 22,3	6 semanas	4	Peso do corpo	Elevações de braços; Prensa de ombros; Elevações de braços invertidas; Flexões de braços;	Progress.: 3-7 x 8-15
Kluemper <i>et al.</i> (2006)	Nadadores	39 (GI: 24; GC: 15)	\bar{x} = 16	6 semanas	3	Bandas elásticas Theraband®	Retração scapular; Rotação externa; Flexão do ombro.	Progress.: 3 x 10 até 3 x 20
Niederbracht <i>et al.</i> (2008)	Tenistas	12 (GI: 6; GC: 6)	\bar{x} = 19,4	5 semanas	5	Tubos elásticos Theraband®	Rotações externas a 90°, Remadas sentado, Flexões de ombro; Prensa de peito; Rotações externas do ombro.	3 x 15
Batalha (2012)#	Nadadores	20	\bar{x} = 14,7	16 semanas	3	Bandas elásticas Theraband®	"W's"; Prensa de ombros; Abdução de braços;	2 x 20 1 x até exaustão
Van de Velde <i>et al.</i> (2011)	Nadadores	18	\bar{x} = 14,7	12 semanas	4	Peso do corpo; pesos livres; bandas elásticas.	Flexão horizontal do úmero a 60° de elevação com banda elástica; Prancha com apoio nos cotovelos a 90°; Rotação externa glenoumeral na horizontal com peso livre; Abdução horizontal glenoumeral com peso livre.	3 x 20
Hibberd <i>et al.</i> (2012)	Nadadores	37 (GI: 20; GC: 17)	\bar{x} = 19,3	6 semanas	11	Tubos elásticos Theraband®	Flexão de ombros; Extensão de ombros; Rotação interna e externa do ombro a 90° de abdução; Remadas inferiores; Lançamentos em aceleração; Lançamentos em desaceleração; "T's" (retração escapular); "Y's" (retração escapular com rotação para cima); "W's" (retração escapular com rotação para baixo); Extensão de braços à frente com elástico.	2 x 15

(*Programa apenas do grupo que realizou exercícios de força dinâmicos; #Programa apenas do grupo que realizou o treino de força compensatório)

2.2. A atividade eletromiografica dos músculos do complexo articular do ombro

Esta parte da revisão de literatura incide num conjunto de estudos que recorreram à eletromiografia (EMG) para estudar a atividade dos músculos que compõem o complexo articular do ombro na realização de diferentes exercícios. Através da EMG, estes estudos pretendem dar uma justificação científica para a escolha dos exercícios que compõem os programas de treino e de reabilitação do ombro.

A análise eletromiográfica do ombro durante os exercícios pode fornecer informações valiosas, que podem ser aproveitadas para a construção de programas de treino ou de reabilitação do ombro (Escamilla & Andrews, 2009). A EMG fornece informações de quando, em que quantidade e com que frequência um músculo é ativado durante a amplitude do movimento de um determinado exercício. Uma possível aplicação prática da EMG, é comparar a atividade eletromiográfica de um determinado músculo durante a realização de diferentes exercícios (Escamilla *et al.*, 2009). Saberemos por exemplo, quais os exercícios mais apropriados a utilizar num programa de intervenção, que produzem níveis moderados ou elevados de atividade num determinado músculo ou conjunto de músculos.

Escamilla *et al.* (2009) realizaram um estudo de revisão de literatura, onde demonstraram a atividade eletromiografica dos músculos do complexo articular do ombro, na realização de diferentes exercícios (quadros 2 a 4). Os autores referem que existem muitos exercícios na literatura que demonstraram níveis moderados ou elevados de atividade na coifa dos rotadores do ombro, tais como: abdução horizontal em pronação a 100° de abdução com rotação externa; abdução e flexão com rotação externa; flexão e extensão na diagonal; rotação interna e rotação externa a 0° e a 90° de abdução; de pé, extensão de 90° a 0°; flexões de braços; extensão escapular à frente; exercícios de remadas. Os autores utilizaram a percentagem referente a uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) como medida de referência comum, para poderem comparar os valores da atividade eletromiográfica dos diferentes exercícios e estudos.

Recorrendo também à EMG, Sciascia, Kuschinsky, Nitz, Mair & Uhl (2012), realizaram um estudo com o objetivo de determinar se 4 exercícios tradicionais constantes em programas de intervenção para o ombro, ativavam os músculos do ombro em indivíduos com instabilidade da mesma forma que ativavam em indivíduos com ombros estáveis. Os exercícios utilizados foram os seguintes: *push-up plus*; *prone horizontal abduction*; *prone external rotation at 90° of abduction*; e *scaption*. Os autores concluíram que estes exercícios ativaram a musculatura desejada de igual forma em indivíduos com ombros instáveis e com ombros estáveis. Os autores utilizaram também a CIMV como medida de referência comum. No exercício *push-up plus* o *serratus anterior* registou uma atividade elevada (50% a 80% CIMV), no *prone horizontal abduction* e no *prone external rotation at 90° of abduction* o infraespinhoso registou uma atividade moderada a elevada (30% a 80% CIMV) e finalmente no *scaption*, a musculatura escapular e da coifa dos rotadores registou uma atividade moderada (20% a 50% CIMV).

Num outro estudo, Andersen *et al.* (2010), procuraram comparar a ativação muscular através de EMG, em exercícios para os membros superiores realizados com pesos livres e com tubos elásticos Thera-band®. Os resultados não mostraram diferenças significativas ao nível da atividade eletromiográfica entre os dois meios de treino: pesos livres (59% - 87%) e tubos elásticos (64% - 86%), indicando que ambos podem ser utilizados com a mesma eficácia.

Quadro 2 – Valores de eletromiografia dos músculos da coifa dos rotadores dos ombros (média ± dp), normalizados a uma contração isométrica voluntária máxima (CIMV), durante a realização de exercícios para os ombros com tubos elásticos e com o peso do corpo. Acima dos 45% CIMV o exercício é considerado como efetivamente desafiante para o músculo (Adap. de Escamilla et al., 2009).

Exercícios para os ombros com tubos elásticos e com o peso do corpo	Sub-escapular (%CIMV)	Supra-espinhoso (%CIMV)	Infra-espinhoso (%CIMV)	Pequeno redondo (%CIMV)
Push-up plus	122 ± 22	99 ± 36	104 ± 54	47 ± 26
D2 diagonal pattern extension, horizontal adduction, IR	94 ± 51	36 ± 32	33 ± 22	89 ± 57
Eccentric arm control portion of D2 diagonal pattern flexion, abduction, ER	69 ± 48	64 ± 33	45 ± 21	90 ± 50
Standing scapular dynamic hug	58 ± 32	62 ± 31	< 20	< 20
Standing forward scapular punch	69 ± 47	46 ± 31	35 ± 17	69 ± 40
Standing low scapular rows at 45° flexion	69 ± 50	46 ± 31	35 ± 17	69 ± 40
Standing mid scapular rows at 90° flexion	81 ± 65	40 ± 26	27 ± 17	98 ± 74
Standing high scapular rows at 135° flexion	74 ± 53	42 ± 28	31 ± 15	101 ± 47
Standing extension from 90-0°	97 ± 55	30 ± 21	50 ± 57	96 ± 50
Flexion above 120° with ER (thumb up)	99 ± 38	42 ± 22	47 ± 34	112 ± 62
Standing IR at 0° abduction	74 ± 47	10 ± 6	32 ± 51	93 ± 41
Standing IR at 90° abduction	71 ± 43	41 ± 30	24 ± 21	63 ± 38
Standing ER at 0° abduction	72 ± 55	20 ± 13	46 ± 20	84 ± 39
Standing ER at 90° abduction	57 ± 50	50 ± 21	51 ± 30	89 ± 47

0-20% - Atividade muscular baixa; 21-40% - Atividade muscular moderada; 41-60% - Atividade muscular elevada; > 60% - Atividade muscular muito elevada.

Quadro 3 – Valores de eletromiografia dos músculos da coifa dos rotadores dos ombros (média \pm dp), normalizados a uma contração isométrica voluntária máxima (CIMV), durante a realização de exercícios de rotação externa para os ombros com pesos livres. Acima dos 45% CIMV o exercício é considerado como efetivamente desafiante para o músculo (Adap. de Escamilla et al., 2009).

Exercícios de rotação externa do ombro com peso livre	Supra- espinhoso (%CIMV)	Infra- espinhoso (%CIMV)	Pequeno redondo (%CIMV)
Side-lying external rotation at 0° abduction	51 \pm 47	62 \pm 13	67 \pm 34
Standing ER in scapular plane at 45° abduction and 30° horizontal adduction	32 \pm 24	53 \pm 25	55 \pm 30
Prone ER at 90° abduction	68 \pm 33	50 \pm 23	48 \pm 27
Standing ER at 90° abduction	57 \pm 32	50 \pm 25	39 \pm 13
Standing ER at approximately 15° abduction with towel roll	41 \pm 37	50 \pm 14	46 \pm 41
Standing ER at 0° abduction without towell roll	41 \pm 38	40 \pm 14	34 \pm 13
Prone horizontal abduction at 100° abduction with ER (thumb up)	82 \pm 37	39 \pm 17	44 \pm 25

0-20% - Atividade muscular baixa; 21-40% - Atividade muscular moderada; 41-60% - Atividade muscular elevada; > 60% - Atividade muscular muito elevada.

Reinold *et al.* (2004), procuraram quantificar, através de EMG, a ativação muscular dos músculos infraespinhoso, pequeno redondo, supraespinhoso e deltoide, durante a realização de 7 exercícios muito usados em programas de intervenção que têm por objetivo o fortalecimento dos rotadores externos dos rotadores dos ombros. Os autores verificaram que o exercício de rotação externa em decúbito lateral produziu a maior quantidade de atividade eletromiográfica no infraespinhoso (62% CIMV) e no pequeno redondo (67% CIMV). A maior quantidade de atividade eletromiográfica no supraespinhoso (82% CIMV) foi observada no exercício de pronação horizontal, com o ombro a 100° de abdução com RE.

Marta *et al.* (2013), realizaram um estudo muito semelhante ao de Reinold *et al.* (2004), com diferenças ao nível da metodologia de normalização dos dados e do tipo de elétrodos utilizados. Os resultados obtidos estiveram

em linha com os de Reinold *et al.* (2004). Os autores concluíram que se o objetivo for o de fortalecer os músculos deltoide posterior e trapézio, os exercícios de abdução baseados na posição de pronação horizontal são a melhor opção. Por outro lado, se o objetivo for o de fortalecer os rotadores externos da coifa dos rotadores, os exercícios de rotação externa em pronação e de rotação externa em decúbito lateral, parecem ser a melhor opção.

