
EDUCAÇÃO FÍSICA

THADEU ELIAS AUGUSTO SIQUEIRA CESAR

**REPRODUTIBILIDADE DO PICO DE TORQUE ISOCINÉTICO E
DA TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE FORÇA DOS
MÚSCULOS ROTADORES INTERNOS DO OMBRO EM
NADADORES**



Rio Claro
2012

THADEU ELIAS AUGUSTO SIQUEIRA CESAR

**REPRODUTIBILIDADE DO PICO DE TORQUE
ISOCINÉTICO E DA TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE
FORÇA DOS MÚSCULOS ROTADORES INTERNOS DO
OMBRO EM NADADORES**

Orientador: Prof.^a Dra. Camila Coelho Greco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Bacharel em Educação Física.

Rio Claro
2012

797.21 Cesar, Thadeu Elias Augusto Siqueira
C421r Reprodutibilidade do pico de torque isocinético e da taxa de desenvolvimento de força dos músculos rotadores internos do ombro em nadadores / Thadeu Elias Augusto Siqueira Cesar. - Rio Claro : [s.n.], 2012
37 f. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Camila Coelho Greco

1. Natação. 2. Força. 3. Potência muscular. 4. Avaliação. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por abençoar minha vida desde os meus primeiros passos.

A minha orientadora pela dedicação e auxílio na realização deste trabalho.

A meus pais, Ademir e Herondina, por serem os pilares da minha vida, que me ensinaram, ainda no ventre, o significado da honra, da lealdade, da paciência, da honestidade. Por sempre apoiarem minhas decisões e pela ajuda na realização das minhas tarefas.

A minha família em geral, tios, tias, primos e primas, madrinhas e padrinhos, por sempre me apoiarem nesta jornada universitária e pela confiança em minha capacidade.

A minha namorada Juliana, por sempre estar do meu lado, nos bons e maus momentos, aguentando os momentos de estresse e sorrindo junto a mim, desde o início deste trabalho até o seu resultado final.

Aos meus amigos, Murilo, Juliana, Gilmar, Paulo (japa), Diego (cafusinho), por contribuírem da maneira que podiam para a realização deste trabalho.

Ao pessoal do laboratório, Bíbi, Bola, Phelps, Léo, pela fundamental ajuda neste trabalho, contribuindo pela sua concepção e realização.

As Natis (Camargo e Moreira) e a Re, pelas incansáveis horas de coleta no laboratório.

A todos os nadadores que participaram como voluntários do estudo. Sem vocês ele não seria possível.

RESUMO

A natação é um esporte praticado em um meio que oferece grande resistência ao deslocamento do atleta que necessita realizar grande força com a articulação do ombro durante as braçadas sendo, desse modo, de fundamental importância a avaliação da força desta articulação. São poucos os estudos que avaliam a força desta articulação em nadadores visando o desempenho esportivo. OBJETIVO: Verificar a reprodutibilidade do pico de torque (PT) e da taxa de desenvolvimento de força (TDF) dos rotadores internos do ombro em nadadores. MÉTODOS: Foram analisados 10 nadadores que realizaram 5s de contração isométrica, 5 contrações concêntricas em baixa velocidade (60°/s), e 5 contrações concêntricas em alta velocidade (180°/s). Foram determinados o PT e a TDF dos membros dominante e não-dominante. Após um intervalo de uma semana, os indivíduos foram testados novamente, sob as mesmas condições do primeiro teste, e foi avaliado o grau de confiabilidade. RESULTADOS: Os valores de PT foram similares entre as tentativas ($p > 0,05$). O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) do PT isométrico foi de 0,76 e 0,85 ($p < 0,05$), na contração isocinética a 60°/s foi de 0,56 ($p > 0,05$) e 0,90 ($p < 0,05$) e na contração isocinética a 180°/s foi de 0,84 e 0,76 ($p < 0,05$), para o membro dominante e não dominante respectivamente. A TDF pico não foi significativamente diferente entre os testes para ambos os membros ($p > 0,05$), porém não houve correlação significativa entre os testes para ambos os membros ($p > 0,05$). CONCLUSÃO: Conclui-se que o teste isocinético de rotação interna do ombro em nadadores apresenta boa reprodutibilidade para a determinação do PT. Não foi observada boa reprodutibilidade para a TDF pico, provavelmente pelo baixo número de voluntários.

Palavras-chave: força, potência muscular, avaliação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DA LITERATURA	8
3. JUSTIFICATIVA E HIPOTHESES	16
4. OBJETIVOS	18
4.1 Gerais	18
4.2 Específicos	18
5. MATERIAL E MÉTODOS	19
5.1. Delineamento Experimental	19
5.2. Sujeitos	19
5.3. Avaliação Antropométrica	20
5.4. Teste de contração máxima	20
5.5. Contração isométrica	20
5.6. Contração isocinetica	21
5.7. Determinação da taxa de desenvolvimento de força	21
5.8. Análise estatística	21
6. RESULTADOS	22
7. DISCUSSÃO	24
8. CONCLUSÃO.....	31
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

A natação é um esporte praticado no meio aquático, e este, diferentemente do terrestre, apresenta maior resistência (densidade = 1 g/cm^3) quando comparado ao ar (densidade = $0,00129 \text{ g/cm}^3$) (CAPUTO et al., 2000), fato que torna a natação um esporte altamente dependente da técnica do nadador, uma vez que sua propulsão é dificultada pela alta resistência do meio, limitando a velocidade do seu deslocamento. Além de superar o atrito, o atleta também deve compensar a perda de potência da braçada, que se dissipa na água na forma de energia cinética, uma vez que a força é aplicada sobre uma superfície não rígida que acaba sofrendo certa aceleração para trás, diminuindo a eficiência da propulsão do nadador (TOUSSAINT et al., 1988).

A propulsão do atleta é realizada através de uma combinação entre padrões de pernadas e braçadas, com as braçadas tidas como as principais responsáveis pela propulsão, chegando a representar 90% da propulsão do nadador (DESCHODT et al., 1999). Os movimentos da braçada seguem os movimentos permitidos pelas articulações dos membros superiores, em especial da articulação do ombro com os movimentos de adução e abdução e rotação externa e interna, tendo suas contribuições para a propulsão variando entre os diferentes estilos de nado e as diferentes durações de prova.

Como o atleta necessita da produção de força para se deslocar, no decorrer da prova sua braçada pode ser afetada pela fadiga, influenciando a velocidade da trajetória da mão na água, alterando os padrões de movimento da articulação, com predomínio de determinada ação para compensar a queda de outra, fato que influenciou a realização de diversos estudos, que demonstraram a diminuição na produção de força após exercício exaustivo de nado (AUJOUANNET et al. 2006) e alteração dos movimentos subaquáticos da braçada, com incremento da contribuição da rotação interna do ombro para compensar a queda da velocidade angular da adução do ombro durante 100m nado crawl em máxima intensidade (SUITO et al. 2008).

Existem diferentes maneiras de se avaliar a produção de força e, como esta é primordial em eventos competitivos, deve ser levada em consideração no planejamento do treinamento. Os equipamentos isocinéticos avaliam a força de forma precisa e são considerados padrão-ouro na avaliação neuromuscular, tendo portanto significativa importância em diversos contextos, tanto nos clínicos quanto nos relacionados ao rendimento esportivo (ELLENBECKER e DAVIES, 2000; FORTHOMME et al., 2003; KUHLMAN et al., 1992; SCOVILLE et al., 1997), e como a articulação do ombro é de suma importância na natação, a força produzida por ela também deve ser avaliada da melhor maneira possível.

