LEONARDO LUIZ BARRETTI SECCHI

Dinamometria isocinética dos músculos rotadores internos e adutores do ombro em nadadores. Estudo comparativo entre nados de braçadas alternadas e simultâneas

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Programa Fisiopatologia Experimental.

Orientadora: Profa. Dra. Júlia Maria D'Andrea Greve.

São Paulo
2011

LEONARDO LUIZ BARRETTI SECCHI

Dinamometria isocinética dos músculos rotadores internos e adutores do ombro em nadadores. Estudo comparativo entre nados de braçadas alternadas e simultâneas

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Fisiopatologia Experimental.

Orientadora: Profa. Dra. Júlia Maria D'Andrea Greve.

São Paulo
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Secchi, Leonardo Luiz Barretti

Dinamometria isocinética dos músculos rotadores internos e adutores do ombro em nadadores. Estudo comparativo entre nados de braçadas alternadas e simultâneas / Leonardo Luiz Barretti Secchi. -- São Paulo, 2011.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa de Fisiopatologia Experimental.

Orientadora: Júlia Maria D'Andrea Greve.

Descritores: 1.Ombro 2.Natação 3.Força muscular 4.Dinamômetro de força muscular 5.Fisioterapia (Especialidade) 6.Torque

USP/FM/DBD-066/11

DEDICATÓRIA

*Dedico esta dissertação aos professores da minha vida minha mãe, **Maria Cristina Barretti** e à afetuosa memória de meu avô, **Professor Luiz Barretti** que por honra carrego em meu sobrenome sua marca na didática do ensino.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** e a seu **Filho Jesus Cristo**, à Ele sim, **MESTRE DOS MESTRES** – Em todo tempo eu hei de te Louvar, toda Honra e Glória a Ti.

À minha professora orientadora: **Profa. Dra. Júlia Maria D'Andrea Greve** que se fez muito mais que orientadora nestes dois anos, que entrou no papel de mãe, me apoiando, exortando, corrigindo e me fazendo crescer na pesquisa e sabedoria acadêmica.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior - CAPES** pelo apoio financeiro, fundamental no meu sustento.

À **Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo** pelo acolhimento do projeto e a minha pessoa, sendo parte da minha casa durante o tempo da pesquisa.

Aos professores **Prof. Dr. Olavo Pires de Camargo**, **Prof. Dr. Tarcisio E. P. Barros Fº** e ao **Prof. Dr. Arnaldo Valdir Zumioti**.

Ao **Prof. Dr. Arnaldo José Hernandez**, Chefe do Grupo de Medicina Esportiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo pela brilhante administração e amor ao grupo de medicina do esporte.

À minha mamãe, **Maria Cristina Barretti**, que nunca desistiu de mim, que compartilhou dos meus sonhos os sonhos dela, independente do preço, tempo, localidade; sendo um **PAI**, **MÃE** e **AMIGA**, desde sempre em minha vida e aos meus familiares que mesmo na dificuldade se mostraram ao meu lado e que agora goza deste momento de alegria.

À minha amiga gaúcha **Ms. Ft. Michele Forgiarini Saccol** que pelo amor a pesquisa me ensinou como criança os primeiros passos na dinamometria isocinética.

À minha irmã gaúcha **PG. Ft. Mavi Diehl Muratt** que incessantemente mostrou que sempre vale a pena acreditar em nossos sonhos, independente do preço a ser pago.

Aos amigos escudeiros, **Marcelo Pedro e Antônio Marcos** pela dedicação respeito, paciência e afeto que construímos ao longo dessa caminhada;

Ao fisiologista do LEM, **Dr. Paulo Roberto Santos-Silva** pelo amor à defesa dos ensinamentos quanto à metodologia científica.

Aos Funcionários (as) do Laboratório de Estudo do Movimento – LEM – Amigos (as) **Dr. Alfredo José da Fonseca**, **Nut. Dra. Alessandra Favano**, **Ft. Rachel Luz**, **Ft. Félix Ricardo Andrusaitis**, aos Educadores

Físicos **Dr. Emmanuel Gomes Ciolac** e **Mara Silva Afonso**, à **Enf. Márcia L. da Silva**; à Secretária da Dra. Júlia, **Lúcia G. M. C. Sales** e do LEM: **Edina Ap. de Jesus** e **Adriana** pelo companheirismo diário construído no LEM.