Quadro 4 – Valores de eletromiografia dos músculos da coifa dos rotadores dos ombros (média \pm dp), normalizados a uma contração isométrica voluntária máxima (CIMV), durante a realização de exercícios para os ombros com uma amplitude de movimento acima dos 30° com peso livre. Acima dos 50% CIMV o exercício é considerado como efetivamente desafiante para o músculo (*Adap. de Escamilla et al. (2009).*)

Exercícios para os ombros com uma amplitude de movimento acima dos 30° com peso livre	Sub-escapular (%CIMV)	Supra-espinhoso (%CIMV)	Infra-espinhoso (%CIMV)	Pequeno redondo (%CIMV)
Flexion above 120° with ER (thumb up)	52 \pm 42	67 \pm 14	66 \pm 15	\leq 50
Abduction above 120° with ER (thumb up)	50 \pm 44	\leq 50	74 \pm 23	\leq 50
Scaptation above 120° with IR (thumb up) "empty can"	62 \pm 33	74 \pm 33	\leq 50	\leq 50
Scaptation above 120° with ER (thumb up) "full can"	\leq 50	64 \pm 28	60 \pm 21	\leq 50
Military press	56 \pm 48	80 \pm 48	\leq 50	\leq 50
Prone horizontal abduction at 90° abduction with IR (thumb up)	\leq 50	\leq 50	74 \pm 32	68 \pm 36
Prone horizontal abduction at 90° abduction with ER (thumb up)	\leq 50	\leq 50	88 \pm 25	74 \pm 28
Press-up	\leq 50	\leq 50	\leq 50	\leq 50
Prone rowing	\leq 50	\leq 50	\leq 50	\leq 50
Side-lying ER at 0° abduction	\leq 50	\leq 50	85 \pm 26	80 \pm 14
Side-lying eccentric control of 0°-135° horizontal adduction (throwing deceleration)	\leq 50	\leq 50	57 \pm 17	\leq 50

0-20% - Atividade muscular baixa; 21-40% - Atividade muscular moderada; 41-60% - Atividade muscular elevada; > 60% - Atividade muscular muito elevada.

Em suma, após a breve análise da literatura acerca desta temática, podemos desde logo verificar, que nem todos os músculos da coifa dos rotadores do ombro são estimulados da mesma forma pelos mesmos exercícios. O nível de ativação muscular depende muito das características do exercício realizado, ou seja, tendo em conta a musculatura da coifa dos rotadores um exercício pode ter um nível de ativação moderado ou elevado para um determinado musculo, mas ter um nível de ativação muscular baixo para outro musculo.

Contudo alguns tipos de exercícios parecem ser transversais a todos os estudos e recomendados como parte integrante de programas de intervenção, tais como: exercícios de abdução com RE, exercícios de flexão do ombro, remadas e flexões de braços em pronação.

Verificamos também que nos diferentes estudos realizados, são utilizados diferentes meios de treino, tais como bandas ou tubos elásticos, pesos livres ou apenas o peso do próprio corpo, sendo todos eles considerados eficazes na ativação muscular de determinados exercícios.

3. Avaliação da força Isocinética do complexo articular do ombro

A avaliação isocinética permite avaliar de forma objetiva o desempenho muscular, de uma forma segura, fidedigna e válida (Ellenbecker e Davies, 2000), como foi demonstrado por inúmeros estudos já realizados (Codine, Bernard, Pocholle & Herisson, 2005).

Devido às suas características, os dinamómetros isocinéticos constituem-se como aparelhos de rotina em laboratórios de investigação do exercício e centros de reabilitação. A avaliação isocinética permite uma grande variedade de testes, desde testes de potência a testes de resistência. Os objetivos da avaliação isocinética, tanto em indivíduos saudáveis como sintomáticos, incluem avaliação da função muscular, monitorização de atletas, avaliações para a construção de bases de dados, reavaliações e desenvolvimento de dados normativos (Ellenbecker & Davies, 2000; Edouard *et al.*, 2011; Lin *et al.*, 2015). Entre as contraindicações para a realização dos

testes isocinéticos, estão a dor, amplitude de movimentos limitada, instabilidade nas articulações, câibras e entorses (Ellenbecker & Davies, 2000).

Os dinamómetros isocinéticos operam a uma pré-determinada amplitude de movimento, permitem diferentes modos de contração (isométrico, concêntrico e excêntrico), e várias repetições, permitindo uma prescrição do exercício única, adequada e segura para o indivíduo que a realiza (Caruso, Brown & Tufano, 2012; Edouard *et al.*, 2013a).

Caruso *et al.* (2012), referem que a característica que torna a avaliação isocinética única, seja o facto de permitir aos pacientes/indivíduos uma acomodação na realização do exercício resistido, ou seja, à medida que os pacientes exercem uma força, que aumentaria com a realização do movimento se se tratasse de um aparelho de resistência variável, o dinamómetro isocinético oferece uma força contrária igual para que o movimento ocorra a uma velocidade angular constante.

3.1. Análise e interpretação dos dados isocinéticos

O processo de avaliação isocinético deve ser válido e fiável, ou seja, todas as condições de avaliação devem ser mantidas constantes durante todo o processo de avaliação, para que os seus dados sejam coerentes e possíveis de ser interpretados (Edouard *et al.*, 2011).

Uma das grandes vantagens da avaliação isocinética é o fornecimento de inúmeros dados objetivos, que podem ser utilizados na avaliação e análise do desempenho muscular do atleta. Os dados isocinéticos utilizados com maior frequência para analisar o desempenho muscular, são o *peak-torque (PT)*, o trabalho, a potência, a amplitude de movimento e o tempo de aceleração e de diminuição da aceleração (Ellenbecker & Davies, 2000).

O PT, ou momento de força máximo, é o valor mais elevado de força muscular efetuada pelo sujeito avaliado durante a totalidade da amplitude de movimento numa determinada repetição. Em termos mecânicos representa o resultado do produto da força aplicada num ponto pela distância do ponto de

aplicação dessa força ao centro de rotação do eixo de movimento, sendo a sua unidade de medida o Newton-metro (Nm) (Enoka, 2008).

Segundo Perrin (1993), o conceito de potência representa a velocidade a que um determinado músculo ou grupo muscular consegue produzir força. Potência é o resultado do quociente entre o valor do trabalho realizado pelo tempo sendo expresso em watt (w). A velocidade angular é diretamente proporcional à potência, ou seja, quanto maior a velocidade angular, maior a potência.

O tempo de aceleração e de diminuição da velocidade traduzem a capacidade neuromuscular (Davies, 1992). O tempo de aceleração traduz o tempo (em segundos) necessário para que a velocidade angular estipulada seja atingida pelo esforço do indivíduo desde o início do movimento, sendo revelador da capacidade neuromuscular para acelerar o membro em causa desde o repouso até à velocidade angular estabelecida. Por sua vez, o tempo de desaceleração será o intervalo de tempo entre a velocidade isocinética do teste até à paragem do movimento, traduzindo desta forma a capacidade neuromuscular do controlo excêntrico (musculatura antagonista), para a paragem do movimento (Davies, 1992).

3.1.1. Rácios Unilaterais

A avaliação da força isocinética tem vindo a ser usada como uma rotina que permite acompanhar e despistar desequilíbrios musculares no ombro, quantificando o rácio entre a força dos RE e a força dos RI (Ellenbecker & Davies, 2000).

Avaliar o equilíbrio muscular entre RI e RE é de vital importância na interpretação dos resultados de testes realizados aos membros superiores. Estudos prévios propuseram que a medição do rácio RE/RI pode ser um instrumento útil para identificar desequilíbrios musculares no ombro de atletas, sendo que uma alteração do rácio RE/RI foi associada a pacientes com instabilidade e dor na articulação glenoumeral (Ellenbecker & Davies, 2000; Pezarat-Correia, 2010; Batalha *et al.*, 2012; Lin *et al.*, 2015). Recentemente,

vários valores de rácio entre os músculos agonistas-antagonistas têm sido usados para descrever desequilíbrios musculares durante o movimento, particularmente no desporto, e para identificar possíveis fatores de risco de patologias no ombro (Edouard *et al.*, 2013a).

Esse rácio é normalmente apresentado sob a forma de número racional ou de percentagem, em que 1 ou 100% corresponderiam a forças idênticas nos dois sentidos da rotação. Espera-se naturalmente valores inferiores a 1 e a 100%, dada a menor capacidade que o ser humano naturalmente apresenta no desenvolvimento de força de rotação externa (Pezarat-Correia, 2010), sendo considerado o intervalo entre 66% e 75% de rácio RE/RI, como aquele que traduz, do ponto de vista teórico, um equilíbrio muscular adequado entre a força dos rotadores externos e a força dos rotadores internos (Pezarat-Correia, 2010; Edouard *et al.*, 2011; Batalha *et al.*, 2013; Lin *et al.*, 2015).

De acordo com Ellenbecker & Davies (2000), o rácio unilateral calcula-se de acordo com a seguinte fórmula:

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

Valores de rácio RE/RI fora do intervalo referido (66% e 75%), têm sido entendidos, por parte dos diferentes investigadores, como potenciais indicadores de ombros mais susceptíveis de lesão. De facto, alteração desse rácio tem sido verificada em sujeitos com síndromes de conflito e instabilidade na articulação escápulo-umeral. Essa alteração de rácio RE/RI deve-se normalmente a valores de força de rotação interna superiores, sem que se verifiquem alterações significativas da força de rotação externa (Pezarat-Correia, 2010).

Esta alteração dos valores do rácio, permite fornecer recomendações racionais para a construção de programas de prevenção para o fortalecimento da coifa dos rotadores do ombro (Ellenbecker & Davies, 2000).

3.1.2. Rácio ou Índice de Fadiga

Sauret, Croix, Deighan, Iga & James (2009), definem fadiga muscular como a incapacidade de manter a força requerida ou esperada.

O rácio ou índice de fadiga é usado para determinar a resistência ou a resistência à fadiga dos grupos musculares testados. Normalmente calcula-se dividindo o trabalho realizado na 2ª metade de um número específico de repetições, pelo trabalho realizado na primeira metade desse número específico de repetições (Ellenbecker & Davies, 2000).

Um outro método de determinação do índice de fadiga é a utilização dos valores do trabalho realizado no primeiro terço das repetições e também do último terço das mesmas (Ozçakar *et al.*, 2005; Wilk, 1991, Batalha *et al.*, 2012). O cálculo do Índice de fadiga é efetuado com a seguinte fórmula:

$$[(W1-W2)/W1] \times 100^1$$

3.1.3. Comparações Bilaterais

Avaliação da força, potência e resistência do MD e do MND, é talvez a forma de avaliação mais utilizada. Diferenças bilaterais entre os 10% e 15% são consideradas significativas. Contudo, existem algumas limitações na interpretação deste parâmetro por si só, sendo a existência de um membro dominante e o tipo de atividade praticado pelo avaliado, exemplos dessas limitações. Para indivíduos não desportistas ou atletas recreacionais, presumem-se os valores de diferença bilaterais entre 5% e 10% como normais (Ellenbecker & Davies, 2000).

3.1.4. A utilização de valores normativos

O uso apropriado de valores normativos numa população específica pode fornecer diretrizes importantes de avaliação e de reabilitação. Contudo, a

¹ W1 – Trabalho realizado no primeiro terço das repetições; W2 – Trabalho realizado no segundo terço das repetições.

utilização de valores normativos deve ser utilizada de forma bem contextualizada. A especificidade da população avaliada, os instrumentos e procedimentos utilizados na mesma (diferentes posicionamentos, velocidades de avaliação, etc) influenciam os valores obtidos. Desta forma, quando utilizarmos valores normativos de forma a comparar testes de diversos indivíduos deveremos ter em consideração todos os fatores descritos (Ellenbecker & Davies, 2000).

3.2. Posição anatómica utilizada na avaliação isocinética da articulação do ombro

Embora a avaliação isocinética seja influenciada por diversos fatores (protocolo utilizado, avaliado, aspetos mecânicos, articulação avaliada), a posição de avaliação, incluindo a posição do ombro (postura do ombro e o alinhamento da articulação com aparelho) e a posição do corpo (sentado, deitado ou de pé), parece ser um fator determinante (Edouard *et al.*, 2011).

Numa avaliação isocinética ao complexo articular do ombro, a postura de teste do avaliado pode ser, deitado, sentado ou de pé, e a postura do ombro pode ser, no plano frontal ou escapular, com 0°, 45° ou 90° de abdução do ombro. Não existe um consenso generalizado entre os autores acerca de qual a melhor posição de avaliação. Existem muitas diferenças metodológicas e de desenho dos estudos, referentes a este aspeto (Edouard *et al.*, 2011).