Porém, existe uma grande variedade de posições para a avaliação da força produzida pela articulação do ombro, devendo-se levar em consideração para a avaliação o gesto realizado durante a prática do esporte em si, tentando posicionar o avaliado da maneira mais próxima possível do movimento realizado. A partir daí pode-se testar a confiabilidade de determinado teste. Em estudo de revisão Edouard et al. (2011) avaliaram pesquisas de reprodutibilidade de testes isocinéticos do ombro em diferentes posições, mas com nenhuma amostra composta por atletas.

O principal objetivo deste trabalho é avaliar a reprodutibilidade de um teste isocinético do pico de torque e da taxa de desenvolvimento de força da rotação interna do ombro para os membros dominante e não dominante em nadadores, pois estes testes são de fundamental importância, pois no nado crawl, durante a fase propulsiva das braçadas os músculos rotadores mediais do ombro são altamente utilizados, e na literatura já está bem definido que medidas de força destes grupos musculares fornecem bons índices de performance muscular (DUPUIS et al., 2005; RUPP et al., 1995; TOURNY-CHOLLET et al., 2008) provendo dados úteis para o gerenciamento do programa de treinamento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A natação é um esporte altamente dependente da técnica do nadador, uma vez que para se deslocar precisa vencer a alta resistência do meio, que limita sua velocidade de deslocamento, sendo necessário para isso realizar ações propulsivas durante o nado, pela realização de braçadas e pernadas. Cada um dos estilos de nado exige uma combinação entre as pernadas e braçadas porém, de modo geral, a propulsão realizada pelos braços tem sido apontada como a principal responsável para o deslocamento do nadador. Maglischo (1999) analisando as forças de nado atado demonstrou que para o nado crawl as ações da perna estão mais relacionadas com o balanço corporal do que com a propulsão em si, sendo a braçada a principal responsável pela propulsão.

Assim, para a obtenção de velocidade de nado constante, os parâmetros da braçada são importantes. Os parâmetros apontados são: a frequência de braçada (FB) expressa em ciclos de braçada por minuto; o comprimento de braçada (CB), expresso em metros por ciclo de braçada; e o índice de braçada (IB), que corresponde ao produto da velocidade pelo CB, parâmetros estes fundamentais para o desenvolvimento da prova, especialmente as de velocidade. Desse modo e à partir dos parâmetros apresentados, é possível calcular a velocidade de nado por meio do produto da FB e do CB ($v = FB \times CB$). Estes parâmetros foram analisados por muitos pesquisadores, a fim de verificar sua influência no desempenho dos atletas e foi demonstrado que para um nadador obter um bom desempenho de nado é necessário uma alta FB e um grande CB. O CB é considerado um dos índices mais importantes para a performance, pois nadadores de alto nível ao aumentarem suas velocidades de nado, também elevam a FB enquanto o CB se mantém (ARELLANO et al., 1994; CHOLLET et al., 1997; CRAIG e PENDERGAST, 1979).

A FB é uma medida que pode também discriminar o nível de habilidade dos atletas, pois no decorrer de uma prova de 100m, com o desenvolvimento da fadiga, quanto mais habilidoso for o nadador, mais constante ele mantém sua frequência de braçadas durante a prova, quando comparado com atletas menos

habilitados (CHOLLET et al., 1997). Estes porém, durante a prova elevam a FB para compensar a queda no CB, e quanto mais o atleta aumentar sua FB, mais energia gastará, uma vez que a elevação na FB está relacionada com um aumento no custo energético dos nadadores para uma mesma velocidade (BARBOSA, 2008).

O CB é um dos parâmetros mais importantes para a manutenção da velocidade de nado e também para discriminação do nível de habilidade dos atletas. Em estudo de Craig et al. (1985) foram analisadas as relações entre a velocidade de nado, a FB e o CB entre os finalistas e os semifinalistas do U.S. Olympic Trials de 1984, e os autores demonstraram que os finalistas, mesmo com uma pequena diminuição no CB, alcançaram valores de velocidade de nado e CB significativamente mais altos do que os alcançados pelos semifinalistas.

Arellano et al. (1994) analisaram diversos atletas, homens e mulheres, nos Jogos Olímpicos de 1992 nas provas de 50m, 100m e 200m nado livre e demonstraram que ambos os gêneros não apresentaram diferenças significantes nos valores de FB, mas o CB e a velocidade de nado foram significativamente maiores para os homens do que para as mulheres, desta forma, demonstrando a importância do CB na performance dos atletas.

A braçada não é uma ação única. Ela possui fases propulsivas e fases não propulsivas, sendo as propulsivas realizadas dentro da água (subaquática) e as não propulsivas fora da água (aéreas), e com uma curta parte subaquática não propulsiva anterior ao início as fases propulsivas. No nado crawl, os ciclos de braçada ainda são coordenados com padrões de pernadas que variam entre duas, quatro ou seis pernadas por ciclo de braçada (MAGLISCHO, 1999). No nado crawl, segundo Chollet et al. (2000) a braçada pode ser dividida em quatro fases, com duas fases propulsivas e duas não propulsivas:

Fase A (não propulsiva) – Entrada e alcance da mão na água. Tempo de entrada da mão na água e o início de seu movimento para trás.

Fase B (propulsiva) – Puxada. Tempo entre o início do movimento para trás da mão e sua chegada ao plano vertical em relação ao ombro. Essa segunda fase é a parte inicial da propulsão.

Fase C (propulsiva) – Empurre. Tempo entre a posição da mão abaixo do ombro e sua saída da água. Essa fase é a parte final da propulsão.

Fase D (não propulsiva) – Recuperação. Tempo entre a saída da mão da água e sua re-entrada.

Estas quatro fases são organizadas de maneiras diferentes pelo nadador, e a duração de cada uma destas fases varia dependendo da velocidade de nado, da duração do exercício e do nível do atleta. A partir destes tipos de organização, Chollet et al. (2000) propuseram o Índice de Coordenação (IdC), uma ferramenta que quantifica precisamente o modo de coordenação das braçadas e indica o nível de habilidade do nadador, podendo a organização das braçadas se dar de três formas básicas:

Oposição - Quando o início da propulsão de um braço corresponde com o final da propulsão do outro braço, sem que haja qualquer intervalo de tempo entre as ações propulsivas, ($\text{IdC} = 0$).

Catch-up - Quando há um intervalo de tempo entre as ações propulsivas dos dois braços, ($\text{IdC} < 0$).

Superposição - Quando há uma sobreposição das ações propulsivas dos dois braços, ($\text{IdC} > 0$).

Eles mostraram que no decorrer da prova os atletas podem variar o modelo de coordenação, de acordo com a mudança em suas velocidades de nado. O IdC aumenta com o aumento da velocidade de nado, com o aumento da performance do atleta e com o aumento da FB. Essas alterações estão relacionadas com a duração das fases propulsivas da braçada, pois com o aumento da velocidade os nadadores reduziram a duração das fases não propulsivas de entrada e alcance e aumentaram a duração das fases propulsivas de puxada e empurre. Com estas mudanças o nadador pode aplicar força propulsiva por um período maior de tempo, e deste modo gerar mais potência (CHATARD et al., 1990).