À Secretária do Programa de Pós Graduação - Fisiopatologia Experimental, **Tânia Souza**, pela paciência, ternura, amizade e atenção.

Às minhas professoras da graduação **Ms. Andréa Narciso** e **Dra. Silvana Blascovi**; pelo amor, carinho e atenção desde os meus primeiros passos na formação em fisioterapia, que me cativaram com brilhantismos na área acadêmica e me fez despertar para esta vida em sala de aula.

Ao professor da Disciplina de Ortopedia **Ms. Ft. Igor Takaes**; pelo apoio e determinação no ensino da Disciplina de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Paulista-UNIP, Campus Sorocaba.

Ao técnico de natação da Associação Atlética Acadêmica Osvaldo Cruz (AAAOC) e da Equipe Med Swimming, **Ed. Fís. Sérgio Onha Marques**; amigo de conversas, apoios e conselhos que me fizeram conhecer um lado humano da natação brasileira.

Aos nadadores da Equipe Med Swimming: **Alan Nagaoka, Julyana Kuri, Mariana Katsuno, Daniel Bellini, Felipe Augusto Azambuja, José Alves Balestrim, Bruno Amado Lombardi, Henrique Alba, Adriano Vasconcelos, Fernando Biazotto, Marcelo Augusto Tomazini, Flavia de Jesus, Marcelinho, Larissa, Clarissa Britto, Ângelo Medeiros Borin, Leandro Kenzo Okuda, Vitor Finzch Sportello.**

A todos os nadadores da **Med Swimming, Esporte Clube Corinthians, Esporte Clube Pinheiros, Clube Paineiras Morumbi de São Paulo, Hebraica, Espéria, Equipe São Caetano do Sul** e **Equipe Unisanta**; sem vocês não seria possível essa dissertação.

Ao amigo de infância, **Luís Fernando Fantoni** pela eterna amizade.

Ao leitor pelo interesse e apreço da obra.

Meu muito obrigado!

“Todos e, não alguns, são dignos...”

(Décio Thomas de Paula Machado)

“Olhe para trás... mas vá em frente pois há muitos que precisam que chegues para poderem seguir-te.”

(Charles Chaplin)

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors*
(Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2a ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

Lista de figuras

Lista de gráficos

Lista de tabelas

Resumo

Summary

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	7
3. REVISÃO DA LITERATURA	
3.1 O Ombro do nadador e a biomecânica.....	10
3.2 Avaliação muscular Isocinética	10
4. CAUSUÍSTICA E MÉTODOS	
4.1 Sujeitos.....	14
4.2 Descrição da Casuística.	16
4.3 Métodos	
4.3.1 Avaliação Fisioterapêutica	16
4.3.2 Avaliação Isocinética	17
4.3.3 Análise Estatística.....	20
5. RESULTADOS.....	22
6. DISCUSSÃO	26
7. CONCLUSÃO	33
8. ANEXOS	35
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projeto de Pesquisa.
CBDA	Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos.
cm	centímetro.
GNS	grupo de nado simultâneo.
GNA	grupo de nado alternado.
GR	grupo recreacional.
GC	grupo sedentário.
HMA	história da moléstia atual.
HMP	historia da moléstia pregressa.
IC	intervalo de confiança.
IMC	índice de massa corpórea.
IOT	Instituto de ortopedia e traumatologia.
J	joules.
Kg	quilograma.
Kg/cm ²	quilograma por centímetro quadrado.
Km/dia	quilômetros por dia.
Km/semana	quilômetros por semana.
LEM	Laboratório de Estudo do Movimento.
m.	músculo.
N.m	newton vezes metro.
%	por cento.
PTPC	pico de torque pelo peso corpóreo.
RI	rotadores Internos.
RE	rotadores externos.
TT	trabalho total.
Rel Ago/Anta	relação Agonista/Antagonista.
°/s	graus por segundo.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Nado Livre
- Figura 2. Nado Costas
- Figura 3. Nado Peito
- Figura 4. Nado Borboleta
- Figura 5. Teste de *Neer*
- Figura 6. Teste de *Hawkins*
- Figura 7. Dinamômetro Isocinético *Biodex System 3*[®]
- Figura 8. Posicionamento para abdução/adução no dinamômetro
- Figura 9. Posicionamento para rotação externa/interna no dinamômetro