Edouard *et al.* (2011) realizaram um estudo de revisão acerca da fiabilidade das diferentes posições de avaliação do ombro em aparelho isocinético. Os autores concluíram que a posição de sentado com o ombro a 45° de abdução no plano escapular, é a mais fiável na avaliação do PT dos RI e dos RE. Contudo, a fiabilidade na avaliação do rácio RI/RE demonstrou ser baixa.

Ellenbecker & Davies (2000) defenderam que a utilização do posicionamento do braço com 90° de abdução tem algumas vantagens, uma vez que se consegue uma maior estabilização da articulação e do corpo, quer na posição sentado quer em decúbito dorsal. Paralelamente, o posicionamento da articulação para aceder à maior quantidade de força produzida está mais

próximo dos gestos realizados em atividades que utilizam movimentos acima do nível da cintura escapular, como é o caso da natação.

Por outro lado, Dark, Ginn, & Halaki (2007), concluem que exercícios de RE e RI realizados a 90° de abdução mostraram maior atividade electromiográfica em todos os músculos dos rotadores da articulação, especialmente o infra e supra-espinhoso, quando comparados com exercícios a 45° e 0° de abdução.

3.3. Velocidade angular e número de repetições utilizadas na avaliação da força isocinética da articulação do ombro

Como foi referido atrás, uma avaliação isocinética pode ser realizada não só em diferentes posições anatómicas, mas também utilizando diferentes velocidades angulares.

Estas velocidades variam normalmente entre os 30°/s e os 300°/s, sendo consideradas lentas se inferiores a 180°/s ou rápidas se superiores a este mesmo valor (Terrerri, Greve & Amatuzzi, 2001).

Usualmente para o estudo do PT e do trabalho utilizam-se velocidades angulares lentas, uma vez que existe uma relação inversamente proporcional entre a velocidade angular e o momento de força ou torque (Fuente & Secunda, 2003; Mayer *et al.*, 2001). Por outro lado, de forma a aceder a dados de potência e índice de fadiga são utilizadas velocidades intermédias e/ou rápidas (Hill, Pramanik & McGregor, 2005).

No entanto, será conveniente atender a que alguns autores afirmam que avaliações isocinéticas a velocidades acima dos 180°/s não podem ser consideradas fiáveis (Mayer *et al.*, 2001), uma vez que existem dois problemas metodológicos:

- 1) os indivíduos demoram algum tempo a acelerar o membro em causa até à velocidade pretendida;

2) em contrações concêntricas a elevadas velocidades ocorrem “torque artificiais” (“torque overshoots”), os quais acontecem essencialmente nos instantes de inversão do sentido do exercício e não devem ser considerados no cálculo dos *PT*.

Contrariando um pouco as afirmações de Mayer *et al.* (2001), outros autores afirmaram, com base numa investigação realizada, que as avaliações de contrações concêntricas foram válidas até aos 300°/s, sendo progressivamente pouco fiáveis a partir deste valor (Drouin, Valovich-mcLeod, Shultz, Gansneder, & Perrin, 2004).

Relativamente ao número de repetições efectuadas em testes isocinéticos para avaliação dos músculos rotadores da articulação glenoumeral, utilizam-se entre 3 e 5 repetições para velocidades angulares lentas e entre 20 e 30 repetições para velocidades intermédias e rápidas (Terreri *et al.*, 2001).

3.3.1. Correção ao efeito da gravidade

Sempre que uma avaliação isocinética envolve movimentos de um membro numa posição vertical, sendo influenciada pelo efeito da gravidade, o avaliador deverá efetuar procedimentos de correção, que terão em consideração a massa do utensílio utilizado no dinamómetro e também a massa do membro a ser testado (Perrin, 1993).

Em relação às avaliações isocinéticas aos rotadores dos ombros Perrin (1993) reforçou que os RI são “assistidos” pela força da gravidade, sucedendo o contrário aos RE. Assim sendo, o autor aconselhou que sempre que se pretenda avaliar os rotadores dos ombros na posição sentado o avaliador deve ter o cuidado de efetuar a correção do efeito da gravidade, seguindo as instruções do manual do instrumento utilizado.

Caso não se efetue a correção ao efeito da gravidade os valores obtidos pela avaliação isocinética são o resultado do somatório da força muscular com a força da gravidade (Edouard, Calmels & Degache, 2009).

3.4. Resenha de estudos efetuados sobre a avaliação da força isocinética dos músculos rotadores do complexo articular do ombro

Neste ponto iremos efetuar um levantamento de alguns trabalhos realizados com avaliações isocinéticas aos rotadores dos ombros, de forma a conseguirmos ter uma ideia de alguns valores e resultados obtidos pelos mesmos, bem como as principais conclusões, não esquecendo que qualquer análise ou comparação dos resultados, tem de ser feita tendo em conta as diferenças entre estudos, nomeadamente ao nível dos protocolos utilizados, da posição anatómica utilizada na avaliação, da amostra, e do instrumento utilizado, que influenciam de sobremaneira os resultados (quadro 5).

Ellenbecker & Roetert (2003), realizaram uma avaliação isocinética ao complexo articular do ombro de 147 tenistas (81 masculinos e 66 femininos) juniores de elite. Os atletas foram divididos em 2 grupos de idades: 12 – 17 anos e 18 – 21 anos. O aparelho isocinético utilizado foi um Cybex 6000 e a posição de realização da avaliação foi em decúbito dorsal, com o braço a 90° de abdução. Os protocolos de avaliação utilizados foram 5 repetições à velocidade de 210°/s e 5 repetições à velocidade de 300°/s. Os valores médios de rácio obtidos pelos autores, no grupo de idade 12-17 foram, no protocolo 5 x 210°/s, para o MD 69,4% e para o MND 81,6%. No protocolo 5 x 300°/s, para o MD obtiveram 68,05% e para o MND 81,3%. No grupo de idade 18-21, no protocolo 5 x 210°/s, os valores médios obtidos para o MD foram 73,25% e para o MND foram 93,45%. No protocolo 5 x 300°/s, para o MD os valores foram 74,6% e para o MND 97,5%.

Gozlan *et al.* (2006), tentaram efetuar comparações entre MD e MND em atletas de alto nível em três distintas modalidades: ténis, natação pura desportiva e voleibol. A avaliação dos rotadores dos ombros foi efetuada a 3 x 60°/s e 10 x 180°/s na posição de sentado com o braço a 45° de abdução no plano da omoplata. Os valores médios encontrados dos rácios dos nadadores masculinos, para o MD foram a 60°/s de 45,36% e a 180°/s de 39,12%. Para o MND a 60°/s foram de 39,77% e a 180°/s foram de 38,04%. Os valores médios dos rácios dos nadadores femininos, para o MD a 60°/s foram de 43,51% e a

180°/s de 39.09%. Para o MND a 60°/s foram de 40% e a 180°/s foram de 44,19%.

Olivier, Quintin & Rogez (2008), propuseram-se a avaliar o complexo articular do ombro de 20 nadadores de alto nível. Utilizaram o aparelho isocinético marca/modelo Cybex Norm System, avaliando as RI e RE em decúbito dorsal, com 90° de abdução do braço e de flexão do cotovelo. O protocolo utilizado foi 10 x 60°/s e 10 x 180°/s. Os resultados da avaliação isocinética constataram que os nadadores apresentam rácios RE/RI a 60°/s (MD: 53.27%; MND: 65.90%) e a 180°/s (MD: 71,4%; MND: 72,5%). Os mesmos autores concluíram ainda que a prática intensiva da natação pura desportiva promove desequilíbrios bilaterais ao nível dos RI, uma vez que a 60°/s se verificaram diferenças significativas entre os momentos de força máximos da rotação interna do MD (61.2 ± 10.2 Nm) e MND (52.8 ± 9.8 Nm).

Mendonça, Bittencourt, Anjos, Silva & Fonseca (2010), realizaram um estudo com uma amostra de 35 voleibolistas masculinos. Utilizaram o aparelho Biodex 3, e a posição de avaliação foi a de sentado, com o braço a 60° de abdução. Os protocolos utilizados foram 5 x 60°/s e 30 x 360°/s. No protocolo 5 x 60°/s, os autores encontraram valores de rácio para o MD de 68,39% e de 71,59 para o MND. Para o protocolo 30 x 360°/s os autores encontraram valores de rácio para o MD de 72,24% e de 79,06% para o MND.

Batalha *et al.* (2012), utilizaram uma amostra constituída por 60 nadadores, com uma média de idades de 14,6 anos. O aparelho utilizado foi o Biodex 3 e a amostra foi avaliada na posição de sentado com o braço a 90° de abdução. O protocolo de avaliação foi de 3 x 60°/s e de 20 x 180°/s. O autor obteve como valores de rácio do membro dominante 77,89% (3x60°/s) e 74,77% (20x180°/s). No membro não dominante, os valores de rácio foram de 73,79% (3x60°/s) e de 70,11% (20x180°/s). Como valores de PT, no membro dominante e no protocolo 3 x 60°/s, os valores foram de 26,39 Nm nos RE e de 33,88 nos RI. No membro não dominante, os valores foram de 24,96 Nm nos RE e de 34,01 Nm nos RI. Finalmente, no protocolo 20 x 180°/s, no membro dominante os valores obtidos nos RE foram de 23,29 Nm e nos RI de 31,15 Nm. No membro não dominante, os valores dos RE foram de 22,07 Nm e nos

RI de 31,48 Nm. Relativamente ao índice de fadiga, os autores obtiveram para o membro dominante valores de 1,99% para os RE e de 1,94% para os RI. Para o membro não dominante foram obtidos valores de 15,76% nos RE e de 5,96 nos RI.

Andrade *et al.* (2013) avaliaram 20 andebolistas (13 do género feminino e 7 do género masculino), com uma média de idades de 17,3 anos. Utilizaram o aparelho isocinético da marca/modelo Biodex 3, a posição de avaliação foi a de sentado com o braço a 90° de abdução, com o protocolo de 3 x 60°/s. Os autores recolheram valores de rácio apenas do MD, encontrando valores de 79% para a população feminina e de 65% para a população masculina.

Por outro lado, Edouard *et al.* (2013b), também numa amostra de andebolistas (N=16) exclusivamente femininas, com uma média de idades semelhante ($\bar{x} = 18,1$), obtiveram valores ligeiramente diferentes. No protocolo 3 x 60°/s, os autores obtiveram para o MD valores de rácio de 72% e para o MND 77%. No protocolo 3 x 120°/s, para o MD os valores de rácio foram de 71% e para o MND 73%. Finalmente, no protocolo 5 x 240°/s, os valores de rácio para o MD foram de 69% e para o MND os valores foram de 74%. De referir que a posição de avaliação foi sentado, com o braço a 45° de abdução.

Num estudo recente, Guney *et al.* (2015), avaliaram a amplitude de movimento e o rácio RE/RI do ombro do membro dominante, numa amostra de 65 voleibolistas e basquetebolistas, com uma média de idades de 16 anos. O aparelho isocinético utilizado foi um IsoMed 2000, a posição de avaliação foi sentado com o membro superior a 90° de abdução e o protocolo utilizado foi 10 x 90°/s. Os autores obtiveram um valor de rácio para o membro dominante de 83%.

Através da análise da literatura, podemos constatar desde logo, que os estudos realizados que utilizam como amostra grupos de nadadores são em reduzido número.