As mudanças descritas nos parâmetros da braçada e no IdC não ocorrem somente como estratégias de prova em função das mudanças da velocidade de nado e da duração do esforço. Outro fator de importância fundamental é o desenvolvimento da fadiga. Segundo Alberty et al. (2009), com o desenvolvimento

da fadiga ocorre um aumento na FB e no IdC para compensar a redução na capacidade de gerar impulsos propulsivos pelas braçadas. Estas adaptações motoras garantem que a propulsão permaneça constante, enquanto a força propulsiva média por braçada fica reduzida. Craig et al. (1985) mostraram uma diminuição na velocidade de nado durante os últimos estágios de eventos competitivos sendo, em nadadores habilidosos devido a queda na FB com o CB se mantendo constante, já para os menos habilidosos essa diminuição se deu devido a queda em ambos os parâmetros, CB e FB.

O decréscimo na FB é um assunto estudado por diversos pesquisadores. Esta queda na FB pode ser devido a uma diminuição na produção de força propulsiva, ou até mesmo a uma falha na ativação neural (AUJOUANNET et al., 2006; KESKINEN e KOMI, 1993; TOUSSAINT e BEEK, 1992). A dificuldade dos nadadores manterem um CB constante pode estar ligada ao acúmulo de lactato, que pode contribuir para a fadiga (AUJOUANNET et al., 2006; KESKINEN E KOMI, 1993; WEISS et al., 1988).

Analisando-se a influência da fadiga nas braçadas, Suito et al. (2008) mostraram que os movimentos da braçada podem ter sido influenciados pela fadiga durante 100m nado livre em velocidade máxima, resultando em um aumento da contribuição da rotação interna do ombro de modo a compensar a queda da velocidade angular da adução do ombro e da velocidade da trajetória da mão, na segunda metade dos 100 metros.

As ações musculares relacionadas com a parte submersa da braçada no nado crawl, como a rotação interna do ombro e a extensão do cotovelo sofrem influência da fadiga e acabam mudando a trajetória da mão no movimento subaquático. Muitos estudos investigam o efeito da fadiga na força que o nadador aplica na água. Aujouannet et al. (2006) verificaram o efeito da fadiga na força de puxada de dez nadadores, e mostraram que após uma série exaustiva (4 x 50m) simulando uma prova de 200m nado livre, houve uma redução significativa na força de puxada dos mesmos, medida no banco de nado, com um cabo preso a um medidor de tensão.

Diversos autores buscam uma forma confiável para a avaliação da força que os nadadores aplicam na água e correlacioná-la com a performance dos mesmos e, para isso, avaliam a força destes atletas de diversas maneiras: com exercícios inespecíficos para natação, como a musculação e testes de potencia anaeróbia (BARBOSA e JÚNIOR, 2006; HAWLEY et al., 1992); com ergômetros de nado, como o banco de nado biocinético, que simulam os movimentos das braçadas, porém, são realizados no seco e com o corpo fixo, impedindo o nadador de realizar o rolamento com o corpo, comprometendo uma reprodução fiel da mecânica de nado e gerando uma diferença no CB do atleta, uma vez que na água este parâmetro sofre influencia da propulsão do nadador e no banco de nado, é influenciada apenas pelo comprimento do braço do nadador (SILVA et al., 2006); outros utilizam o nado atado (MOROUÇO et al., 2011; YEATER, 1981) que é realizado no ambiente específico do esporte, e apresenta boa correlação entre a força gerada pelo atleta e seu desempenho em esforços de curta duração, porém não existe a influência do arrasto sobre o atleta, uma vez que neste tipo de teste o atleta não se desloca; e também o MAD System (TOUSSAINT e VERVOORN, 1990), uma ferramenta que consiste numa série de placas fixas abaixo da superfície da água, conectadas a um transdutor de força, nas quais o atleta realiza a braçada, aplicando a força contra as placas ao invés da água, permitindo a medição da força gerada pelos braços dos nadadores, e quando este valor é multiplicado pela velocidade de nado, a geração de potência pode ser calculada. No entanto, este equipamento pode superestimar os dados, uma vez que estas placas não sofrem aceleração pela ação da mão como ocorre com a água, em que parte da energia aplicada é dissipada em forma de energia cinética. Ainda assim, como ferramenta para o treinamento seria útil, uma vez que permite a geração da máxima força pelos nadadores, no ambiente específico e com o mesmo padrão de movimento do esporte.

Todos estes exemplos consistem em uma tentativa de se obter uma aproximação dos padrões de movimento com os realizados durante a prática do nado em si. Outra forma de se avaliar a força dos atletas é através de testes com equipamentos isocinéticos.

Com este tipo de equipamento é possível controlar a velocidade de execução do movimento, além de permitir a avaliação de diferentes tipos de contração muscular, ou seja: isométrica, somente concêntrica ou excêntrica e até concêntrica e excêntrica durante determinado movimento. Desta maneira, oferta resultados precisos sobre a força muscular dos indivíduos, e na avaliação neuromuscular estes testes são considerados padrão-ouro, e por isto são de significativa importância em diversos contextos, tanto clínicos quanto os relacionados ao rendimento esportivo, pois obter medidas quantitativas e qualitativas da força muscular tem uma importância fundamental para a avaliação das diversas articulações do corpo, além do gerenciamento de programas de treinamento (ELLENBECKER e DAVIES, 2000; FORTHOMME et al., 2003; KUHLMAN et al., 1992; SCOVILLE et al., 1997).

Uma das dificuldades encontradas em se realizar qualquer tipo de teste é saber se o teste selecionado é o que apresenta os resultados mais confiáveis e, para se chegar a esta conclusão são realizados estudos de teste e re-teste. Estas pesquisas comparam os resultados de um mesmo teste sob as mesmas condições, com um período de intervalo entre eles, para se analisar a confiabilidade do teste. Mas comparar testes isocinéticos, principalmente para a articulação do ombro, é uma tarefa difícil, pois o elevado grau de liberdade de movimentos que esta articulação permite gera diferentes protocolos de testes com diferentes posições testadas e isto influencia os valores obtidos. Em estudo de revisão, Edouard et al. (2011) avaliaram estudos com testes isocinéticos com diferentes posições do corpo e do ombro dos sujeitos, com sujeitos com características muito semelhantes (saudáveis, com idade entre 20 e 30 anos), mas com os equipamentos isocinéticos de diferentes modelos, e concluíram que a posição com o sujeito sentado, com o ombro em 45° de abdução no plano da escápula é a que apresenta valores de confiabilidade de bom a excelente na avaliação do pico de torque para os movimentos de rotação interna e rotação externa do ombro. A análise da confiabilidade dos valores obtidos nestes testes também depende de outros fatores, como o teste estatístico escolhido, além do tamanho e das características da população (CODINE et al., 2005).

A análise destes resultados, no entanto, deve ser feita com relativa cautela, uma vez que a maioria das populações estudadas em investigações da reprodutibilidade e confiabilidade destes testes era de sujeitos saudáveis, mas não atletas, muito menos nadadores. Testes isocinéticos para esta população são de fundamental importância, pois no nado crawl, durante a fase propulsiva das braçadas, os músculos rotadores mediais do ombro são altamente utilizados, e na literatura já está bem definido que medidas de força destes grupos musculares fornecem bons índices de performance muscular (DUPUIS et al., 2005; RUPP et al., 1995; TOURNY-CHOLLET et al., 2008).