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Mediana e intervalo de confiança do Grupo Nado Simultâneo (GNS), Grupo Nado Alternado (GNA), Grupo Recreativo (GR) e Grupo Controle (GC) quanto massa corpórea (kg), estatura (cm), idade (anos), IMC (kg/cm^2), metragem de treinamento semanal e diária (Km) e porcentagem de dedicação ao treino da especificidade(%).
- Tabela 2 - Comparação do PTPC a 60º/segundo entre os grupos GNA, GNS, GR e GC para o grupo muscular adutor e rotador interno.
- Tabela 3 - P Valores da variável PTPC através do teste de Mann-Whitney
- Tabela 4 - Comparação do TT a 300º/segundo entre os grupos GNA, GNS, GR e GC para o grupo muscular adutor e rotador interno.
- Tabela 5 - P Valores da variável TT através do teste de Mann-Whitney
- Tabela 6 - Comparação da Relação Abduto/Adutor e Rotador Interno/Externo a 60º/segundo entre os grupos GNA, GNS, GR e GC.
- Tabela 7 - P Valores da variável agonista/antagonista através do teste de Mann-Whitney

RESUMO

Secchi, LLB. Dinamometria isocinética dos músculos rotadores internos e adutores do ombro em nadadores. Estudo comparativo entre nados de braçadas alternadas e simultâneas. [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2011, 59 p

OBJETIVO: Comparar a força muscular dos rotadores internos e adutores do ombro (propulsores da natação) dos estilos com braçada simultânea (borboleta e peito) e estilos com braçada alternada (livre e costas). **CASUÍSTICA E MÉTODOS:** Foram avaliados 46 ombros de nadadores federados dos estilo livre e costas (nado alternado – GNA) com idade de $21,8 \pm 3,8$ anos; peso de $71,2 \pm 10,0$ kg, altura de $177,6 \pm 8,5$ cm e IMC= $22,3 \pm 1,3$; 44 ombros de nadadores federados dos estilos peito e borboleta (nado simultâneo - GNS) com idade de $20,3 \pm 4,5$ anos; peso de $70,5 \pm 9,3$ kg, altura $167,2 \pm 37,6$ cm e IMC= $22,6 \pm 1,9$; 28 ombros de nadadores recreacionais (grupo recreacional – GR) com idade de $24,5 \pm 4,5$ anos; peso de $70,8 \pm 16$ kg, altura de $173,4 \pm 9,2$ cm e IMC= $23,3 \pm 3,9$ e 42 ombros de indivíduos controle (Grupo - GC) com idade de $25,8 \pm 3,5$ anos; peso de $68,7 \pm 11,2$ kg, altura $171,9 \pm 9,3$ cm e IMC= $23,2 \pm 2,6$. Todos foram avaliados no dinamômetro isocinético *Biodex Multi-joint System 3®* (Shirley, NY, USA) nas velocidades de 60º/segundo e 300º/segundo. Foram avaliados os movimentos de adução e rotação interna. As variáveis estudadas foram pico de torque corrigido pelo peso corpóreo (PTPC), trabalho total (TT) e relação agonista/antagonista. **RESULTADOS:** Não houve diferença na musculatura adutora entre os grupos GNS e GNA nas variáveis PTPC (GNS = 114,4 Nm e GNA = 109,4 Nm) e TT (GNS = 642,9J e GNA = 641,5J). Não houve diferença na relação abdução/adução do ombro entre GNS (67,4%) e GNA (68,3%). Não houve diferença na musculatura rotadora interna entre os grupos GNS e GNA nas variáveis PTPC (GNS = 66,4Nm e GNA = 63,4Nm) e TT (GNS = 517,4J e GNA 526,7J). Não houve diferença na relação rotação externa e rotação interna o ombro entre GNS (65,7%) e GNA (61,5%). **CONCLUSÃO:** Não há diferença na força muscular dos músculos adutores e rotadores internos do ombro quando se compara nados com braçadas simultâneas e alternadas.