Nos 3 estudos que utilizam nadadores, a posição de avaliação mais utilizada foi a de sentado e a colocação do membro superior mais referida a de 90° de abdução.

As velocidades angulares de avaliação utilizadas foram comuns aos 3 estudos: 60°/s e 180°/s. O número de repetições varia entre as 3 e as 10 na velocidade de 60°/s e entre as 10 e as 20 na velocidade de 180°/s.

Relativamente aos valores dos rácios, não iremos fazer qualquer tipo de comparação, pois as médias de idades utilizadas nos estudos são bastante diferentes.

Quadro 5 - Resenha de estudos realizados com avaliação isocinética ao complexo articular do ombro.

Estudo	Amostra	N	Idade	Instrumento	Posição	Protocolo	Rácio MD (%)	Rácio MND (%)
Ellenbecker & Roetert (2003)	Tenistas	147 (M: 81; F: 66)	12 – 17 18 – 21	Cybex 6000	Decúbito dorsal – 90° Abdução	5 x 210°/s 5 x 300°/s	12-17 - 210°/s: 69,40 12-17 - 300°/s: 68,05 18-21 - 210°/s: 73,25 18-21 - 300°/s: 74,60	12-17 - 210°/s: 81,60 12-17 - 300°/s: 81,30 18-21 - 210°/s: 93,45 18-21 - 300°/s: 97,50
Gozlian <i>et al.</i> (2006)*	Nadadores	19 (M: 10; F: 9)	\bar{x} = 17,2	Cybex Norm	Sentado – 45° Abdução	3 x 60°/s 10 x 180°/s	M - 60°/s: 45,36 M - 180°/s: 39,12 F – 60°/s: 43,51 F – 180°/s: 39,09	M - 60°/s: 39,77 M - 180°/s: 38,04 F – 60°/s: 40 F – 180°/s: 44,19
Olivier <i>et al.</i> (2008)	Nadadores	20	\bar{x} = 29	Cybex Norm	Decúbito dorsal – 90° Abdução	10 x 60°/s 10 x 180°/s	60°/s: 53,27 180°/s: 71,4	60°/s: 65,90 180°/s: 72,5
Mendonça <i>et al.</i> (2010)	Voleibolistas	35	\bar{x} = 17,1	Blodex 3	Sentado – 60° Abdução	5 x 60°/s 30 x 360°/s	60°/s: 68,39 360°/s: 72,24	60°/s: 71,59 360°/s: 79,06
Batalha <i>et al.</i> (2012)	Nadadores	60	\bar{x} = 14,6	Blodex 3	Sentado - 90° Abdução	3 x 60°/s 20 x 180°/s	60°/s: 77,89 180°/s: 74,77	60°/s: 73,79 180°/s: 70,11
Andrade <i>et al.</i> (2013)	Andebolistas	20 (M: 7; F: 13)	\bar{x} = 17,3	Blodex 3	Sentado - 90° Abdução	5 x 60°/s	M – 60°/s: 65 F – 60°/s: 79	-
Edouard <i>et al.</i> (2013b)	Andebolistas	16 (F)	\bar{x} = 18,1	Con-Trex	Sentado – 45° Abdução	3 x 60°/s 3 x 120°/s 5 x 240°/s	60°/s: 72 120°/s: 71 240°/s: 69	60°/s: 77 120°/s: 73 240°/s: 74
Guney <i>et al.</i> (2015)	Voleibolistas e Basquetebolistas	65 (M: 17; F: 48)	\bar{x} = 16	IsoMed 2000	Sentado - 90° Abdução	10 x 90°/s	90°/s: 83	-

(*Resultados apenas do grupo de nadadores; M: Masculinos; F: Femininos)

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

1. Amostra

A amostra deste estudo foi constituída por um grupo de atletas federados da modalidade de natação (N=23), que na maior parte competem a nível regional e nacional, tendo todos eles participado como grupo experimental.

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 (anexo 1). 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 respeitam as normas internacionais de experimentação com humanos (Declaração de Helsínquia de 1975).

Para a participação no estudo foram estabelecidos alguns critérios de admissão:

- idade igual ou superior a 15 anos;
- praticantes da modalidade de natação;
- não apresentarem quaisquer patologias ao nível dos membros superiores e ombros.

Da totalidade da amostra, 60,87% (N=14) pertenciam ao género masculino e 39,13% (N=9) ao género feminino, sendo que apenas 2 nadadores tinham o braço esquerdo como membro superior dominante, ambos pertencentes ao género masculino.

No quadro 6, encontram-se os parâmetros de caracterização da amostra do nosso estudo.

Quadro 6 - Parâmetros de caracterização da amostra (valores médios \pm desvio padrão (DP))

		Amostra (N=23)
		Média \pm DP
Idade (anos)	Masculinos	16,43 \pm 1,02
	Femininos	16,44 \pm 1,88
	Total	16,43 \pm 1,38
Estatura (cm)	Masculinos	173,43 \pm 5,33
	Femininos	161,11 \pm 4,70
	Total	168,61 \pm 7,91
Massa Corporal (Kg)	Masculinos	60,10 \pm 6,63
	Femininos	57,21 \pm 9,38
	Total	58,97 \pm 7,75
IMC (kg/m²)	Masculinos	19,94 \pm 1,63
	Femininos	22,02 \pm 3,24
	Total	20,76 \pm 2,54

2. Procedimentos

De modo a uniformizar todo o processo de recolha de dados dos atletas, foi estabelecido um protocolo (figura 2) com todas as tarefas inerentes a essa mesma recolha, para que todos os atletas realizassem os mesmos procedimentos nas mesmas condições.

2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro

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 de avaliação, 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 atletas 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 de 15 minutos de recuperação.

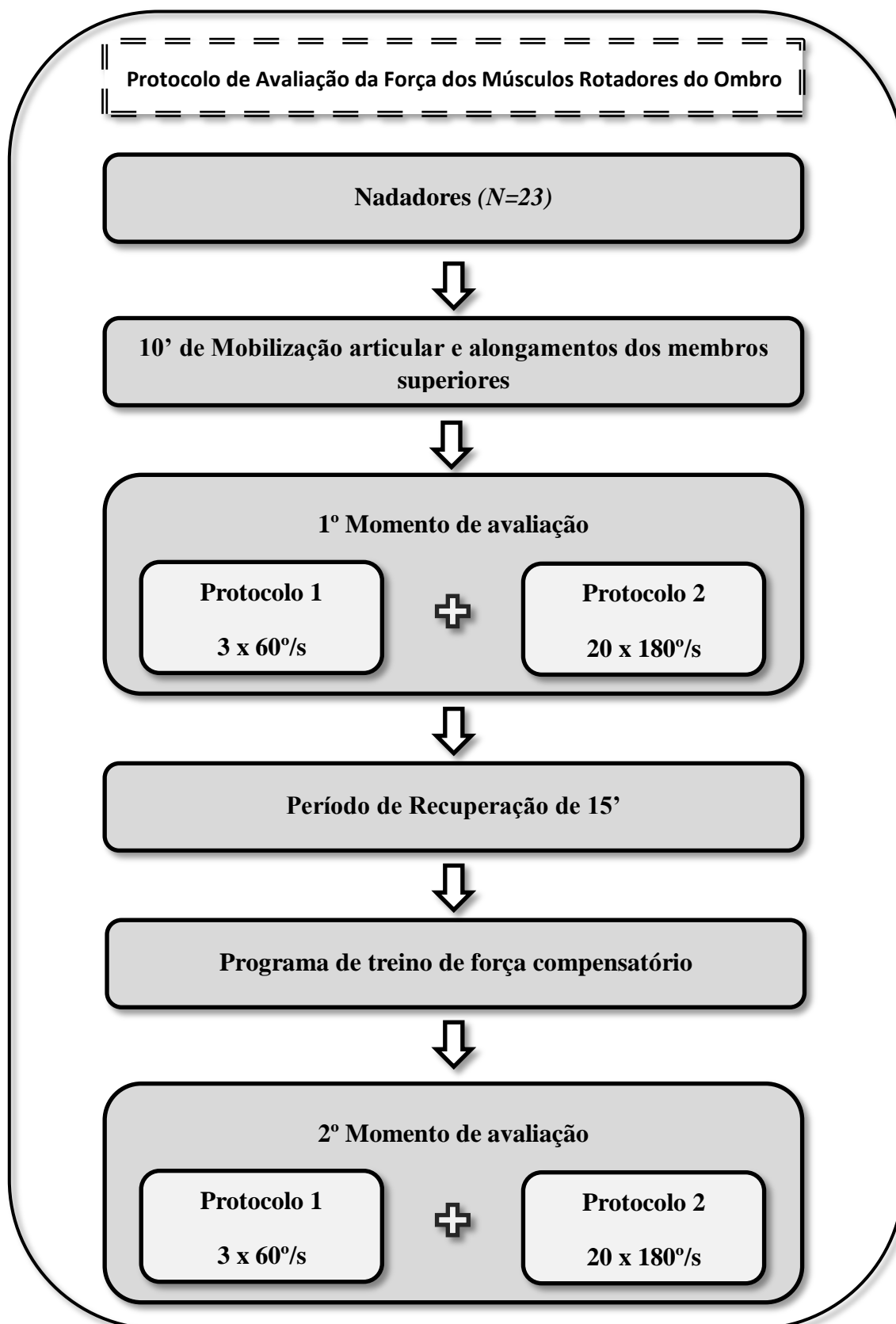


Figura 8 - Protocolo de avaliação da força dos músculos rotadores do ombro

2.1.1. Instrumento, posição, velocidade e protocolos de avaliação utilizados

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.

Dada a variabilidade de posições verificadas na revisão de literatura, pelo fato de não existir um consenso generalizado entre os autores acerca de qual a melhor posição de avaliação, existindo muitas diferenças metodológicas e de desenho dos estudos, referentes a este aspeto (Edouard *et al.*, 2011), considerámos que seria importante atender a alguns pressupostos para efetuar a nossa escolha:

1) a posição de sentado permite maior estabilidade do corpo e da articulação, sendo fiável e segura (Ellenbecker & Davies, 2000);

2) a posição do braço a 90° de abdução e o cotovelo a 90° de flexão, está mais próximo dos gestos realizados em atividades que utilizam movimentos acima do nível da cintura escapular (Ellenbecker & Davies, 2000; Guney *et al.*, 2005), como é o caso da natação;

3) 90° de abdução do braço permitem uma maior atividade electromiográfica em todos os músculos rotadores da articulação do ombro (Dark *et al.*, 2007);

4) a posição utilizada em estudos recentes de referência (Batalha *et al.*, 2012), analisados na revisão de literatura, que utilizam nadadores como amostra.

Assim, tendo em conta o que foi exposto, optou-se pela realização das avaliações isocinéticas, colocando os nadadores sentados, posicionados 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 os participantes eram acomodados com os cintos de segurança do aparelho, conforme 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 e protocolos utilizados, após a análise de literatura efetuada, e atendendo às especificidades da natação (Sein *et al.*, 2010; Heinlein & Cosgarea, 2010; Wanivenhaus *et al.*, 2012) optamos por realizar os seguintes protocolos:

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.

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.

Antes da realização dos protocolos de avaliação, os participantes realizavam durante um período de 10 minutos, exercícios de mobilização articular e de alongamentos.

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, optamos por realizar o protocolo de velocidade angular mais baixa primeiro que o protocolo de velocidade angular mais alta. 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 participantes 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 MD ou com o MND. Posteriormente, a cadeira era colocada de forma a efetuarem a avaliação com o membro superior oposto.