Nadadores podem gerar diferentes quantidades de força em cada um dos braços. Portanto, uma avaliação desta assimetria de força na adução e abdução horizontal e da rotação medial do ombro além da extensão do cotovelo é uma ferramenta objetiva para se investigar a técnica de nado. Em estudo de Tourny-Chollet et al. (2008) foi analisada esta assimetria de força e uma possível influência da lateralidade da respiração, realizando testes isocinéticos nos sujeitos, e foi demonstrado que a duração das fases de alcance + puxada é maior para o membro dominante (51,7%) do que para o não-dominante (48,4%) para os nadadores com assimetria de força (que geraram picos de força mais altos com o membro dominante num teste isocinético), confirmando que a lateralidade da respiração influencia na lateralidade da força dos rotadores mediais do ombro, pois o braço dominante é o que sustenta a respiração nos nadadores com respiração unilateral, que representa uma classe de nadadores velocistas; os nadadores que apresentaram força simétrica não tiveram uma influência significativa da respiração na ação motora dos músculos rotadores mediais, uma vez que estes eram meio-fundistas e por isso não necessitam gerar grandes quantidades de força em cada ciclo de braçada.

Esta diferença na assimetria da força pode ser acentuada com o passar do tempo pela rotina de treinamento, principalmente se o atleta sempre realizar a respiração do mesmo lado, podendo gerar lesões no ombro por excesso de sobrecarga, portanto, para se evitar esse tipo de lesão, durante as sessões de

treinamento, em intensidades submáximas a respiração bilateral pode ser recomendada (CHOLLET et al., 2000).

3. JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE

Para o deslocamento durante o nado, os braços apresentam uma contribuição de 90%, sendo a articulação do ombro bastante exigida. A rotação do ombro apresenta aumento de modo a compensar a queda na velocidade angular de adução do ombro.

Há uma busca por modelos confiáveis de avaliação da força aplicada na água e a correlação desta com a performance e, desse modo, diversos são os estudos empregados a fim de avaliar a força destes atletas das mais variadas formas (BARBOSA e JÚNIOR, 2006; HAWLEY et al., 1992; MOROUÇO et al., 2011; YEATER, 1981), buscando padrões de aproximação do movimento com aquele realizado durante o nado.

Uma das formas que tem sido utilizada para a avaliação da força de atletas é a partir da utilização de equipamentos isocinéticos que permitem grande variedade de tipos de contração muscular oferecendo resultados precisos acerca da força muscular dos indivíduos.

Uma das dificuldades na seleção dos testes está em verificar sua confiabilidade de modo que estudos de teste/re-teste tem sido aplicados. Em se tratando da avaliação da articulação do ombro, há estudos que reportam elevada confiabilidade (EDOUARD et al., 2011), quando da avaliação de indivíduos não treinados.

Embora nadadores possam gerar diferentes quantidades de força em cada um dos braços, é possível hipotetizar que: poderá existir reprodutibilidade neste teste para ambos os membros, nesta população, uma vez que na literatura, com sujeitos saudáveis os testes foram reprodutíveis (Edouard et al., 2011).

Embora exista estudos que utilizem testes isocinéticos com atletas e que avaliem a articulação do ombro, estes avaliam o desequilíbrio muscular (OLIVIER et al., 2008) e não a confiabilidade dos testes em nadadores.

A utilização de testes isocinéticos pode ainda contribuir para a determinação de diferentes perfis de habilidade técnica de nado, sendo importante

para o gerenciamento do treinamento e para a identificação de possíveis deficiências técnicas.

4. OBJETIVOS

4.1 Gerais

Sendo assim, o objetivo central deste estudo foi verificar a reprodutibilidade de um teste isocinetico do pico de torque (PT) e da taxa de desenvolvimento de força (TDF) dos músculos rotadores internos do ombro, nos membros dominante e não-dominante em nadadores.

4.2 Específicos

Neste estudo, para se atingir o objetivo central proposto, foram analisadas o pico de torque (PT) e da taxa de desenvolvimento de força (TDF) em três condições: 1) uma isométrica; 2) uma em velocidade de contração baixa ($60^{\circ}/s$) e, 3) uma em velocidade de contração alta ($180^{\circ}/s$).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Delineamento experimental

Os voluntários foram solicitados a comparecer no laboratório em três ocasiões. Os indivíduos foram submetidos aos seguintes protocolos, em dias diferentes: 1) Inicialmente foram obtidas as medidas antropométricas (massa, estatura, envergadura e dobras cutâneas) e logo em seguida foi feita a familiarização ao teste isométrico e isocinético no dinamômetro; 2) os atletas realizaram no dinamômetro isocinético o teste máximo para a determinação do PT nas contrações isométrica e isocinética concêntrica nas velocidades 60 e 180°/s. Este procedimento foi realizado duas vezes, em dias diferentes. Os testes para a determinação do PT isométrico e isocinético foram realizados de forma aleatória. O protocolo foi o mesmo para o membro dominante e não dominante e estes também foram realizados de forma aleatória.

O intervalo entre os testes foi de pelo menos 48 h. Os indivíduos foram instruídos a chegar ao laboratório descansados e hidratados, com pelo menos 3 h após a última refeição. Cada indivíduo foi avaliado no mesmo horário do dia para minimizar os efeitos da variação diurna biológica.

5.2 Sujeitos

Participaram deste estudo 10 indivíduos, nadadores velocistas e meio fundistas, do gênero masculino com idades entre 18 e 28 anos, especialistas na modalidade, e que participam regularmente de competições de nível regional a nacional. Os mesmos deveriam ter pelo menos 3 anos de experiência nas respectivas modalidades e 12 horas semanais de treinamento. Foram selecionados indivíduos considerados saudáveis após exames clínicos, não fumantes e que não façam uso regular de qualquer tipo de medicamento. Todos foram informados sobre os procedimentos do experimento e suas implicações, e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para participar deste estudo. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (protocolo nº 821/2012).

5.3 Avaliação antropométrica

Foram mensuradas as seguintes variáveis antropométricas: massa corporal (kg) (balança mecânica Filizola, calibrada antes de cada pesagem), estatura (cm) (altímetro próprio da balança mecânica Filizola), envergadura (distância entre os dedos médios, o indivíduo em pé, braços estendidos e ombros em abdução de 90°), dobras cutâneas (tríceps braquial, suprailíaca e subescapular) e percentual de gordura corporal (GUEDES e GUEDES, 1998).

5.4 Teste de contração máxima

Para determinar o PT e a TDF dos músculos rotadores internos do ombro os atletas ficaram na posição sentada em um dinamômetro (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Shirley, NY, EUA). Cada nadador foi estabilizado na cadeira com dois cintos cruzados a 30° (cada cinto foi colocado do ombro e fixado ao lado da cintura oposta). O sujeito permaneceu em contato com a cadeira durante todo o teste para evitar movimentos do tronco. O braço em análise ficou em abdução de 90°, o cotovelo ficou apoiado no suporte específico do dinamômetro e a 90° em relação ao antebraço. A mão ficou em posição pronada, sendo a posição inicial com o antebraço no plano frontal (0°, na vertical) e a final quando o antebraço estiver a 110° da posição inicial ou 20° abaixo da linha horizontal.