SUMMARY

Secchi, LLB. Isokinetic dynamometry of the internal rotators and adductors muscles of the shoulder in swimmers. Comparative study of swimming strokes alternate and simultaneous. [dissertation]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2011. 59 p

OBJECTIVE: To compare the muscle strength of internal rotators and adductors of the shoulder (of the propellants swimming) of styles with simultaneous stroke (butterfly and breaststroke) and stroke with alternating colors (free and back). **PATIENTS AND METHODS:** We evaluated 46 shoulders of competitive swimmers of freestyle and back (alternating swimming - GNA) aged 21.8 ± 3.8 years, weight 71.2 ± 10.0 kg, height 177.6 ± 8.5 cm and BMI = 22.3 ± 1.3 . 44 shoulders of competitive swimmers of styles breast and butterfly (swimming simultaneously - GNS) aged 20.3 ± 4.5 years, weight 70.5 ± 9.3 kg, height 167.2 ± 37.6 cm and BMI = 22.6 ± 1.9 . Shoulders of 28 recreational swimmers (group recreational - GR) aged 24.5 ± 4.5 years, weight 70.8 ± 16 kg, height 173.4 ± 9.2 cm and BMI = 23.3 ± 3 , 9:42 shoulders of individuals (control group - CG) aged 25.8 ± 3.5 years, weight 68.7 ± 11.2 kg, height 171.9 ± 9.3 cm and BMI = $23, 2 \pm 2.6$. All were assessed using an isokinetic dynamometer Biodex Multi-joint System 3 ® (Shirley, NY, USA) at $60^\circ / \text{second}$ and $300^\circ / \text{second}$. We evaluated the movements of adduction and internal rotation. The variables were peak torque corrected for body weight (PTPC), total work (TW) and agonist / antagonist. **RESULTS:** There was no difference in the adductor muscle between the groups in the variables and GNA GNS PTPC (Nm) (GNS = 114.4 and 109.4 = GNA) and TT (J) (GNS = 642.9 and 641.5 = GNA). There was no difference in the abduction / adduction (%) of the shoulder between GNS (GNS = GNA = 67.4 and 68.3). There was no difference in the internal rotator muscles between the groups in the variables and GNA GNS PTPC (Nm) (GNS and GNA = 66.4 = 63.4) and TT (J) (GNS = 517.4 and 526.7 GNA). There was no difference in the external rotation and internal rotation (%) of the shoulder between GNS (GNS = GNA = 65.7 and 61.5). **CONCLUSION:** No difference in muscle strength of adductor muscles and internal rotators of the shoulder when comparing births with simultaneous and alternate strokes.

1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A prática da natação vem crescendo progressivamente para lazer e alto rendimento. No Brasil, entre 2005 e 2008, foram realizadas 2.024 competições reconhecidas pela Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos (CBDA) com mais de um milhão de registros de nadadores federados e não federados.

A natação é um esporte de arremesso que lança o braço à frente do corpo para vencer a resistência da água e deslocar o corpo do nadador (COHEN *et al*, 2002; COOLS *et al*, 2004). Os músculos adutores e rotadores internos do ombro são os principais propulsores da natação (WILK *et al*, 1992; RICHARDSON *et al*, 1980 ; OLIVIER *et al*, 2008).

O ato de impulsão, puxada, varredura para dentro ou agarre caracteriza-se pela ação dos músculos propulsores: rotadores internos (subescapular, redondo maior) e adutores do ombro (grande dorsal e peitoral maior), principalmente no movimento subaquático (TARPINIAN, 2007; MAKARENKO, 2001 E MAGLISCHO, 1999).