2.1.2. Variáveis de estudo

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

- **Peak-torque (momento de força máximo)**, 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: $T=Fx d$ ² (Perrin, 1993).

- **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: $(PT-RE/PT-RI) \times 100$ ³ (Ellenbecker & Davies, 2000; Batalha *et al.*, 2012).

- **Índice de Fadiga**, o cálculo do índice de fadiga foi efetuado de acordo com as recomendações do fabricante do instrumento de avaliação (Biodex 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.

² Torque (T)=Força (F) x Braço da alavanca (d)

³ PT-RE – Peak-Torque dos rotadores externos; PT-RI – Peak-Torque dos rotadores internos

Para além das variáveis definidas anteriormente, determinámos ainda as alterações entre os momentos de avaliação, as quais correspondem à diferença entre os valores obtidos em cada um dos momentos (pós – prévio).

2.2. Programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros

O programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros, foi realizado após um período de recuperação de 15 minutos que se seguia ao primeiro momento de avaliação.

O 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[®] (Anexo 2). 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 o investigador que acompanhou as sessões de treino foi sempre o mesmo.

- **Exercício 1 – Prensa de ombros com elástico Theraband®:** 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.

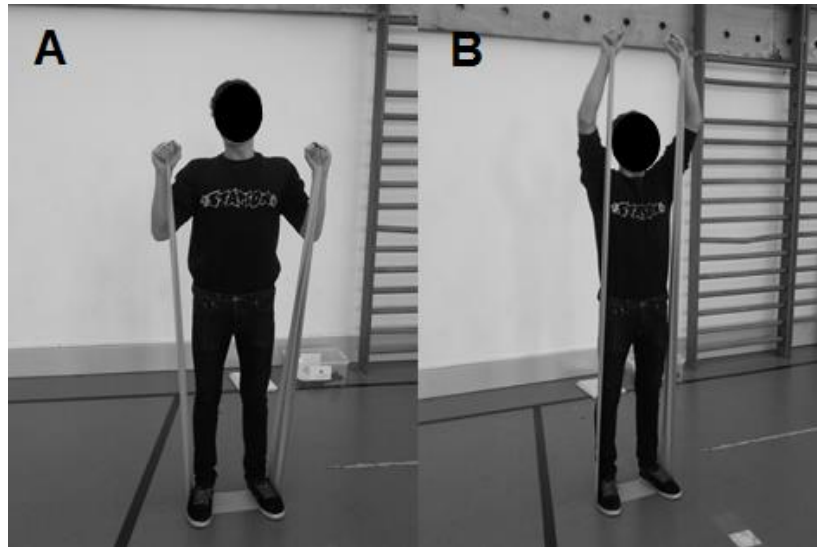


Figura 9 - Exercício 1 - Prensa de ombros com elástico theraband.
A - posição inicial; B - posição final.

- **Exercício 2 – Rotação externa do ombro com o braço em abdução a 90° com elástico Theraband®:** 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.

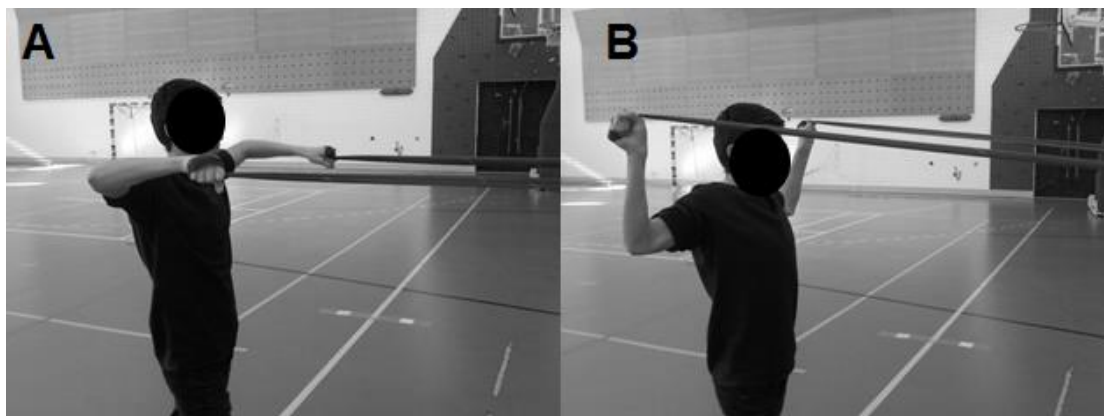


Figura 10 - Exercício 2 - Rotação externa do ombro com o braço em abdução a 90° com elástico theraband. A - posição inicial; B - posição final.

- **Exercício 3 – Flexão de ombros acima dos 120° em rotação externa (polegar para cima) com elástico Theraband®:** 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.

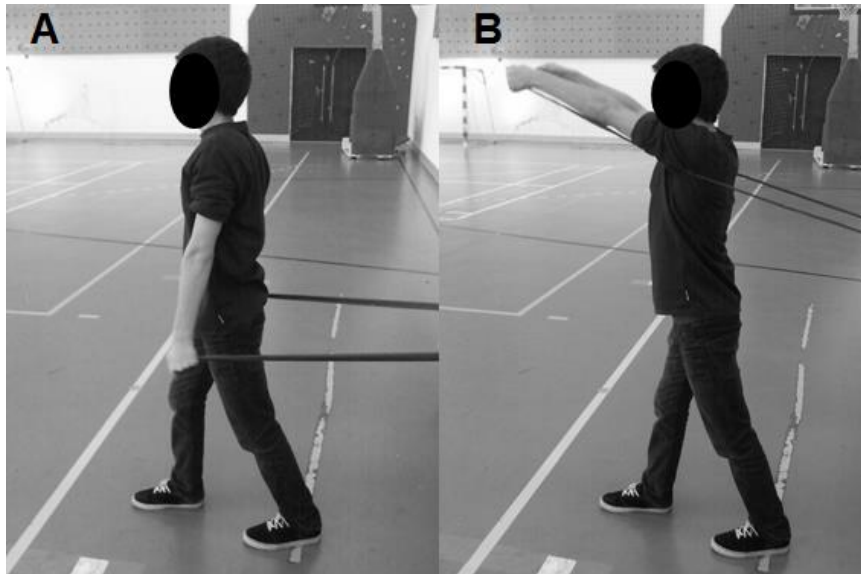


Figura 11 - Exercício 3 - Flexão de ombros acima dos 120° em rotação externa (polegar para cima) com elástico theraband. A - posição inicial; B - posição final.

- **Exercício 4 – Remada inferior a 45° de flexão com elástico Theraband®:** Posição inicial na vertical, com os cotovelos em 45° de flexão. Em seguida, os cotovelos são puxados para trás, retornando lentamente à posição inicial.

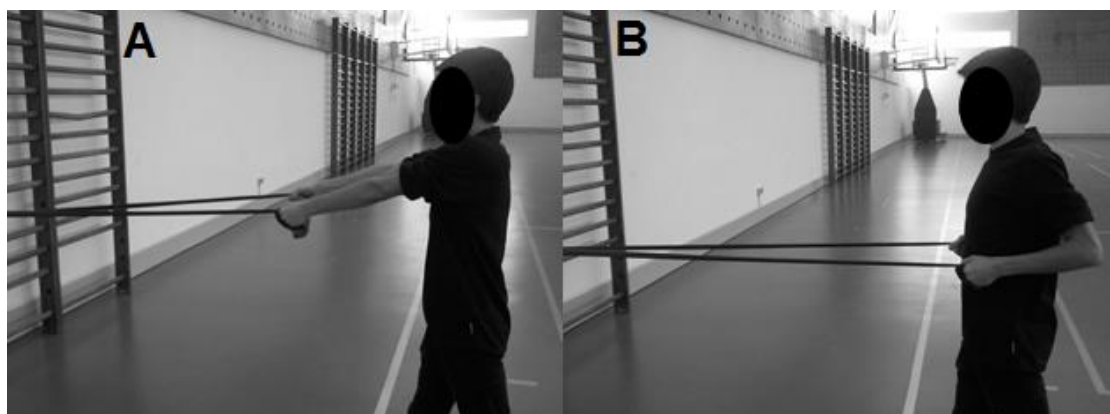


Figura 12 - Exercício 4 - Remada inferior a 45° de flexão com elástico theraband. A - posição inicial; B - posição final.

A definição da resistência inicial de treino foi determinada durante uma semana de treino de adaptação. 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).

As cores das bandas e respetivas resistências, tendo por base a percentagem de alongamento das mesmas, estão presentes no quadro 7.

Quadro 7 – Resistência das bandas elásticas Thera-band baseada nas percentagem de alongamento das mesmas (Page *et al.*, 2000).

% Alongamento	Cores das Bandas Elásticas						
	Amarelo	Vermelho	Verde	Azul	Preto	Prateado	Dourado
25	0.5	0.7	0.9	1.3	1.6	2.3	3.6
50	0.8	1.2	1.5	2.1	2.9	3.9	6.3
75	1.1	1.5	1.9	2.7	3.7	5.0	8.2
100	1.3	1.8	2.3	3.2	4.4	6.0	9.8
125	1.5	2.0	2.6	3.7	5.0	6.9	11.2
150	1.8	2.2	3.0	4.1	5.6	7.8	12.5
175	2.0	2.5	3.3	4.6	6.1	8.6	13.8
200	2.2	2.7	3.6	5.0	6.7	9.5	15.2
225	2.4	2.9	4.0	5.5	7.4	10.5	16.6
250	2.6	3.2	4.4	6.0	8.0	11.5	18.2

Dados expressos em Quilogramas (Kg).

3. 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 depois da realização do programa de intervenção, foi utilizado o teste *t de Student* para amostras emparelhadas.

CAPITULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, iremos apresentar os resultados do nosso estudo. Numa primeira parte apresentaremos os resultados referentes ao efeito agudo do programa de treino compensatório nas variáveis PT, rácios RE/RI e IF, para a totalidade da amostra. Numa segunda parte, apresentaremos os resultados das variáveis referidas anteriormente por género, comparando os valores sempre que possível.

1. Efeitos agudos de um programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

O quadro 8 mostra os resultados referentes às avaliações realizadas à velocidade angular de 60°/s, no MD. Assim, o programa de treino de força compensatório, não induz nenhum efeito agudo significativo ao nível do PT-RE ($p=.826$), do PT-RI ($p=.072$) e do rácio RE/RI ($p=.283$), no que diz respeito ao MD, uma vez que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os níveis de força e rácios RE/RI na pré e pós-intervenção.

Quadro 8 – 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)	<i>p</i>
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 em pares

Para a mesma velocidade angular, mas para o MND, os resultados encontrados foram semelhantes (Quadro 9), 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 ($p=.369$).

Quadro 9 - 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)	<i>p</i>
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 em pares

O quadro 10 mostra os resultados referentes às avaliações realizadas à velocidade angular de 180°/s, no MD. Após a sua análise concluímos 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).

Quadro 10 - 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>
PT-RE	23,40 ± 6,07	22,54 ± 5,70	- 0,86 ± 3,61	.264
PT-RI	33,04 ± 12,24	30,71 ± 9,67	- 2,33 ± 7,25	.138
Rácio RE/RI	75,52 ± 18,54	76,76 ± 16,38	1,24 ± 18,43	.750
IF-RE	29,80 ± 10,84	29,57 ± 14,91	- 0,23 ± 9,47	.910
IF-RI	21,48 ± 10,67	24,81 ± 10,14	3,33 ± 9,37	.102

p – teste de *t* para amostras em pares

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 nenhum efeito agudo significativo (Quadro 11).

