

Artigo original**Avaliação isocinética do equilíbrio muscular agonista e antagonista do ombro em atletas de natação*****Isokinetic evaluation of the agonist and antagonist muscular balance of shoulder in swimmers***

Anelise Sonza*, Daniel Frassetto**, Mário César de Andrade***, Deyse Borges Machado****

.....

*Fisioterapeuta, Mestranda em Ciências do Movimento Humano – UDESC, **Educador Físico, Mestrando em Ciências do Movimento Humano – UDESC, ***Mestre em Biomecânica, ****Doutora em Biomecânica

Palavras-chave:

Isocinético,
antagonista, ombro,
nadadores.

Resumo

Este estudo teve como propósito a avaliação isocinética das razões recíprocas dos picos de torque isocinéticos de grupos musculares antagonistas, que atuam na articulação do ombro nos movimentos de flexão e extensão, rotações interna e externa. Foram avaliados quinze atletas de natação do sexo masculino, com média de idade de 16,33 ($\pm 1,18$) anos, no dinamômetro isocinético da marca Kin-Com, no Laboratório de Biomecânica da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Utilizou-se um protocolo com a velocidade de 120°/seg, no modo *overlay*, em três repetições. Obtiveram-se as razões recíprocas concêntrica, excêntrica e funcional, além da variabilidade das contrações concêntrica e excêntrica, durante as três repetições dos membros dominante e não dominante. Os resultados mostraram não haver diferença significativa entre membros. Foram encontrados valores menores do fisiológico de razão recíproca funcional em 26,67% dos atletas, na comparação com dados normativos de Perrin, para a razão funcional FL/EX, podendo ser indicativo de desequilíbrio desta musculatura. As porcentagens de movimento demonstraram uma pequena variabilidade entre as curvas das três repetições realizadas nas determinadas contrações.

Artigo recebido em 29 de julho; aprovado em 4 de novembro de 2002.

Endereço para correspondência: Anelise Sonza, Laboratório de Biomecânica CEFID/UDESC, Rua Pascoal Simone, 358 Coqueiros 88080-350 Florianópolis SC, Tel: (48)2449451/ 2337836, Email:lise_sonz@yahoo.com.br

Key-words:

Isokinetic, antagonist, shoulder, swimmers.

Abstract

The purpose of this study was to perform the isokinetic evaluation in the inquiry of the reciprocal ratios of the isokinetic peak torques of the antagonistic muscular groups that act in the shoulder joint during the movements of flexion, extension, internal and external rotations. Were evaluated fifteen male swimmers, with average age of 16,33(\pm 1,18), in the Kin-Com[®] isokinetic dynamometer, in the Biomechanics Laboratory of the Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). The protocol that was utilized, used the 120°/sec speed, in the overlay mode, with three repetitions. The concentric, excentric and functional ratios were obtained during the three repetitions in the dominant and not dominant members. The results showed no significant difference between members and lower physiologic values of the functional reciprocal ratio were found in 26.67% of the athletes, in the comparison with the Perrin's normative data, for the functional ratio flexion/extension, which may be an indicative of unbalance of this muscular group. The movement percentages, demonstrated the small variability between the curves of the three repetitions, in the determined contractions.

Introdução

O complexo do ombro, através de suas várias articulações, contribui para o movimento do braço através de ações articulares coordenadas [1]. A articulação glenoumeral do ombro, por exibir a maior quantia de movimentos de qualquer articulação do corpo, torna-se inerentemente instável e propensa a lesões [2,3]. A cabeça umeral é estabilizada através de um complexo estático, que engloba geometria articular, coesão das facetas articulares, ligamentos, leve barreira tecidual e labrum glenoidal; e dinâmico, que inclui a compressão das facetas articulares, dinâmica da tensão ligamentar, controle neuromuscular. Tais mecanismos proporcionam o equilíbrio necessário entre a mobilidade funcional e a estabilidade [4].

Sabe-se que a natação, esporte primordialmente de extremidades superiores, que possui movimentos repetitivos acima da cabeça, traz

uma incidência de ombro doloroso em atletas de elite ultrapassando a 60% [5]. O exercício isocinético, mediante sistemas informáticos, é um método que pode quantificar a força muscular, garantindo reprodutibilidade na forma de avaliação. Através de dinamômetros isocinéticos ajustáveis a uma grande gama de pacientes, introduzindo dentro da fisioterapia, uma melhor interpretação clínica do atleta, pode-se detectar e auxiliar na correção de desequilíbrios musculares, antes que os sintomas apareçam. Permite-se, então, que de maneira objetiva e quantitativa, pacientes sejam analisados, ampliando o acesso aos campos, tanto da reabilitação quanto do treinamento desportivo, na prevenção de lesões.