5.5 Contração isométrica

Para os músculos rotadores internos foram realizadas duas contrações isométricas máximas de rotação interna, para a determinação do PT isométrico (PTI). A articulação do cotovelo foi fixada a 105° da posição inicial e a articulação do ombro rotacionada a 90° da posição inicial. Cada contração foi realizada por um período de 5 segundos, com descanso de 3 minutos entre cada contração.

5.6 Contração isocinética

Para determinar o PT concêntrico (PTC) dos músculos a serem analisados foram realizadas 5 contrações isocinéticas máximas concêntricas no dinamômetro isocinético, com 3 minutos de recuperação entre as mesmas. Para os músculos rotadores internos do ombro, o atleta partiu da posição inicial citada acima e foi até a final (sendo 110° a amplitude total de movimento). Este procedimento foi executado nas velocidades de 60 e 180°.s⁻¹ e foi realizado 2 vezes para cada membro.

5.7 Determinação da taxa de desenvolvimento de força

Os dados de torque das contrações isométricas e isocinéticas foram coletados a partir do software do dinamômetro isocinético e analisados no software MatLab 6.5. Os dados de torque de todas as contrações válidas foram filtrados (filtro Butterworth, quarta ordem), e a partir da contração de maior pico de torque foi determinado o ponto inicial do início da contração, considerado como sendo o valor de torque acima de 7,5 N.m (AAGAARD et al., 2002). A taxa de desenvolvimento de força (TDF) pico (N.m.s⁻¹) foi considerada como o maior valor atingido na contração.

5.8 Análise estatística

Os valores foram expressos como média ± erro-padrão da média (EPM). A existência da normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Foi utilizado teste T *student*. As correlações foram determinadas através do teste de correlação intraclasse. O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$.

6. RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentadas as características antropométricas dos voluntários.

Tabela 1. Características antropométricas dos voluntários.

	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Envergadura (cm)
Média	22,2	176,33	76,15	183,22
DP	5,39	7,01	5,64	8,26

A tabela 2 apresenta os valores $\pm$ EPM do PT dos músculos rotadores internos do ombro para o membro dominante e não dominante, nas contrações isométrica e isocinética em baixa velocidade de contração (60°/s) e em alta velocidade de contração (180°/s). Não houve diferença significativa entre o 1º e o 2º dia para nenhuma das condições de contração, para ambos os membros, dominante e não dominante ($p > 0,05$).

Tabela 2. Valores médios $\pm$ EPM do pico de torque dos músculos rotadores internos do ombro para o membro dominante e não dominante, nas contrações isométrica e isocinética em baixa velocidade de contração (60°/s) e em alta velocidade de contração (180°/s). N = 10

	Pico de torque (N.m)			
	Membro Dominante		Membro não dominante	
	1º dia	2º dia	1º dia	2º dia
Isométrico	50,22 (3,31)	46,83 (4,41)	49,46 (4,54)	51,05 (5,07)
60°/s	53,37 (3,38)	48,86 (2,65)	49,92 (3,54)	50,56 (3,35)
180°/s	53,83 (2,67)	54,22 (3,40)	52,59 (2,73)	52,24 (4,09)

A tabela 3 apresenta os valores de correlação intraclasse para o PT para o membro dominante e não dominante, nas contrações isométrica e isocinética em baixa velocidade de contração (60°/s) e em alta velocidade de contração (180°/s). Para a condição isométrica e isocinética na velocidade de 180°/s, para ambos os membros houve correlação significativa ($p < 0,05$). Já para a contração a 60°/s, houve correlação significativa somente para o membro não dominante ($p < 0,05$).

Tabela 3. Valores de correlação intraclasse para o pico de torque para os membros dominante e não dominante, nas contrações isométrica e isocinética em baixa velocidade de contração (60°/s) e em alta velocidade de contração (180°/s). N = 10

	Coeficiente de correlação intraclasse	
	Membro Dominante	Membro não dominante
Isométrico	0,76*	0,85*
60°/s	0,56	0,90*
180°/s	0,84*	0,76*

* $p < 0,05$.

O erro típico bruto na condição isométrica para o membro dominante foi de 7,63 (IC95% = 5,25 - 13,93), e para o membro não dominante de 8,02 (IC95% = 5,52 - 14,65). Na contração a 60°/s do membro dominante foi de 7,33 (IC95% = 5,04 - 13,38), e do membro não dominante foi de 4,79 (IC95% = 3,3 - 8,75). Para a contração a 180°/s do membro dominante foi de 5,16 (IC95% = 3,55 - 9,41), e para o membro não dominante foi de 7,03 (IC95% = 4,83 - 12,83).

A tabela 4 apresenta os valores médios $\pm$ EPM para a TDF para o membro dominante e não dominante. Não houve diferença significativa entre o 1º e o 2º dia para o membro dominante ($p = 0,327$) e não dominante ($p = 0,334$). No entanto, não houve correlação significativa para o membro dominante ($r = 0,595$, $p = 0,120$) e não dominante ($r = -0,48$, $p = 0,734$). O erro típico bruto para o membro dominante foi de 24,37 (IC95% = 16,82 – 46,68), e para o membro não dominante foi de 44,98 (IC95% = 29,20 – 106,70).

Tabela 4. Valores médios $\pm$ EPM para a taxa de desenvolvimento de força para o membro dominante (N = 8) e não dominante (N = 5).

	Taxa de desenvolvimento de força	
	Membro dominante	Membro não dominante
1º dia	177,15 N.m.s ⁻¹ (23,93)	207,45 N.m.s ⁻¹ (20,42)
2º dia	186,05 N.m.s ⁻¹ (30,19)	176,25 N.m.s ⁻¹ (15,97)

7. DISCUSSÃO

Este trabalho objetivou analisar a reprodutibilidade de um teste isocinético, em um tipo de população pouco estudada nestes equipamentos, os nadadores. Por ser praticado num ambiente diferente do terrestre, seus adeptos apresentam características antropométricas que diferem das de corredores por exemplo. O alto desempenho de um nadador está associado a sua estatura elevada, seu corpo relativamente magro, ombros largos e braços compridos, com uma área de superfície da mão avantajada (TROUP, 1999). Estas características antropométricas aliadas a boa técnica de nado refletem em melhor performance nos eventos competitivos.

Embora sejam determinantes para o bom desempenho, de nada adiantariam sem a correta aplicação da força, buscando a propulsão do corpo no meio líquido vencendo a resistência imposta pela água. Porém, a magnitude de aplicação da força pode variar do braço dominante para o não dominante, influenciando a coordenação do nado, podendo inclusive prejudicar o desempenho do nadador.

Estimulados por esta questão diversos estudos foram realizados, procurando identificar a relação com a força e o desempenho de nado, variando entre diferentes métodos e ferramentas (BARBOSA e JÚNIOR, 2006; CHOLLET et al., 2008; HAWLEY et al., 1992; MOROUÇO et al., 2011; SILVA et al., 2006; TOUSSAINT e VERVOORN, 1990; YEATER, 1981).