A força motriz dos músculos do ombro, gerada pelas braçadas, é determinante no desempenho do nadador (TOUSSAINT, TRUIJENS, 2004; MAKARENKO, 2001). A propulsão da natação pode ser descrita de várias maneiras: “roda de uma pá”, “empurrar para trás para ir para frente”, “movimento sinuoso para trás”, porém uma das mais conhecidas, é o chamado “Teorema de Bernolli”, que afirma que a sustentação do nadador e o avanço na água se dão pela ação dos músculos do ombro, onde a mão age como um fólio (MAGLISCHO, 1999).

O desempenho na natação depende da aptidão genética e do treinamento e das interações morfológica, fisiológica e psicológica de cada nadador (SAAVEDRA, ESCALANTE & RODRÍGUEZ, 2010; GABBET, GEORGIEFF, DOMROW, 2007). Alguns outros fatores são importantes para melhorar o desempenho: técnica (momento da ação muscular no gesto esportivo), posição do primeiro dedo da mão, posição da cabeça, maiôs de alta tecnologia e força muscular (PINK *et al*, 1992; MARINHO *et al*, 2009;

ZAÏDI *et al.*, 2008; CHATARD AND BARRY, 2008; OLIVIER *et al.*, 2008), mas o treinamento e a força muscular são considerados os maiores determinantes do sucesso de nadadores velocistas. O treinamento e a força muscular são responsáveis por 86% do desempenho nas provas de nado livre de 25 metros, 74% nos 100 metros e 72% nos 200 metros (TROUP, 1999, COSTIL *et al.*, 1992). A capacidade de gerar força muscular máxima é variável, pois depende da interação entre os aspectos mecânicos e técnicos do nado e das aptidões do nadador (COSTILL, MAGLISCHO, RICHARDSON 1992; SIDNEY, PELAYO & ROBERT, 1996; HOHMANN *et al.*, 1998).

O uso excessivo da musculatura pode gerar desequilíbrios musculares e causar lesões nos ombros do nadador, mas ainda não se sabe se o nado é um fator importante na gênese das lesões (MCMASTER & TROUP, 1993; BAK & MAGNUSSON. 1997).

Muitos nadadores, cerca de 40 a 80% têm queixas de dor no ombro (WEST *et al.* 1989; JOHNSON *et al.*, 1987), mas não há consenso sobre que estilo gera mais dor. Ciulo *et al.* (1983) afirmam que 80% dos nadadores com dor no ombro são especialistas em nado livre, enquanto Cohen *et al.* (1998) referem que o nado borboleta é o estilo que mais causa dor e lesão na articulação do ombro.

No nado livre e costas, os braços se movimentam de forma alternada e ritmada e no nado peito e borboleta, os dois braços se movimentam de modo simultâneo. Em ambas as modalidades de braçada, sejam alternadas ou simultâneas, o gesto esportivo da natação é o mesmo e recruta os mesmos grupos musculares dos ombros e membros superiores.

Figura 1. Nado livre,

Figura 2. Nado Costas

Figura 3. Nado peito

Figura 4. Nado Borboleta

A dinamometria isocinética é o método ouro para avaliação quantitativa da força muscular de maneira segura e reprodutível. (DVIR, 2002; DE STE CROIX, *et al* 2003). O dinamômetro isocinético mede o torque gerado pelo indivíduo durante toda amplitude de movimento realizada em uma velocidade angular constante e predeterminada (PERRIN, 1993; DVIR, 2002).

Ainda que a dinamometria isocinética dos músculos do ombro em nadadores seja muito estudada, (CODINE *et al*, 2005, WEST, SOLE, SULLIVAN, 2005; GOZLAN *et al.*, 2006; OLIVIER, QUINTIN, ROGEZ, 2008), faltam comparações entre os diferentes estilos da natação, que poderiam melhorar o treinamento, desempenho e prevenir lesões. Poucos estudos se

referem a diferenciação entre os nados de braçada alternada e simultânea (SECCHI, MURATT, ANDRADE, GREVE, 2010; SECCHI, MURATT, CIOLAC, GREVE, 2011).