Estudos realizados na prevenção e tratamento de lesões de ombro de nadadores, relatam que a prática da natação exige uma série de movimentos repetitivos [6], causando, pela biomecânica do nado, stress considerável na articulação do ombro e que pode ser

acentuada pelas técnicas de alongamento e treinamento impróprias [5].

Bak & Magnusson [7], em um estudo com atletas de natação, sem dores prévias no ombro, demonstrou que havia uma diferença significativa entre a razão recíproca funcional da musculatura rotadora interna e externa do ombro, comparado com sujeitos controle, sendo sugerido, a partir disso, um trabalho de fortalecimento muscular na prevenção de lesões nesta articulação.

Constata-se que, diante de todas as modalidades da natação, as forças aplicadas sobre os membros devem ser simétricas, com os membros estando equilibrados para um bom desempenho (6). Durante a fase de tração, as cargas requeridas desenvolvem a musculatura de um modo unilateral, isto é, com um desenvolvimento superior da musculatura agonista sobre a musculatura antagonista [8,9]. Então, a braçada na natação fortalece naturalmente os rotadores internos e adutores/extensores. Conseqüentemente, esses grupos musculares dos ombros dos nadadores são significativamente maiores que os seus antagonistas: os rotadores externos e abdutores/flexores [10]. Este desequilíbrio pode resultar em ações mecânicas anormais, que podem conduzir a lesões na articulação, levando a prejuízos no desempenho a longo prazo [8].

A avaliação isocinética pode oferecer informações valiosas sobre pontos específicos na amplitude de movimento do paciente, que ainda revelam diminuição de força e, a partir disso, concentrar-se nessas áreas para reabilitação por meio da própria dinamometria e ou exercícios de fortalecimento específico convencionais. No caso dos atletas competitivos, a análise isocinética é precípua, pois pode-se detectar a deficiência do nado, caso ela seja de origem muscular [6].

Materiais e métodos

Esta é uma pesquisa do tipo descritiva que consiste em investigar e observar fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los.

Amostra

A amostra deste estudo foi constituída por atletas de natação (n=15), voluntários, do sexo masculino, com média de idade de 16,33 ($\pm 1,18$)

anos, com integridade osteomioarticular dos membros dominante e não dominante, na articulação do ombro. Os dados antropométricos mensurados foram: massa corporal 68,13 ($\pm 5,45$) kg, estatura com média de 175,50 ($\pm 4,68$) cm e envergadura de 180,41 ($\pm 5,70$) cm. Pôde-se observar que as medidas de perímetro realizadas, tanto no braço do membro dominante e não dominante, não apresentam diferenças significativas ($p = 0,31$) e 73,33% dos elementos da amostra, têm como membro dominante, o membro superior direito.

Previamente ao agendamento e avaliação dos voluntários, a pesquisa foi encaminhada ao Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos desta instituição e, após a aprovação, os sujeitos selecionados foram submetidos à coleta dos dados.

Instrumentos de coleta dos dados

Como instrumento para coleta dos dados foi utilizado o dinamômetro isocinético computadorizado Kin-Com, que possui três fontes primárias para coletar as informações, que são: a) célula de carga, usada para indicar a força aplicada pelo paciente, b) tacômetro: localizado na cabeça do dinamômetro, é o ponto de medida e referência do parâmetro velocidade; c) potenciômetro: localizado na cabeça do dinamômetro acoplado ao braço de alavanca, onde fornece valores angulares em função do posicionamento do braço de alavanca. Todas as informações coletadas são processadas no CPU.

Utilizou-se ainda um questionário, que teve como objetivo principal o reconhecimento do sujeito, referindo-se à identificação do avaliado, treinamento e patologias. Uma ficha de avaliação antropométrica serviu para anotação das medidas das seguintes variáveis: estatura, massa corporal, perímetros dos braços, envergadura e amplitudes articulares dos ombros.