Quadro 11 - 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>
PT-RE	22,23 ± 6,44	21,97 ± 5,22	- 0,26 ± 3,12	.688
PT-RI	31,71 ± 9,93	30,94 ± 9,92	- 0,77 ± 5,65	.522
Rácio RE/RI	71,43 ± 2,29	74,28 ± 13,99	2,86 ± 13,68	.327
IF-RE	29,25 ± 8,76	31,69 ± 14,67	2,44 ± 15,71	.464
IF-RI	18,77 ± 1,88	21,65 ± 14,57	2,87 ± 13,24	.309

p – teste de *t* para amostras em pares

2. Comparação entre os valores do género masculino e do género feminino

No quadro 12, podemos verificar os resultados obtidos do género feminino, na velocidade angular de 60°/s para o MD. De realçar que existe uma diferença estatisticamente significativa ao nível do valor do PT-RI ($p=.021$), que corresponde a uma diminuição média de 1,70 Nm.

Analisando os valores do género masculino para o MD à velocidade angular de 60°/s (Quadro 13), verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas nas variáveis em estudo.

Quadro 12 - 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, no género feminino. Resultados antes e após a realização do programa.

Género feminino				
Membro dominante – 60°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	18,37 ± 6,87	18,09 ± 5,62	- 0,29 ± 2,96	.777
PT-RI	23,34 ± 5,99	21,64 ± 5,90	- 1,70 ± 1,78	.021 ^a
Rácio RE/RI	77,54 ± 12,77	83,19 ± 8,82	5,64 ± 11,25	.171

p – teste de *t* para amostras em pares

^a – *p* < 0.05 - diferenças significativas entre a pré e a pós-intervenção

Quadro 13 - 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, no género masculino. Resultados antes e após a realização do programa.

Género masculino				
Membro dominante – 60°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	28,09 ± 6,19	27,95 ± 5,67	- 0,14 ± 5,09	.918
PT-RI	41,78 ± 9,07	39,09 ± 6,03	- 2,69 ± 7,44	.200
Rácio RE/RI	70,90 ± 22,04	73,63 ± 19,21	2,73 ± 20,01	.618

p – teste de *t* para amostras em pares

No que respeita ao MND do género feminino à velocidade angular de 60°/s (Quadro 14), verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas nas variáveis em estudo.

Para o género masculino (Quadro 15), também para o MND e para a velocidade angular de 60°/s, obtivemos resultados semelhantes, ou seja, não existem diferenças estatisticamente significativas, logo, o programa de treino de força compensatório, não induz nenhum efeito agudo expressivo.

Quadro 14 - 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, no género feminino. Resultados antes e após a realização do programa.

Género feminino				
Membro não dominante – 60°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	17,87 ± 5,14	18,74 ± 5,04	0,87 ± 1,45	.109
PT-RI	22,56 ± 5,89	23,13 ± 4,23	0,57 ± 3,13	.600
Rácio RE/RI	79,88 ± 14,05	80,14 ± 9,54	0,27 ± 10,72	.942

p – teste de *t* para amostras em pares

Quadro 15 - 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, no género masculino. Resultados antes e após a realização do programa.

Género masculino				
Membro não dominante – 60°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	27,48 ± 6,25	25,67 ± 5,72	- 1,81 ± 4,32	.141
PT-RI	39,18 ± 7,44	39,05 ± 5,56	- 0,13 ± 6,65	.942
Rácio RE/RI	72,42 ± 18,68	67,27 ± 17,01	- 5,15 ± 18,48	.316

p – teste de *t* para amostras em pares

Analisando agora os resultados do protocolo 20 x 180°/s para o MD do género feminino (Quadro 16), constatamos que não existem diferenças estatisticamente significativas nas variáveis em estudo: PT-RE ($p=.914$), PT-RI ($p=.641$), rácio RE/RI ($p=.703$), IF-RE ($p=.919$) e IF-RI ($p=.083$).

Verificando os valores do género masculino, para o mesmo protocolo e também para o MD (Quadro 17), constatamos que para as mesmas variáveis, também não existem diferenças estatisticamente significativas: PT-RE ($p=.257$), PT-RI ($p=.167$), rácio RE/RI ($p=.896$), IF-RE ($p=.952$) e IF-RI ($p=.743$).

Quadro 16 - Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas, respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga (%) do membro dominante à velocidade angular de 180°/s, no género feminino. Resultados antes e após a realização do programa.

Género feminino				
Membro dominante – 180°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	17,68 ± 4,25	17,60 ± 2,88	- 0,08 ± 2,15	.914
PT-RI	22,88 ± 6,53	22,25 ± 5,67	- 0,63 ± 3,89	.641
Rácio RE/RI	79,42 ± 15,68	81,44 ± 13,66	2,02 ± 15,36	.703
IF-RE	29,12 ± 8,27	28,80 ± 11,30	- 0,32 ± 9,21	.919
IF-RI	23,98 ± 13,96	31,52 ± 9,05	7,54 ± 11,41	.083

p – teste de *t* para amostras em pares

Quadro 17 - Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas, respetivos rácios RE/RI (%) e índice de fadiga (%) do membro dominante à velocidade angular de 180°/s, no género masculino. Resultados antes e após a realização do programa.

Género masculino				
Membro dominante – 180°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	27,09 ± 3,73	25,72 ± 4,71	- 1,36 ± 4,30	.257
PT-RI	39,57 ± 10,48	36,15 ± 7,55	- 3,42 ± 8,74	.167
Rácio RE/RI	73,01 ± 20,32	73,74 ± 17,73	0,74 ± 20,70	.896
IF-RE	30,24 ± 12,50	30,07 ± 17,24	- 0,16 ± 9,98	.952
IF-RI	19,87 ± 8,11	20,49 ± 8,51	0,62 ± 6,94	.743

p – teste de *t* para amostras em pares

O quadro 18 reflete os valores obtidos pelo género feminino, na velocidade angular de 180°/s, para o MND. De destacar a obtenção de valores estatisticamente significativos nas variáveis PT-RE ($p=.034$) e Rácio RE/RI ($p=.032$).

No quadro 19 podemos observar os valores obtidos pelo género masculino, na velocidade angular de 180°/s, para o MD. Neste caso, constatamos que em todas as variáveis de estudo, não existem diferenças estatisticamente significativas.

Quadro 18 - Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas, respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga (%) do membro não dominante à velocidade angular de 180°/s, no género feminino. Resultados antes e após a realização do programa.

Género feminino				
Membro não dominante – 180°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	16,16 ± 3,44	17,70 ± 3,30	1,55 ± 1,82	.034 ^a
PT-RI	22,99 ± 5,01	22,00 ± 4,64	- 0,99 ± 3,72	.447
Rácio RE/RI	71,49 ± 12,43	81,20 ± 7,64	9,71 ± 11,28	.032 ^a
IF-RE	30,75 ± 11,20	32,84 ± 9,03	2,10 ± 13,92	.663
IF-RI	18,37 ± 9,22	29,40 ± 17,86	11,33 ± 14,76	.055

p – teste de *t* para amostras em pares

^a – *p* < 0.05 - diferenças significativas entre a pré e a pós-intervenção

Quadro 19 - Efeitos agudos do programa de força compensatório nos Peak-Torques (Nm) das rotações internas e externas, respetivos rácios RE/RI (%) e índice de fadiga (%) do membro não dominante à velocidade angular de 180°/s, no género masculino. Resultados antes e após a realização do programa.

Género masculino				
Membro não dominante – 180°/s				
	Pré-intervenção (média ± DP)	Pós-intervenção (média ± DP)	Diferença (média ± DP)	<i>p</i>
PT-RE	26,14 ± 4,58	24,71 ± 4,32	- 1,43 ± 3,28	.127
PT-RI	37,31 ± 8,06	36,69 ± 7,88	- 0,62 ± 6,75	.736
Rácio RE/RI	71,39 ± 10,41	69,84 ± 15,52	- 1,55 ± 13,60	.677
IF-RE	28,29 ± 7,08	30,95 ± 17,68	2,66 ± 17,27	.574
IF-RI	19,04 ± 9,22	16,66 ± 9,74	- 2,37 ± 9,32	.358

p – teste de *t* para amostras em pares

CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Efeitos agudos de um programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

O objetivo deste estudo era avaliar os efeitos agudos da realização de um programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros, ao nível da força (PT), equilíbrio muscular (rácio RE/RI) e fadiga muscular traduzido pelo índice de fadiga, em nadadores.

Pelo que se sabe, 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. Assim, o enquadramento dos resultados obtidos será realizado com os resultados dos estudos realizados a nível longitudinal.

Desde logo, através da análise dos resultados obtidos, podemos constatar que a realização de um programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros, com as características daquele que foi implementado por nós, não produziu efeitos agudos significativos na força, no equilíbrio e fadiga muscular dos rotadores dos ombros, uma vez que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas após a sua realização, não comprometendo, por exemplo, o treino aquático que se faça *à posteriori*.

Uma das primeiras conclusões que podemos facilmente constatar, 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). Este resultado está em linha com os resultados também constatados em estudos anteriores, que afirmam que a capacidade que os RI têm de produzir força é maior que os seus antagonistas, muito em parte devido ao facto dos músculos dos RI serem em maior número, maiores e mais fortes (Ellenbecker & Roert, 2003; Dark *et al.*, 2007; Batalha *et al.*, 2015).

A diferença de valores entre RE e RI, justifica assim o facto dos mesmos serem alvo do nosso estudo e análise.

Estudos prévios propuseram que a medição do rácio RE/RI pode ser um instrumento útil para identificar desequilíbrios musculares no ombro de nadadores (Ellenbecker & Davies, 2000; Batalha *et al.*, 2012). O intervalo entre 66% e 75% de rácio RE/RI, foi identificado como aquele que traduz, do ponto de vista teórico, um equilíbrio muscular adequado entre a força dos rotadores externos e a força dos rotadores internos. Valores de rácio RE/RI fora do intervalo referido (66% e 75%), têm sido entendidos, por parte dos diferentes investigadores, como potenciais indicadores de ombros mais susceptíveis de lesão (Pezarat-Correia, 2010; Edouard *et al.*, 2011; Batalha *et al.*, 2013; Lin *et al.*, 2015). Contudo estes valores de rácio, referem-se a desportistas em geral, não existindo até à data quaisquer valores normativos de rácio específicos para jovens nadadores (Batalha *et al.*, 2012).

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 (Quadros 8, 9, 10 e 11). Encontram-se portanto, dentro do intervalo defendido pela literatura acima referida, que retrata o equilíbrio muscular nos rotadores dos ombros.

Após a realização do programa de intervenção, os valores de rácio tiveram comportamentos diferentes, consoante o protocolo utilizado e o membro avaliado. Assim, no protocolo 60º/s, o rácio RE/RI do MD aumentou 3,87% \pm 16,87%, para um valor de 77,37% \pm 16,40% (Quadro 8). 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% (Quadro 9). Tal fato poderá justificar-se com a menor capacidade de gerar força do MND.

No protocolo 180º/s, os valores de rácio obtidos em ambos os membros aumentou ligeiramente (MD = 1,24% \pm 18,43% e MND = 2,86% \pm 13,68%) (Quadro 10 e 11).

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 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 rácio 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. Assim, e como não existem valores normativos para jovens nadadores, não podemos afirmar com toda a certeza que estes apresentam elevado risco de lesão, fruto do desequilíbrio muscular dos rotadores dos ombros.