Avaliações de dinamometria isocinética são largamente utilizadas na área clínica, na reabilitação e nos esportes, pois apresentam alta precisão para medidas de torque e potencia muscular, principalmente em articulações que apresentam pouca variabilidade de movimentos, como por exemplo, nos membros inferiores, o joelho, por que o indivíduo fica mais bem fixado no equipamento, dificultando a compensação com outros grupos musculares. A articulação do ombro, no entanto, possui grande liberdade de movimentos e durante os testes isocinéticos, os sujeitos podem compensar o movimento através do uso de grupos

musculares acessórios (EDOUARD et al., 2011), desta maneira comprometendo a validade do resultado do teste.

O uso deste tipo de equipamento pode fornecer importantes dados para o gerenciamento de programas de treinamento, em especial para os nadadores, nos quais a utilização da articulação do ombro é de fundamental importância para o desempenho, visto que nas ações propulsivas da braçada são exigidas vigorosas ações dos músculos responsáveis pela rotação interna do ombro. Em estudo de Suito e colaboradores (2008), eles determinaram que a velocidade de rotação interna do ombro, na fase da puxada, nos primeiros 15m da primeira metade de uma prova de 100m nado livre se manteve em aproximadamente 170°/s e alcançou velocidades acima dos 300°/s nos 15m da segunda metade da prova (65m). De acordo com as velocidades relatadas por estes pesquisadores, fica justificado a escolha da velocidade alta de contração do presente estudo (180°/s), sendo as outras condições (isométrica e isocinética a 60°/s) para prover dados de referência.

Para esportes onde o desempenho é determinado por ações dos membros superiores, principalmente naqueles onde os movimentos predominantes são realizados acima da cabeça, assim como na natação, a determinação das variáveis relacionadas com a força gerada por esta articulação se torna uma ferramenta importante para os técnicos, que podem gerenciar de maneira efetiva seus programas de treinamento podendo, inclusive, detectar perfis que possam sugerir risco de lesões em virtude de desequilíbrios musculares nesta articulação. Mesmo que estes esportes apresentem características diferentes quanto ao gesto motor utilizado, exemplos como tênis, voleibol, baseball e natação exigem movimentos similares e um contínuo uso da articulação do ombro, mesmo que com o predomínio de apenas um dos membros.

Torres e Gomes (2009) analisaram a influência do efeito causado pelo treinamento contínuo destes esportes comparando a diferença em graus da rotação interna do ombro, entre o membro dominante e não dominante em jogadores de tênis e nadadores, ambos recreacionais, hipotetizando, após uma revisão da literatura, que estes esportes levam a uma diminuição da amplitude da

rotação interna do ombro em virtude do enrijecimento posteroinferior da cápsula articular, que pode ser acentuado para o membro dominante. Eles encontraram que os tenistas tinham uma diferença de cerca de 23°, e os nadadores cerca de 12°, enquanto indivíduos ativos, mas não engajados em atividades com predomínio dos membros superiores apresentavam uma diferença de aproximadamente 5°.

Na mesma linha de pesquisa, Riemann e colaboradores (2011) também analisaram a diferença na rotação interna do ombro entre os membros dominante e não dominante, porém comparando nadadores competitivos de diferentes idades e também no gênero, e encontraram que as mulheres apresentam em média uma maior amplitude do movimento de rotação interna do ombro no membro não dominante comparado com o dominante em relação aos homens, em todas as faixas de idade, com os atletas mais novos (12-13 anos) apresentando valores mais altos do que os de atletas do colegial (16 anos). Estes dois grupos também apresentaram valores mais altos do que nadadores universitários (19 anos) e masters (39 anos), demonstrando que o tempo de prática, e por consequência, o aumento na intensidade do treinamento, levam a uma redução da amplitude da rotação interna do ombro. Esta limitação no movimento pode gerar desequilíbrios musculares, favorecendo o desenvolvimento de lesões nesta articulação.

Embora a variação da rotação interna do ombro diminua com o decorrer do treinamento, a força gerada por esta articulação tende a aumentar, visto que é altamente solicitada durante o nado. Esta afirmação é demonstrada por Ramsi et al. (2004), que analisaram a força gerada nos movimentos de rotação interna e externa do ombro por nadadores jovens (aproximadamente 15 anos) no início da temporada competitiva, no meio da temporada (6 semanas) e ao final da temporada (12 semanas) encontrando elevação na força produzida no meio da temporada e ao final da temporada, para ambos os movimentos de rotação interna e externa do ombro, demonstrando a importância da avaliação da força do ombro para nadadores.

Porém, antes de se realizar determinado teste, deve-se primeiro averiguar se os resultados do teste são confiáveis. Sendo assim, é necessária a realização

de estudos de reprodutibilidade para um determinado teste ou equipamento. Em especial na articulação do ombro, que possui grande variabilidade de movimentos, fica difícil padronizar um teste. Para este tipo de teste que avalie a reprodutibilidade, não deve haver diferença no resultado entre sucessivos testes para o mesmo avaliado, desde que controladas todas as variáveis.

Um dos fatores que influenciam este tipo de estudo é a mudança na média, que pode ser aleatória entre as diferentes tentativas, com tendência a diminuir a medida que a amostra aumenta, pelo fato de os valores se anularem; também pode ser sistemática, já que o participante do estudo realiza o teste melhor na segunda tentativa por ter aprendido a tarefa e, para se garantir uma precisão para estimativas de confiabilidade, é necessário que aproximadamente 50 sujeitos sejam analisados pelo menos em 3 tentativas (HOPKINS, 2000).

Edouard et al. (2011), analisaram o efeito da posição do corpo sobre a avaliação isocinética, e concluíram que a posição com o sujeito sentado, com o ombro a 45° de abdução apresenta a melhor reprodutibilidade, além de ser mais confortável para os sujeitos. Esta posição difere da utilizada no presente estudo, no qual o sujeito permanecia com o ombro abduzido em 90°, numa tentativa de aproximar o movimento daquele realizado no gesto específico do esporte. Uma grande dificuldade em se comparar testes isocinéticos, além das diferentes posições, é o uso de diferentes equipamentos isocinéticos.

Zanca et al. (2011), compararam atletas de esportes com predomínio dos membros superiores e com ações acima da cabeça (jogadores de vôlei, handebol, e baseball) que tinham lesões com atletas e sujeitos saudáveis, utilizando o mesmo dinamômetro isocinetico utilizado no presente estudo e na mesma posição, em baixa velocidade de contração $1,57 \text{ rad.s}^{-1}$ (aproximadamente $90^\circ/\text{s}$) e em alta velocidade de contração $3,14 \text{ rad.s}^{-1}$ (aproximadamente $180^\circ/\text{s}$), evidenciando que atletas com lesão no ombro geravam um pico de torque semelhante aos indivíduos saudáveis, mas que ambos eram significativamente inferiores aos valores gerados pelos atletas saudáveis. Estes geraram pico de torque de 53 N.m na velocidade de contração baixa, e 50 N.m na velocidade de contração alta, sendo estes valores bem próximos dos obtidos no presente estudo.