Para o ajuste do sujeito ao dinamômetro e no controle dos intervalos, utilizaram-se os seguintes instrumentos: Cronômetro; ponteira laser para o alinhamento do eixo com a articulação (fig. 1).

Os procedimentos para a coleta de dados foram divididos em sete etapas:

a) comunicação prévia aos sujeitos dos procedimentos da avaliação, os quais assinaram, voluntariamente, um termo de

consentimento informado, seguido de uma entrevista;

b) avaliação antropométrica e funcional;

c) exercícios passivos de alongamento;

d) aquecimento em cicloergômetro de membro superior sem resistência durante 10 minutos, visando um aquecimento periférico (músculo-tendíneo) e central (cardio-respiratório);

e) fixação do sujeito à cadeira, através de cintas na região da cintura e do tronco;

f) familiarização com o equipamento, através de repetições completas do movimento a ser avaliado, sem registro;

g) avaliação isocinética, seguindo o protocolo do quadro 1, sendo que os sujeitos foram motivados a executar repetições máximas, através de *feedback* visual e auditivo.

Quadro 1 - Parâmetros e características do protocolo de avaliação.

Parâmetros	Características
Modo de avaliação	Isocinético
Articulação	Ombro
Movimento	Rotação interna/ e flexão/extensão
Posições	Decúbito dorsal
Velocidade	120°/s
Tipo de contração	Concêntrica – excêntrica
Tipo de avaliação	Intervalar
Nº de repetições	3
Intervalo entre repetições	30 s
Intervalo - alternância de membro	3 min
Intervalo - alternância de posição	3 min
Força de Manutenção do movimento	15N
Força mínima	15N
Força máxima	2000N



Fig. 1 - Alinhamento articular com ponteira laser.



Fig. 2 - Posição inicial da flexão e rotação interna, respectivamente.

Quadro 2 - Quadro esquemático da ordem de avaliação.

Ordem	Membro	Movimento
1	Dominante	Rotação interna/externa
2	Não-Dominante	Rotação interna/externa
3	Dominante	Flexão/extensão
4	Não-Dominante	Flexão/extensão

As variáveis analisadas, foram: razão recíproca funcional, razão recíproca concêntrica, razão recíproca excêntrica, variabilidade.

Para a redução dos dados, foi usada estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação de Pearson). Para comparação entre as razões recíprocas convencionais (RCC e REE) e funcional (RRF), foi utilizado o Teste *t* de Student, para amostras independentes com nível de significância $\alpha=0,05$. Para a variabilidade das curvas foi utilizado o software MatLab 5.0.

Apresentação e discussão dos dados

A comparação dos valores entre razão recíproca funcional do grupo muscular antagonista do ombro dominante e não dominante nas ações de rotação interna e externa, flexão e extensão apresentados na tabela I, mostrou não haver diferença significativa entre membros dominante e não dominante de RE/RI ($p = 0,14$). Para os membros dominante de FL/EX e não dominante, também encontramos um valor não significativo ($p=0,32$).

Tabela I - Razão recíproca funcional (RRF) da sinergia muscular antagonista do ombro dominante (D) e não dominante (ND) de atletas da natação nas rotações externa (RE) e interna (RI), flexão (FL) e extensão (EX), (n=15).

Variáveis	\bar{X}	S	T	P
RRFDRE/RI	0,97	0.18	1,53	0,14
RRFNDRE/RI	0,87	0.18		
RRFDL/EX	0,85	0.18	1,02	0,32
RRFNDFL/EX	0,80	0.13		

$\alpha \leq 0,05^*$

Ao reportarmos no quadro 3, os dados da tabela I na comparação com dados normativos de Perrin visualizados na tabela II, observamos que 6,67% dos avaliados deste estudo apresentam índices considerados fisiológicos para as razões funcionais RE/RI e FL/EX, 40% estão acima da média para as duas razões, 26,67% possuem o valor RE/RI acima da média e FL/EX na média, 20% dos sujeitos apresentam um valor acima da média para RI/RE e abaixo dos níveis de normalidade para FL/EX, e por fim, 6,67% dos sujeitos possuem o valor RE/RI na média e FL/EX abaixo dos valores considerados fisiológicos.

Quadro 3 - Comparação dos valores de RRF com dados de Perrin [11], (n=15).