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Comparar a força, desempenho e equilíbrio muscular dos músculos rotadores internos e adutores do ombro (propulsores) medidos pela dinamometria isocinética de nadadores federados dos estilos de braçada alternadas (livre e costas) e nadadores federados dos estilos de braçada simultânea (borboleta e peito).

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Biomecânica da natação

O ombro do nadador foi descrito por Kennedy and Hawkins em 1972 que fizeram a associação entre o gesto biomecânico da natação e as lesões encontradas. Alguns fatores como acrômio ganchoso, fraqueza dos músculos do maguito rotador, instabilidades e compressão do tendão do músculo supra - espinhal predispõe nadadores às lesões (KENNEDY & HAWKINS, 1972).

Um dos mais importantes fatores na força propulsora é o ângulo de ataque da mão do nadador: quanto mais perpendicular menor é a força propulsiva (Maglischo, 1999). A propulsão é dada pela varredura que ocorre quando a mão do nadador entra a água e gera um eixo tridimensional durante o seu movimento. A varredura e o tempo de execução da braçada caracterizam cada um dos estilos de natação (Maglischo, 1999). A varredura para fora, que ocorre na parte submersa da braçada, é o movimento inicial dos nados borboleta e de peito (simétricos e de braçadas simultâneas). A varredura para baixo, que também ocorre durante a parte submersa da braçada, é o movimento inicial dos nados livre e costas (assimétricos e de braçadas alternadas). A varredura para dentro, que é o segundo movimento, é comum a todos os estilos de nado e ocorre pela ação dos músculos adutores e rotadores internos do ombro, que são chamados de propulsores da natação (Tarpinian, 2007; Rupp, 1995; McMaster, 1992). A varredura para cima é o movimento final nos nados livre e borboleta.

3.2 Dinamometria Isocinética

McMaster *et al* (1992) avaliaram os ombros de 27 nadadores de alto desempenho no dinamômetro isocinético. Foram estudados os movimentos de rotação interna / externa e abdução / adução. Os autores encontraram desequilíbrio muscular, caracterizado pela maior ação dos adutores e rotadores internos quando comparados com os abdutores e rotadores externos.

Magnusson *et al* (1995) avaliaram 24 nadadores veteranos no dinamômetro isocinético e no equipamento “*hand held dynamometer*”. Os

movimentos avaliados foram: rotação interna / externa e abdução. Os resultados medidos nos dois equipamentos foram semelhantes. Os nadadores veteranos tem rotadores internos e externos mais fortes e supra-espinhal mais fraco. .

Rupp *et al* (1995) avaliaram 22 nadadores competitivos no dinamômetro isocinético e mostraram maior desequilíbrio na relação rotação externa/ interna nos nadadores quando comparados a indivíduos não praticantes de natação.

Bak *et al* (1997) avaliaram a relação rotação interna e externa de 15 nadadores com e sem lesão do ombro no dinamômetro isocinético e observaram maior desequilíbrio muscular dos rotadores internos em relação aos rotadores externos nos atletas com lesão.

Hsu *et al* (1997) avaliaram e treinaram 28 nadadores velocistas, especialistas em 50 metros estilo livre, no dinamômetro isocinético. Após cinco semanas de treinamento, seis vezes por semana no equipamento isocinético, os nadadores melhoraram a força dos rotadores internos (força propulsora) e a velocidade na prova.

Swanik *et al* (2002) avaliaram 26 nadadores universitários no dinamômetro isocinético após treinamento muscular dos rotadores internos/ externos e abdução/ adução horizontal, nas fases pré e pós temporada. Referem aumento de força propulsora, que atribuem ao treinamento em rotação interna no ângulo de 90° de abdução, na diagonal nos padroes de movimento combinado adução+extensão e do serrátil anterior.

West *et al* (2005) avaliaram a rotação interna/ externa de 13 nadadores veteranos no dinamômetro isocinético e observaram maior desequilíbrio entre rotadores externos / internos nos nadadores, quando comparados com o grupo-controle.