Chollet et al. (2008) procuraram identificar um padrão de coordenação em nadadores, e realizaram uma avaliação isocinética numa velocidade de contração baixa (90°/s), obtendo um pico de torque médio de 63 N.m para o membro dominante, e de 58 N.m para o membro não dominante. Os valores obtidos por eles são mais altos do que os obtidos neste trabalho, provavelmente devido ao nível mais elevado dos atletas utilizados por eles. De modo geral, na média os atletas geraram mais força com o membro dominante do que com o não dominante, se assemelhando ao ocorrido com os sujeitos deste estudo, que geraram ligeiramente mais força com o membro dominante comparado ao não dominante.

Nos testes de reprodutibilidade, os valores do coeficiente de correlação intraclass são muito importantes, pois refletem a consistência entre os valores obtidos em sucessivos testes. Neste estudo, este coeficiente variou entre 0,76 e 0,90, que segundo Fleiss (1984) apud Meeteren et al. (2002), caracteriza confiabilidade de boa a excelente, e somente para o membro dominante no teste a 60°/s a correlação foi de 0,56, apresentando baixa correlação.

Na revisão realizada por Edouard et al. (2011), são apresentados diversos estudos em que os sujeitos eram analisados na posição sentada, porém com o braço abduzido em 45°, e com diferentes tipos de dinamômetros, e neles a correlação intraclass variou entre valores de 0,79 - 0,98, e em um dos estudos, o sujeito era analisado sentado com o ombro abduzido em 90° e a velocidade de contração era de 120°/s, com um coeficiente de correlação de 0,79. Apesar das diferenças da posição e dos equipamentos, a velocidade de contração foi parecida, com os dados deste trabalho variando entre os intervalos de valores obtidos naquelas pesquisas.

A taxa de desenvolvimento de força (TDF) também foi avaliada em nosso estudo, sendo obtido seu valor máximo, para o membro dominante, de $177,15 \pm 23,93 \text{ N.m.s}^{-1}$ e $186,05 \pm 30,19 \text{ N.m.s}^{-1}$, para o 1º e 2º teste respectivamente; para o membro não dominante de $207,45 \pm 20,42 \text{ N.m.s}^{-1}$ e $176,25 \pm 15,97 \text{ N.m.s}^{-1}$ para o 1º e 2º teste respectivamente.

Esta taxa tem importantes conseqüências funcionais, pois determina a força que pode ser gerada na fase inicial da contração muscular (0-200ms) (AAGAARD

et al., 2002). Na literatura, muitos trabalhos avaliam a TDF nos membros inferiores, e poucos nos membros superiores, em especial no movimento analisado no presente trabalho, fato este que impossibilita a comparação de forma direta dos dados porém, existem trabalhos que analisaram a TDF em outros músculos dos membros superiores. Em estudo cujo objetivo foi investigar o efeito de um programa de treinamento isométrico de curta duração num grupo de 13 voluntárias sobre o torque e a TDF do músculo biceps braquial do membro dominante, os autores verificaram melhora na TDF sem mudanças no pico de torque, apresentando valores de correlação intraclasse de 0,94 para a TDF e 0,79 para o pico de torque (GABRIEL et al., 2001), sendo estes valores considerados bons para estudos de confiabilidade.

No presente trabalho, a TDF obtida em ambos os membros apresentou valores de correlação baixos para o membro dominante ($r = 0,595$, $p = 0,120$) e não dominante ($r = -0,48$, $p = 0,734$). O erro típico bruto para o membro dominante foi de 24,37 (IC95% = 16,82 – 46,68), e para o membro não dominante foi de 44,98 (IC95% = 29,20 – 106,70), não refletindo boa confiabilidade entre as médias, fato que pode ser devido a pequena quantidade de sujeitos analisados.

Desse modo, é necessário um estudo com uma amostra maior, de forma a melhor avaliar esta resposta, uma vez que a determinação da TDF é de fundamental importância, pois permite discriminar diferentes níveis de aptidão física dos atletas, como demonstrado por Thompson et al. (2012) que analisaram jogadores de futebol americano e observaram diferença significativa na TDF e no torque dos músculos flexores da perna, nos intervalos de tempo de 30ms e 50ms, comparando jogadores mais habilidosos com os menos habilidosos da posição de starter, porém, no intervalo de tempo de 100ms esta diferença não apresentou significância, sugerindo que a determinação destes parâmetros possam ser de grande valia na identificação de talentos do esporte, além de permitir alterações no programa de treinamento dos atletas, melhorando o desempenho dos mesmos.

Uma possível limitação de nosso estudo é o tamanho da amostra analisada, 10 sujeitos e o baixo número de testes, apenas 2. Para minimizar o efeito do tamanho da amostra, neste estudo, todos os voluntários realizaram uma sessão

de familiarização com o equipamento e com as condições do teste, de modo a minimizar qualquer possível interferência do efeito do aprendizado do teste, além de sempre serem estimulados verbalmente de forma semelhante, tentando motivar os sujeitos a realizarem sua máxima força. Mesmo com estes procedimentos, a determinação de algumas variáveis foi prejudicada, o que limitou o estudo, pois a pequena amostra analisada inviabilizou a determinação da TDF na fase inicial e na final do início da contração (0 – 30 ms e 150 – 200 ms).

8. CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, é possível sugerir que, para nadadores, o PT obtido por um dinamômetro isocinético apresenta boa reprodutibilidade nas condições isométrica e isocinética em alta velocidade de contração para ambos os membros dominante e não dominante, no entanto, para velocidade de contração baixa apenas para o membro não dominante apresentou reprodutibilidade, com o membro dominante apresentando baixa confiabilidade, porém, parece haver a necessidade de análise de um maior número de indivíduos para a determinação da confiabilidade da TDF pico.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AAGARD, P.; SIMONSEN, E. B.; ANDERSEN, J. L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, v. 93, p. 1318-1326, 2002.

ALBERT, B.; CRAIG, JR.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine in Science and Sports Exercise*, v. 17, p.625–34, 1985.

ALBERTY, M.; SIDNEY, M.; PELAYO, P.; TOUSSAINT, H. M. Strokking characteristics during time to exhaustion tests. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 41, p. 637–644, Mar. 2009.

AUJOUANNET, Y. A.; BONIFAZI, M.; HINTZY, F.; VUILLERME, N.; ROUARD, A. H. Effects of a high-intensity swim test on kinematic parameters in high-level athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, Canada, v. 31, p. 150–158, Mar. 2006.

ARELLANO, R.; BROWN, P.; CAPPAERT, J.; NELSON, R. C. Analysis of 50, 100 and 200 m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 10, p. 189–199, 1994.

BARBOSA, A. C.; JÚNIOR, O. A. Efeito do treinamento de força no desempenho da natação. *Revista brasileira de Educação Física e Esportes*, São Paulo, v.20, n. 2, p. 141-50, abr./jun. 2006.

BARBOSA, T. M.; FERNANDES, R. J.; KESKINEM, K. L.; VILAS-BOAS, J. P. The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, v. 103, p. 139-149, 2008.

CAPUTO, F.; DE LUCAS, R. D.; GRECO, C. C.; DENDAI, B. S. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília, v. 8, p. 7-13, jun. 2000.

CHOLLET, D.; PELAYO, P.; DELAPLACE, C.; TOURNY, C.; SIDNEY, M. Strokking characteristic variations in the 100-m freestyle for male swimmers of different skill. *Perceptual of Motor Skills*, v. 85, p. 167–177, 1997.