FL/EX	Acima da média	Na média	Abaixo da média
RI/RE			
Acima da média	6	4	3
Na média	0	1	1
Abaixo da média	0	0	0

Mesmo não havendo diferença significativa do membro dominante e não dominante, os valores apresentados pelos sujeitos com

índices abaixo da média, mostram uma propensão a gerar instabilidade funcional do ombro, pois provavelmente a força agonista é superior à antagonista ou desaceleradora do movimento, gerando desequilíbrio. Ao serem comparados individualmente os valores das razões funcionais, ainda baseando-se nos dados de Perrin (1993) de rotadores externos excêntricos sobre rotadores internos concêntricos, 13,33% dos sujeitos enquadraram-se na média e 86,67% acima dela; já entre a razão flexão excêntrica sobre extensão concêntrica, 33,33% dos sujeitos estavam na média considerada fisiológica, 40%, acima dela e o restante (26,67%) dos atletas com índices abaixo da média.

Tabela II - Valores normais de RRF.

Tabela NORMAL de RRF	
RE/RI	0,60 – 0,80
FL/EX	0,75 – 0,85

Fonte [11]

A diferença das médias encontradas para valores de razão recíproca excêntrica-excêntrica, não foi significativa para a razão RE/RI e FL/EX tanto para os membros dominante quanto não dominante a um $p \leq 0,05$.

Tabela III - Razão recíproca(R) excêntrica-excêntrica (EE) da musculatura agonista e antagonista do ombro dominante (D) e não dominante (ND) nas RE/RI e FL/EX em atletas de natação (n=15).

Variáveis	\bar{X}	S	T	P
REEDRE/RI	0,80	0.16	1,50	0,14
REENDRE/RI	0,71	0.15		
REEDFL/EX	0,67	0.12	-0,00	1,0
REENDFL/EX	0,67	0.10		

$\alpha \leq 0,05^*$

Os valores encontrados das médias das razões recíprocas concêntricas (tabela IV), não foram significativos para as razões recíprocas RE/RI e FL/EX do membro dominante e não dominante.

Corroborando com os valores apresentados na tabela 4, estudos de Aldernick & Kuch [12], trazem como valores de RCC de FL/EX, na posição de decúbito dorsal, com a velocidade de 120º/seg, valores para o membro dominante de 0,52 e não dominante de 0,55.

Tabela IV - Razão recíproca (R) concêntrica-concêntrica (CC) da musculatura agonista e antagonista do ombro dominante (D) e não dominante (ND) na RI/RE e EXT/FL em atletas de natação.

Variáveis	\bar{X}	S	T	P
RCCDRE/RI	0,69	0,07	1,91	0,07
RCCNDRE/RI	0,63	0,08		
RCCDFL/EX	0,55	0,08	0,60	0,56
RCCNDFL/EX	0,54	0,07		

$\alpha \leq 0,05^*$

A variabilidade das curvas entre as três repetições realizadas nos movimentos de rotação interna e externa, do ombro dominante e não dominante de atletas de natação, em contração concêntrica e excêntrica, avaliados em velocidade constante, não apresentou diferença significativa, exceto na contração concêntrica dos RI.

A variabilidade das curvas realizadas nos movimentos de flexão e extensão, do ombro dominante e não dominante de atletas de natação em contração concêntrica e excêntrica, não apresentou diferença significativa entre os dois membros, cujos valores observados não foram significativos para $p \leq 0,05$. As porcentagens de movimento, demonstraram a pequena variação entre as curvas das três repetições realizadas nas determinadas contrações, tendo como valor máximo da média do coeficiente de variação intra sujeitos, a flexão excêntrica ($12,2 \pm 4,45$) do membro dominante e como menor variação pode-se citar a extensão excêntrica, tanto do membro dominante ($7,83 \pm 2,69$) quanto do não dominante ($7,64 \pm 1,96$), que apresentaram as variabilidades mais baixas e similares.

Apesar da diferença significativa ($p=0,04$) entre os membros dominante ($11,47 \pm 4,65$) e não dominante ($8,75 \pm 1,58$) na contração concêntrica do movimento de rotação interna, ambos valores encaixam-se dentro do padrão [13,14], segundo Pearson, que cita que os índices aceitáveis para o coeficiente de variação são aqueles abaixo de 20%.