Num trabalho semelhante utilizando jovens nadadores, acima referido, Batalha *et al.* (2012) obtiveram valores de rácio muito próximos dos verificados no presente estudo, também sempre superiores aos 70%. No protocolo 60°/s, os autores obtiveram valores de rácio para o MD = 77,89% e para o MND = 73,79%. No que diz respeito ao protocolo 180°/s, foram obtidos valores de rácio para o MD = 74,77% e para o MND = 70,11%.

Num estudo com nadadores mais velhos (média de 29 anos de idade), Olivier *et al.* (2008), apenas obtiveram valores semelhantes no protocolo 180°/s (MD = 71,4% e MND = 72,5%). No protocolo 60°/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.

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°/s, os valores oscilaram entre os 39,77% e os 45,36%. No protocolo 180°/s, registaram valores entre os 38,04% e os 44,19%. Neste estudo contudo, a posição de avaliação do braço foi de 45° de abdução.

Relativamente ao índice de fadiga, no MD e ao nível do RI, verificou-se um aumento dos valores de $3,33\% \pm 9,37\%$ (Quadro 10). Já o valor do RE teve um comportamento diferente, registando-se um decréscimo muito ligeiro de $0,23\% \pm 9,47\%$. No MND (Quadro 11), 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, 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, não sendo estes valores contudo considerados estatisticamente significativos.

De notar ainda que nas avaliações efetuadas em ambos os membros (MD e MND), o valor do IF-RI foi sempre inferior ao valor do IF-RE (Quadros 10 e 11), 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 maiores dimensões e em maior número (Ellenbecker & Roert, 2003; Dark *et al.*, 2007; Batalha *et al.*, 2015).

Não existem valores normativos validados 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, sendo esta também uma variável que não distingue os nadadores de competição de indivíduos menos ativos (Batalha *et al.*, 2013).

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. Poderá também indicar, que os indivíduos que compõem a nossa amostra não estão sujeitos a um programa de treino de força compensatório, ou se estão, que o mesmo não está a ter o resultado desejado ao nível da fadiga muscular.

2. Comparação entre os valores do género masculino e do género feminino

Após termos verificado os efeitos agudos do programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros, terá interesse efetuar uma análise comparativa entre os valores do género masculino e do género feminino. Contudo, não existe até à data nenhum estudo que realize esta comparação por género, utilizando ou não nadadores, o que torna difícil o enquadramento dos resultados obtidos.

Uma constatação óbvia que podemos fazer olhando para os resultados obtidos por cada um dos géneros na variável PT (RE e RI), será a de que em todos os protocolos utilizados e em qualquer um dos membros avaliados, os valores do género masculino foram sempre superiores aos do género feminino. Não existindo grandes diferenças ao nível da média de idades, estes resultados seriam já expectáveis, dada a maior capacidade de produção de força do género masculino.

Por outro lado, através da análise dos resultados, podemos verificar que no género feminino em algumas variáveis foram obtidos alguns resultados com diferenças estatisticamente significativas, enquanto que essa situação não se verificou com o género masculino, em nenhum protocolo e em nenhum dos membros avaliados. As diferenças estatisticamente significativas obtidas no género feminino, verificaram-se nos seguintes protocolos e variáveis: MD a 60°/s no PT-RI ($p=.021$) com uma diferença de $-1,70\text{Nm} \pm 1,78\text{Nm}$ (Quadro 12); MND a 180°/s no PT-RE ($p=.034$) com uma diferença positiva de $1,55\text{Nm} \pm 1,82\text{Nm}$ (Quadro 18); MND a 180°/s no rácio RE/RI ($p=.032$) com uma diferença positiva de $9,71\% \pm 11,28\%$ (Quadro 18).

Comparando os valores dos RI com os dos RE, tanto no género feminino como no género masculino, verificamos também que, em qualquer dos protocolos utilizados (60°/s e 180°/s) e em qualquer um dos membros avaliados (MD e MND) existe uma maior capacidade de produção de força do RI em relação aos RE. Como referimos anteriormente, este é um resultado característico que foi constatado em estudos anteriores (Ellenbecker & Roert, 2003; Dark *et al.*, 2007; Batalha *et al.*, 2015).

Analisando de uma forma mais específica o protocolo 60%/s referente ao MD, constatamos que tanto no género feminino como no género masculino, os valores de PT (RE e RI) diminuíram ligeiramente após a realização do programa de intervenção. Contudo, apenas no género feminino, na variável PT-RI, em que houve um decréscimo de $1,70\text{Nm} \pm 1,78\text{Nm}$, foi considerado estatisticamente significativo ($p=.021$) (Quadro 12). No mesmo protocolo, mas agora ao nível do rácio RE/RI, em ambos os géneros os valores registram um ligeiro aumento, não sendo no entanto considerado estatisticamente significativo. Contudo, o valor de rácio RE/RI do género feminino registado foi de $83,19\% \pm 8,82\%$, ficando acima dos valores de referência da literatura (Pezarat-Correia, 2010; Edouard *et al.*, 2011; Batalha *et al.*, 2013; Lin *et al.*, 2015) que traduzem um equilíbrio muscular adequado entre os RE e os RI.

Ainda no protocolo 60%/s, mas agora referente ao MND, os valores de PT do género feminino tiveram um comportamento diferente dos valores do MD, subindo ligeiramente ($0,87\text{Nm} \pm 1,45\text{Nm}$ para o PT-RE e $0,57\text{Nm} \pm 3,13\text{Nm}$ para o PT-RI).

Em suma, no protocolo 60%/s no género feminino, os valores de PT tiveram comportamentos distintos consoante o membro avaliado. Já no género masculino, os valores de PT de ambos os membros registaram o mesmo comportamento, registando ligeiras diminuições.

Quanto aos valores de rácio RE/RI, no género feminino subiram para $80,14\% \pm 9,54\%$ (Quadro 14), acima dos valores de referência referidos anteriormente, enquanto que os valores obtidos pelo género masculino registaram uma descida para $67,27\% \pm 17,01\%$, ficando perto do limite inferior dos valores de referência da literatura. Resumindo, no protocolo 60%/s no género feminino, após a realização do programa de treino de força compensatório, o rácio RE/RI do MD e do MND, registou um aumento para números na ordem dos 80%, acima dos valores de referência da literatura (Pezarat-Correia, 2010; Edouard *et al.*, 2011; Batalha *et al.*, 2013; Lin *et al.*, 2015). No género masculino, os valores de rácio RE/RI subiram no MD e desceram no MND, após a realização do programa de treino de força compensatório, mas ficando em ambos os casos, dentro do intervalo defendido

pela literatura como sendo aquele que reflete a existência de equilíbrio muscular entre os rotadores do ombro.

Esta constatação reflete um desequilíbrio ao nível dos rotadores do ombro superior no género feminino, relativamente ao género masculino. Contudo, não existindo valores normativos para jovens nadadores do género feminino, não podemos afirmar com toda a certeza que estes apresentam elevado risco de lesão, fruto do desequilíbrio muscular dos rotadores dos ombros, nem que apresentam maior risco de lesão do que os nadadores do género masculino.

Analisando agora os resultados obtidos após a realização do protocolo de 180°/s, verificamos que tanto para o MD como para o MND, os valores de PT (dos RE e dos RI) diminuíram ligeiramente em ambos os géneros (entre 0,08Nm ± 2,15Nm e 3,42Nm ± 8,74Nm) (Quadros 16 a 19), excepto no PT-RE do MND do género feminino, em que se verificou um ligeiro aumento (1,55Nm ± 1,82Nm), sendo inclusivamente considerada uma diferença estatisticamente significativa ($p=.034$) (Quadro 18).

No que diz respeito aos valores de rácio RE/RI do protocolo de 180°/s, verificou-se o mesmo comportamento do protocolo de 60°/s, ou seja, após a realização do programa de treino de força compensatório, os valores de rácio RE/RI do MD e do MND aumentaram, excepto no MND do género masculino onde desceram para os 69,84Nm ± 15,52Nm (Quadro 19), ainda assim dentro do intervalo de referência da literatura (Pezarat-Correia, 2010; Edouard *et al.*, 2011; Batalha *et al.*, 2013; Lin *et al.*, 2015), que reflete o equilíbrio muscular entre os rotadores do ombro. Contudo, os rácios do género feminino aumentaram mais uma vez para valores fora do referido intervalo de valores de referência (MD = 81,44% ± 13,66% e MND = 81,20% ± 7,64%) (Quadros 16 e 18), à semelhança do que se verificou no protocolo de 60°/s, sendo inclusivamente a diferença do valor de rácio do MND estatisticamente significativa ($p=.032$).

Finalmente, na variável IF, os valores tiveram comportamentos diferentes consoante o membro (MD ou MND) e o rotador avaliado (RE ou RI). Assim, ao nível do IF-RE do MD verificou-se uma ligeira diminuição dos valores, tanto no género feminino como no género masculino (-0,32% ± 9,21%

e $-0,16\% \pm 9,98\%$ respetivamente). No MND verificou-se o contrário ou seja, um aumento dos valores para ambos os géneros (FEM = $2,10\% \pm 13,92\%$ e MASC = $2,66\% \pm 17,27\%$). Ao nível do IF-RI, registou-se um aumento dos valores entre os $0,62\% \pm 6,94\%$ e os $11,33\% \pm 14,76\%$, excepto nos RI do MND do género masculino, em que se registou uma diferença negativa de $-2,37\% \pm 9,32\%$.

3 – Limitações do estudo

Após a realização deste trabalho e à medida que íamos ultrapassando as diferentes etapas, concluímos que existem algumas limitações adjacentes ao mesmo.

Desde logo, o número algo reduzido de indivíduos utilizado na amostra do estudo, o que poderá ter consequências ao nível da generalização de resultados e da contribuição para dados normativos. Seria assim de todo o interesse contar com uma amostra em número superior, principalmente do género feminino, visto que encontramos alguns resultados estatisticamente significativos em algumas variáveis, ao contrário do que aconteceu com os resultados do género masculino.

Por outro lado, dada a semelhança de características dos indivíduos que compõem a amostra do estudo, nomeadamente a idade ($16,43 \pm 1,38$ anos) e o nível competitivo (regional/nacional), os resultados apresentados terão necessariamente que ser restringidos a indivíduos com as mesmas características.

Por fim, o facto da avaliação isocinética não ser um procedimento habitual para os indivíduos testados, pode condicionar os resultados principalmente da primeira avaliação.

CAPITULO VI – CONCLUSÕES

No que diz respeito aos objetivos deste estudo, que pretendia avaliar os efeitos da realização de um programa de treino compensatório para os rotadores dos ombros, podemos concluir o seguinte:

1 - Após a realização do programa de treino de força compensatório, não se verifica qualquer efeito agudo significativo ao nível do PT, rácio RE/RI e IF dos rotadores do ombro. Com base nestes resultados, a realização do treino de reforço muscular para os rotadores dos ombros antes do treino aquático parece-nos adequada.

Relativamente à comparação entre os valores do género masculino e feminino após a realização de um programa de treino compensatório para os rotadores dos ombros, podemos concluir o seguinte:

1 - No género feminino, para o MD e protocolo a 60°/s, existiu uma diminuição significativa da força dos RI após a realização do treino compensatório.

2 – No género feminino, para o MND e protocolo a 180°/s, verificou-se um aumento significativo da força dos RE após a realização do treino compensatório.

3 - No género feminino, para o MND e protocolo de 180°/s, houve um aumento do valor de rácio RE/RI após a realização do treino compensatório.