Gozlan *et al*, (2006) avaliaram a relação rotação externa / interna dos ombros de nadadores no dinamômetro isocinético e encontraram maior desequilíbrio muscular do lado dominante quando comparado com o não dominante.

Olivier et al (2008) avaliaram a relação rotação externa / interna em 20 nadadores especialistas no estilo livre e mostraram maior desequilíbrio nos ombros dos nadadores quando comparados com controles não nadadores, pela maior força dos rotadores internos.

4. CASUÍSTICA E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Estudo do Movimento – LEM no Instituto de Ortopedia e Traumatologia – IOT do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – HCFMUSP. A coleta foi realizada no período de abril de 2008 a maio de 2010.

Projeto aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CAPPesq 1247/07) (Anexo 1). Todos os participantes concordaram com em participar do estudo de forma voluntária e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

4.1 Sujeitos

A amostra foi constituída por 45 nadadores federados (90 ombros) de ambos sexos, velocistas (50 e 100 e 200 metros) com índices nacionais e internacionais; por 14 nadadores recreativos (28 ombros) e por 21 indivíduos controle (42 ombros).

Os participantes foram divididos em:

- Grupo Nado Alternado (GNA) - 23 (46 ombros) nadadores especialistas no estilo costas e estilo livre;
- Grupo Nado Simultâneo (GNS) - 22 (44 ombros) nadadores especialistas no estilo peito e borboleta;
- Grupo Recreacional (GR) - 14 (28 ombros) nadadores não federados.
- Grupo Controle (GC) - 21 (42 ombros) indivíduos sem nenhum tipo de atividade física.

Critérios de inclusão:

Comuns

- Ausência de dor ou lesão de qualquer origem no ombro direito e esquerdo

- Sem doenças sistêmicas (cardiopatias, diabetes tipo I e II, hipertensão arterial sistêmica, colagenoses)
- Ausência de etilismo, tabagismo
- Sem uso de esteróides androgênicos.

Grupo Nado Alternado (GNA) e Grupo Nado Simultâneo (GNS)

- Nadadores federados
- Especialista nas provas de velocidade (50,100 ou 200 metros) em um dos quatro estilos.
- Tempo mínimo de treinamento (regime pleno e contínuo) – três anos.
- Mínimo de prática de cinco anos no esporte.
- Frequência de treinamento de cinco a seis dias por semana.
- Volume mínimo diário de treinamento de duas horas.

Grupo Recreacional (GR)

- Nadadores não competitivos.
- Tempo mínimo de treinamento em regime pleno e contínuo de três meses.
- Volume de treinamento de 45 a 90 minutos por dia.
- Frequência de treinamento de 2 à 3 vezes por semana.

Grupo Controle (GC)

Indivíduos não praticantes de atividade física, atividades física leves com custo energético de até 1 MET ($3,5 \text{ mL} \times \text{kg}^{-1} \times \text{Min}^{-1}$) como andar, sentar, escrever ou cozinhar (PATE RR, O'Neill JR, LOBELO F, 2008).

4.2 Descrição da Casuística

Abaixo segue a tabela que caracteriza os dados antropométricos dos atletas dos grupos GNA, GNS, GR e GC.

Tabela 1 - Mediana e intervalo de confiança do Grupo Nado Simultâneo (GNS), Grupo Nado Alternado (GNA), Grupo Recreativo (GR) e Grupo Controle (GC) quanto massa corpórea (kg), estatura (cm), idade (anos), IMC (kg/cm^2), metragem de treinamento semanal e diária (Km) e porcentagem de dedicação ao treino da especificidade (%).