Conclusão

Como o objetivo do estudo era o de investigar as razões recíprocas dos picos de torque isocinéticos dos grupos musculares antagonistas, que atuam na articulação do ombro de atletas da natação, as comparações dos valores entre razão recíproca funcional dos

ombros dominante e não dominante nas ações de rotação interna e externa, flexão e extensão, evidenciaram não haver diferença significativa. Apesar disso, valores menores do fisiológico de razão recíproca funcional FL/EX, foram encontrados em 26,67% dos atletas, na comparação com dados normativos de Perrin [11], podendo ser indicativo de desequilíbrio desta musculatura.

As razões excêntrica-excêntrica, assim como a concêntrica-concêntrica, da musculatura agonista e antagonista do ombro, nos movimentos de RE/RI e FL/EX, não obtiveram resultados significativamente relevantes a $p \leq 0,05$.

A variabilidade das curvas entre as três repetições realizadas nos movimentos de rotação interna e externa, flexão e extensão do ombro dominante e não dominante de atletas de natação, em contração concêntrica e excêntrica, demonstraram a pequena variação entre tais curvas, indicando boa reprodutibilidade e controle entre os movimentos.

Conclui-se com este estudo, que uma análise quantitativa do equilíbrio muscular de atletas, torna-se precíua, pois ao ser englobado um programa de avaliação e treinamento específico dos grupamentos musculares mais utilizados no gesto esportivo no controle do equilíbrio da musculatura analisada, os atletas poderão ser alertados quanto à disfunções, podendo-se promover um trabalho de reabilitação ou preventivo à futuras lesões, maximizando seu desempenho.

Referências

1. Donatelli RA. Physical Therapy of the Shoulder. 3 ed. NY: Churchill Livingstone, 1997:499.
2. Cailliet R. Dor no Ombro. 3 ed. Porto Alegre, Artmed 2000:260.
3. Rodrigues A. Conceitos atuais na reabilitação do ombro de atletas. Rev Bras Fis Esport 1994;5:1-25.
4. Brotzman SB. Clinical Orthopaedic Rehabilitation. Saint Louis: Mosby, 1996.
5. Cocantorro E. Lesões na natação. Rev Bras Med Esport 1995;1:85-93.
6. Ihara FR, Cevalas M, Pinto SS. Avaliação muscular isocinética da musculatura abduutora e adutora de coxa em atletas de

- natação do estilo peito. *Rev Bras Med Esport* 2000;6:93-98.
7. Bak K, Magnusson SP. Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *Am J Sports Med* 1997;25:454-460.
 8. Weineck J. *Treinamento ideal*. 9. ed. São Paulo: Manole, 1999.
 9. Leighton J. *Musculação: aptidão física, desenvolvimento corporal e condicionamento físico*. Rio de Janeiro: Sprint, 1987.
 10. Krammer CS, Young CC, Niedfeldt MW. Swimming injuries and illnesses. *Phys Sports Med* 1999;27:51-66.
 11. Perrin D. *Isokinetic exercise and assessment*. Human Kinetics Publishers. Ilhonois. 1993;68.
 12. Aldernick GJ, Kuck DJ. Isokinetic Shoulder Strength of School and College-aged Pitchers. *J. Orthop. Sports Physical Therapy* 1986;7:163-172.
 13. Barbetta PA. *Estatística Aplicada às Ciências Sociais*. 2 ed. Florianópolis: UFSC, 1998.
 14. Bussab WO, Morettin PA. *Estatística básica: Métodos quantitativos*. 4ed. São Paulo: Atual 1987:321.
 15. Jones K. Dinamometria isocinética. In: TisdwellM, *Ortopedia para fisioterapeutas*. Premier: São Paulo 2001:314.
 16. Zuckerman JD, Matsen IIIFA. Biomechanics of the shoulder. In: NordinM, FrankelVH, *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 2 ed. Philadelphia: Lea & Febiger 1989:225-247.
 17. Scoville CR, Arciero RA, Taylor DC, Stoneman PD. End range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios: a new perspective in shoulder strength assessment. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;25:203-207.
 18. Pires AC. Perfil isocinético de ombros em atletas de voleibol e em não-atletas. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.
 19. Kapandji AI. *Fisiologia articular*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000;1.
 20. Kannus P. Isockinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med*. 1994;15:11-18.
 21. Enoka RM. *Neuromechanical Basis of Kinesiology*. 2. ed. New York: Human Kinetics 1994:466.
-