CAPITULO VII – BIBLIOGRAFIA

- Aaltonen S., Karjalainen H., Heinonen A., Parkkari J. & Kujala U. (2007). Prevention of Sports Injuries. Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Arch Inter Med*, 167 (15): 1585-1592.
- 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.
- Andrade M., Lira C., Vancini R., Almeida A., Benedito-Silva A. & Silva A. (2013). Profiling the isokinetic shoulder rotator muscle strength in 13 to 36 year-old male and female handball players, *Physical Therapy in Sport*. 1 – 7.
- Bahr R. & Krosshaug T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med*, 39: 324–329.
- 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., 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., 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*. DOI: 10.1080/17461391.2014.908957

- 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*. DOI: 10.1080/17461391.2015.1051132
- Caruso J., Brown L. & Tufano J. (2012). The reproducibility of isokinetic dynamometry data. *Isokinetics and Exercise Science*, 20: 239–253.
- Chalmers D. (2002). Injury prevention in sport: not yet part of the game? *Injury Prevention*, 8 (Suppl IV): iv22 – iv25.
- Codine P., Bernard P., Pocholle M. & Herisson C. (2005). Évaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme: méthodologie, résultats et applications. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 48: 80–92.
- Davies, G. J. (1992). *A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques* (4 ed.). Onalaska, WI: S & S.
- 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.
- Drouin J., Valovich-McLeod T., Shultz S., Gansneder B., & Perrin D. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European Journal of Applied Physiology*, 91 (1): 22-29.
- Edouard P., Codine P., Samozino P., Bernard P., Hérisson C. & Gremeaux V. (2013a). Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16: 162–165.
- Edouard P., Calmels P. & Degache F. (2009). The effect of gravitational correction on shoulder internal and external rotation strength. *Isokinetics and Exercise Science*, 17(1), 35-39.

- Edouard P., Degache F. Oullion R., Plessis J., Gleizes-Cervera S. & Calmels P. (2013b). Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. *Int J Sports Med*, 34: 654-660.
- Edouard P., Samozino P., Julia M., Cervera S., Vanbiervliet W., Calmels P. & Gremeaux V. (2011). Reliability of Isokinetic Assessment of Shoulder-Rotator Strength: A Systematic Review of the Effect of Position. *Journal of Sport Rehabilitation*, 20: 367-383.
- 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.
- Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Escamilla R. & Andrews J. (2009). Shoulder Muscle Recruitment Patterns and Related Biomechanics during Upper Extremity Sports. *Sports Med*, 39 (7): 569-590.
- Escamilla R., Yamashiro K., Paulos L. & Andrews J. (2009). Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Med*, 39 (8): 663-685.
- 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>
- Finch C. (2011). No longer lost in translation: the art and science of sports injury prevention implementation research. *Br J Sports Med*, 45: 1253–1257.

- Fuente, A. & Secunda G. (2003). Determinación de la normalidad mediante evaluación isocinética de la musculatura del complejo articular del hombro. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 6 (2): 81-90.
- 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., Gremeaux 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.
- Gray S. & Finch C. (2014). The main causes of injuries sustained at fitness facilities presenting to Victorian Emergency Departments: identifying the culprits. *Br J Sports Med*, 48: 601.
- Guney H., Harput G., Colakoglu F. & Baltaci G. (2015). Glenohumeral Internal Rotation Deficit Affects Functional Rotator Strength Ratio in Adolescent Overhead Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, Epub ahead of print.
- Heinlein S. & Cosgarea A. (2010). Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Health*, 2 (6): 519-525.
- Hibberd E., Oyama S., Spang J., Prentice W. & Myers J. (2012). Effect of a 6-week strengthening program on shoulder and scapular-stabilizer strength and scapular kinematics in division I collegiate swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2: 253-265.

- Hill A., Pramanik S., & McGregor A. (2005). Isokinetic dynamometry in assessment of external and internal axial rotation strength the shoulder: Comparison of two positions. *Isokinetics and Exercise Science*, 13 (3): 187–195.
- 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.

- Malliou P., Giannakopoulos K., Beneka A., Gioftsidou A. & Godolias G. (2004). Effective ways of restoring muscular imbalances of the rotator cuff muscle group: a comparative study of various training methods. *Br J Sports Med*, 38: 766–772.
- Mayer F., Horstmann T., Baurle W., Grau S., Handel M., & Dickhuth H. (2001). Diagnostics with isokinetic devices in shoulder measurements – potentials and limits. *Isokinetics and Exercise Science*, 9 (1): 19-25.
- Mendonça, Bittencourt, Anjos, Silva & Fonseca (2010). Isokinetic Muscular Assessment of the Shoulder Joint in Athletes From the Male Under-19 and Under-21 Brazilian Volleyball Teams. *Rev Bras Med Esporte*, 16 (2): 107-111.
- Mullaney M. & McHugh M. (2006). Concentric and eccentric muscle fatigue of the shoulder rotators. *Int J Sports Med*, 27: 725-729.
- 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.
- Niederbracht Y., Schim A., Sloniger M., Paternostro-Bayles M. & Short T. (2008). Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric external rotator muscle strength and glenohumeral joint imbalance in female overhead activity athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (1): 140-145.
- 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.
- Ozçakar, L., Inanici, F., Kaymak, B., Abali, G., Cetin, A., Hasçelik, Z., et al. (2005). Quantification of the weakness and fatigue in thoracic outlet syndrome with isokinetic measurements. *British journal of sports medicine* 39 (3), 178-181.

- Page P., Labbe A., & Topp R. (2000). Clinical force production of theraband® elastic bands. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, 30 (1), 47-48.
- 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.
- Quillen D., Wuchner M. & Hatch R. (2004). Acute shoulder injuries. *Am Fam Physician*, 70 (10): 1947-1954.
- Radaelli R., Bottaro M., Weber F., Brown L. & Pinto R. (2010). Influence of body position on shoulder rotator muscle strength during isokinetic assessment. *Isokinetics and Exercise Science*, 18: 119-124.
- Reinold M., Wilk K., Fleisig G., Zheng N., Barrentine S., Chmielewski T., ... & Andrews J. (2004). Electromyographic Analysis of the Rotator Cuff and Deltoid Musculature During Common Shoulder External Rotation Exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 34 (7): 385-394.
- Riemann B., Witt J. & Davies G. (2011). Glenohumeral joint rotation range of motion in competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 29 (11): 1191–1199.
- Ristolainen L., Kettunen J., Kujala U. & Heinonen A. (2012). Sport injuries as the main cause of sport career termination among Finnish top-level athletes. *European Journal of Sport Science*, 12 (3): 274-282.
- Sauret J., Croix M., Deighan M., Iga J. & James D. (2009). Reproducibility of an isokinetic eccentric muscle endurance task. *European Journal of Sport Science*, 9 (5): 311-319.

- Sciascia A., Kuschinsky N., Nitz A., Mair S. & Uhl T. (2012). Electromyographical Comparison of Four Common Shoulder Exercises in Unstable and Stable Shoulders. *Rehabilitation Research and Practice*, 2012, 783824.
- Sein M., Walton J., Linklater J., Appleyard R., Kirkbride B., Kuah D. & Murrell G. (2010). Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy. *Br J Sports Med*, 44: 105–113.
- Sousa N., Mendes R., Monteiro G. & Abrantes C. (2014). Progressive resistance strength training and the related injuries in older adults: the susceptibility of the shoulder. *Aging Clin Exp Res*, 26: 235–240.
- Steffen K., Andersen T., Krosshaug T., Van Mechelen W., Myklebust G., Verhagen E. & Bahr R. (2010). ECSS Position Statement 2009: Prevention of acute sports injuries. *European Journal of Sport Science*, 10 (4): 223-236.
- Tate A., Turner G., Knab S., Jorgensen C., Strittmatter A. & Michener L. (2012). Risk Factors Associated With Shoulder Pain and Disability Across the Lifespan of Competitive Swimmers. *Journal of Athletic Training*: 47 (2): 149–158.
- Terreri P., Greve D., & Amatuzzi M. (2001). Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Revista Brasileira de Medicina no Esporte*, 7(5), 170-174.
- 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. (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.
- Wilk, K. (1991). Isokinetic testing - Setup and Positioning. In *Biodex System II Manual, Applications/Operations*, Biodex System, Inc, New York, USA.

ANEXOS

ANEXO 1

Declaração de consentimento informado



DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

O presente documento insere-se no âmbito de um projeto de investigação para a realização de uma dissertação de mestrado, na área do exercício e saúde, na Universidade de Évora. Vimos desta forma informar e solicitar a sua colaboração para a referida investigação.

Na prática de qualquer atividade física ou desportiva, existe sempre associado o risco de lesão, especialmente naquelas em que a repetição de determinados gestos técnicos são um constante, originando à posteriori, o surgimento de lesão. O objetivo do nosso estudo é pois, verificar o momento em que a aplicação de um programa de prevenção de lesões para os rotadores dos ombros, é mais eficaz, ou seja, quando é que deve ser aplicado, no início ou no final de uma sessão de treino, avaliando para tal, os efeitos da realização do referido programa de prevenção.

Para tal, necessitamos realizar um conjunto de avaliações no Pavilhão da Universidade de Évora. As avaliações consistirão numa recolha de dados antropométricos, seguida de uma primeira avaliação no aparelho isocinético e de um período de recuperação. Após este período, os participantes realizarão um programa de reforço muscular, após o qual serão submetidos a nova avaliação no aparelho isocinético.

Este projeto será controlado e implementado por uma equipa de investigadores liderada pelo Prof. Dr. Nuno Batalha, integrando também o Prof. Carlos Paixão.

Todos os dados relativos à identificação dos participantes neste estudo são confidenciais e usados exclusivamente para fins académicos/científicos, sendo mantido o seu anonimato, de acordo com a Comissão Nacional de Proteção de Dados.

Eu, _____ portador do documento de identificação n.º _____, declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pelas pessoas acima referidas. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelos investigadores.

_____, ____ de _____ de 2014

Assinatura: _____

ANEXO 2

Programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros

PROGRAMA DE TREINO DE FORÇA COMPENSATÓRIO PARA OS ROTADORES DOS OMBROS

EXERCÍCIO 1 – PRENSA DE OMBROS COM ELÁSTICO THERABAND®

DESCRIÇÃO: 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.

POSIÇÃO INICIAL



POSIÇÃO FINAL



MÚSCULO:
SUPRA-
ESPINHOSO

**VOLUME/
PAUSA:**
3 X 20 /
30''

EXERCÍCIO 2 – ROTAÇÃO EXTERNA DO OMBRO COM O BRAÇO EM ABDUÇÃO A 90° COM ELÁSTICO THERABAND®

DESCRIÇÃO: Posição inicial na vertical, com os ombros a 90° 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.

POSIÇÃO INICIAL



POSIÇÃO FINAL



MÚSCULO:
INFRA-
ESPINHOSO

**VOLUME/
PAUSA:**
3 X 20 /
30''

EXERCÍCIO 3 – FLEXÃO DE OMBROS ACIMA DOS 120° EM ROTAÇÃO EXTERNA (POLEGAR PARA CIMA) COM ELÁSTICO THERABAND®

DESCRIÇÃO: 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.

POSIÇÃO INICIAL



POSIÇÃO FINAL



MÚSCULO:
SUB-
ESCAPULAR

**VOLUME/
PAUSA:**
3 X 20 /
30''

EXERCÍCIO 4 – REMADA INFERIOR A 45° DE FLEXÃO COM ELÁSTICO THERABAND®

DESCRIÇÃO: Posição inicial na vertical, com os cotovelos em 45° de flexão. Em seguida, os cotovelos são puxados para trás, retornando lentamente à posição inicial.

POSIÇÃO INICIAL



POSIÇÃO FINAL



MÚSCULO:
PEQUENO
REDONDO

**VOLUME/
PAUSA:**
3 X 20 /
30''