CHOLLET, D.; CHALIES, S.; CHATARD, J. C. A new index of coordination for the crawl: Description and usefulness. *International Journal of Sports Medicine*, New York v.21, p. 54–59, 2000.

CODINE, P.; BERNARD, P. L.; SABAYROLLES, P.; HERRISON, C. Reproducibility of isokinetic shoulder testing. *Isokinetics and Exercise Science*, v.13, p. 61-62, 2005.

CRAIG, A.; PENDERGAST, D. Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 11, p. 278–83, 1979.

CRAIG, A. B. Jr.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 17, n. 6, 1985.

DUPUIS, C.; TOURNY-CHOLLET, C.; LEROY, D.; BEURET-BLANQUART, F. Influence of the position of the scapula in isokinetic assessment: an example with high level athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, v. 13, p. 63 – 66, 2005

DESCHODT, V. J.; ARSAC, L. M.; ROUARD, A. H. Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. *European Journal of Applied Physiology*, v. 80, p. 192–199, 1999.

EDOUARD, P.; SAMOZINO, P.; JULIA, M.; CERVERA, S. G.; VANBIERVLIET, W.; CALMELS, P.; GREMEAUX, V. Reliability of Isokinetic Assessment of Shoulder-Rotator Strength: A Systematic Review of the Effect of Position. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 20, p. 367-383, 2011.

ELLENBECKER, T. S.; DAVIES, G. J. The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *Journal of Athletic Training*. v. 35, n. 3, p. 338–350, Sept. 2000.

FORTHOMME, B.; CROISIER, J. L.; HUSKIN, J. P.; CRIELAARD, J. M. Isokinetic assessment of shoulders with impingement syndrome following pain inhibition. *Isokinetics and Exercise Science*, v. 11, p. 70–71, 2003.

GABRIEL, D., A.; BASFORD, J., F.; AN, K. Training-related changes in the maximal rate of torque development and EMG activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 11, p. 123 – 129, 2001.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. *Controle do peso corporal: composição corporal, atividade física e nutrição*. Londrina, PR: Midiograf, 1998.

HAWLEY, J. A.; WILLIAMS, M. M.; VICKOVIC, M. M.; HANDCOCK, P. J. Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, v. 26, n. 3, p. 151-155, 1992.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, v. 30, n. 1, p. 1 – 15, 2000.

KESKINEN, K. L.; KOMI, P. V. Stoking characteristics of front crawl swimming during exercise. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 9, p. 219–226, 1993.

KUHLMAN, J. R.; IANNOTTI, J. P.; KELLY, M.J.; RIEGLER, F. X.; GEVAERT, M. L.; ERGIN, T. M. Isokinetic and isometric measurement of strength of external rotation and abduction of the shoulder. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, v. 74, n.9, p. 1320–1333, Oct. 1992.

MAGLISCHO, E. W. *Nadando Ainda Mais Rápido*. São Paulo: Manole, 1999. 691 p.

MOROUÇO, P.; KESKINEM, K. L.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 27, p. 161-169, 2011.

OLIVIER, N.; QUINTIN, G.; ROGEZ J. Le complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau. *Annales de re'adaptation et de me'decine physique: revue scientifique de la Société française de rééducation fonctionnelle de réadaptation et de médecine physique*, v. 51, n. 5, p. 342 – 347, Jun 2008.

RAMSI, M.; SWANIK, K., A.; SWANIK, C.; STRAUB, S.; MATTACOLA, C. Shoulder-rotator strength of high school swimmers over the course of a competitive season. *Journal of Sport Rehabilitation*, v.13, n. 1, p. 9 – 18, Feb 2004.

RIEMANN, B. L.; WITT, J.; DAVIES, G.; J. Glenohumeral joint rotation range of motion in competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences*, v. 29, n. 11, p. 1191-1199, Jul 2011.

RUPP, S.; BERNINGER, K.; HOPF, T. Shoulder problems in high level swimmers-impingement, anterior instability, muscular imbalance? *International Journal of Sports Medicine*, v. 16, p. 557 – 562, 1995.

SCOVILLE, C. R.; ARCIERO, R. A.; TAYLOR, D. C.; STONEMAN, P. D. End range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios: a new perspective in shoulder strength assessment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 25, n. 3, p. 203–207, Mar. 1997.

SILVA, A. J. R. M.; REIS, V. M.; COSTA, A.; GARRIDO, N.; CAMEIRO, A.; TOLENTINO, J. O banco de nado biocinético como meio específico de treino de força em seco na natação. *Brazilian Journal of Biomechanics*, n. 13, Nov. 2006.

SUITO, H.; IKEGAMI, Y.; NUNOME, H.; SANO, S.; SHINKAI, H.; TSUJIMOTO, N. The Effect of Fatigue on the Underwater Arm Stroke Motion in the 100-m Front Crawl. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 24, p. 316-324, 2008.

THOMPSON, B. J.; RYAN, E. D.; SOBOLEWSKI, E. J.; SMITH, D. B.; CONCHOLA, E. C.; AKEHI, K.; BUCKMINSTER, T. Can Maximal and Rapid Isometric Torque Characteristics Predict Playing Level in Division I American Collegiate Football Players? *Journal of Strength & Conditioning Research* 2012. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/publishahead/Can_Maximal_and_Rapid_Isometric_Torque.98190.aspx> Acesso em: 20 set. 2012

TORRES, R. R.; GOMES, J. L. E. Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 37, n. 5, p. 1017-1023, 2009.

TOUSSAINT, H.; M. BEEK, P. J. Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*, v. 13, n. 1, p. 8-24, 1992.

TOUSSAINT, H. M.; BEELEN, A.; RODENBURG, A.; SARGEANT, A. J.; DE GROOT, G.; HOLLANDER, A. P.; SCHENAU, G. J. V. I. Propelling efficiency of front crawl swimming. *Journal of Applied Physiology*, v. 65, p. 2506–2512, 1988.

TOUSSAINT, H. M.; VERVOORN, K. Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, v. 11, p. 228-233, 1990.

TOURNY-CHOLLET, C.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D. Effect of Force Symmetry on Coordination in Crawl. *International Journal of Sports Medicine*, New York, v. 30 p. 182– 187, Feb. 2009.

TROUP, J. P. The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clinic in Sports Medicine*, v. 18, n. 2, Abril 1999.

VAN MEETEREN, J.; ROEBROECK, M. E.; STAM, H. J. Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder. *Journal of Rehabilitation Medicine*, v. 34, p. 91 – 95, 2002.

ZANCA, G., G.; OLIVEIRA, A., B.; SACCOL, M., F., MATTIELLO-ROSA, S., M. Isokinetic dynamometry applied to shoulder rotators – Velocity limitations in eccentric evaluations. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 14, n. 6, p. 541 – 546, Nov. 2011

WEISS, M.; REISCHLE, K.; BOUWS, N.; SIMON, G.; WEICKER, H. Relationships of blood lactate to stroke rate and distance per stroke in top female swimmers. In *Swimming Science V*. Vol. 18. Edited by B.E. Ungerechts, K. Wilke, and K. Reischle. Human Kinetics Publishers, Champaign, Ill, p. 295–303, 1988

Camila Coelho Greco

Camila Coelho Greco

Orientador(a)

Thadeu E. A. S. César

Thadeu Elias Augusto
Siqueira César

Aluno(a)