	GNA	GNS	GR	GC
Massa Corpórea	74 (63-79,5)	68,5 (64,5-76)	67 (59,3-75,8)	68(63-75)
Estatura	179 (170,5 - 184,5)	173 (168,5-180)	175 (168,5-178,8)	170 (166-174)
Idade	21 (19 - 23,5)	20 (17,3-23,8)	24 (21-26)*	26 (23-29) *
IMC	22,4 (21,5 - 23,5)	22,3(21,3-23,9)	22,5 (21-23)	24,1(21,3- 24,9)
Metr. Semanal	45 (30 - 50)	38 (30-48,8)	5 (3,6-7,8)*	-
Metr. Diária	7 (6 - 8,5)	6,3 (5,3-8)	1,9 (1,5-2,5)*	-
Dedicação	80 (65 - 90)	50 (50-90)*	70 (60-87,5)	-

Teste Kruskal-Wallis

*Idade GC> GNA p= 0,001

* idade GC> GNS p=0,001

*Idade GR GNS p=0,049

*Idade GR> GNS p=0,012

*Metragem Semanal: GR < GNA e GNS p= 0,001

*Metragem Diária: GR < GNA e GNS p=0,01

*Dedicação na especificidade: GNS < GNA p=0,001

*Dedicação na especificidade: GNS< GR p=0,003

4.3 Métodos

4.3.1 Avaliação Fisioterapêutica

Todos os sujeitos da pesquisa do GNA, GNS e GR foram submetidos a um questionário sobre dados pessoais, rotina de treinamento, especialidade do estilo, história de moléstias pregressas e história da moléstia atual (Anexo 3). Ao GR foi aplicado apenas o questionário levando em consideração a história da moléstia atual e pregressa.

A avaliação fisioterápica foi feita através dos testes funcionais de Neer (Figura 5) e Hawkins (Figura 6), segundo (SWANIK *et al.*, 2002; RUPP *et al.*, 1999).

Figura 5. Teste de Neer

Figura 6. Teste de Hawkins

4.3.2 Avaliação Isocinética

Para avaliação de força muscular, foi utilizado o dinamômetro isocinético modelo Biodex Multi-joint System 3 (Biodex Medical Systems Inc, Shirley, NY, USA) (Figura 7) do Laboratório de Estudos do Movimento (LEM)

do Instituto de Ortopedia e Traumatologia (IOT) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP).

Figura 7. Dinamômetro isocinético *Biodex System 3*[®]

Todos os indivíduos realizaram aquecimento em bicicleta estacionária da marca *Moviment® Biocycle 2600*, seguido de movimentos de grande amplitude da articulação do ombro e alongamento baseado no protocolo de Perrin (PERRIN, 1993).

Os sujeitos foram posicionados na cadeira, e o ombro foi alinhado com o eixo do dinamômetro com inclinação de 10°, conforme normas do fabricante, para avaliação da abdução e adução (Figura 8). O lado dominante sempre foi avaliado em primeiro lugar seguido do não dominante. A amplitude de abdução foi padronizada em 90°, variando de 0° de adução até 90° de abdução. A correção da gravidade foi feita a 50° de abdução. Foram feitas: três repetições para familiarização; cinco repetições efetivas na velocidade de 60°/segundo com intervalo de recuperação de 30 segundos e 20 repetições na velocidade de 300°/segundo.

Figura 8. Posicionamento para abdução/adução no dinamômetro

Em seguida foram avaliados os rotadores internos e externos do ombro. O dinamômetro foi posicionado lateralmente em relação ao atleta com 30° de rotação interna no plano escapular e fixado na inclinação de 50° , mantendo o ombro levemente flexionado no plano sagital (20° - rotação neural). O cotovelo foi posicionado em um suporte para manutenção da posição a 90° de flexão (Figura 9). A ADM total de rotação interna e externa foi 90° . O membro dominante foi avaliado em primeiro lugar seguido do não dominante. Foram realizadas três repetições para familiarização e cinco repetições a $60^\circ/\text{segundo}$ com intervalo de 60 segundos e 20 repetições a $300^\circ/\text{segundo}$ para obtenção das medidas.

O intervalo de recuperação entre os movimentos de abdução /adução e rotação interna / externa foi de 2 minutos.

Figura 9. Posicionamento para rotação externa / interna no dinamômetro.

O avaliador encorajou verbalmente os indivíduos durante todo o teste em ambos os grupos musculares e as variáveis avaliadas foram: pico de torque corrigido pelo peso corporal (PTPC) (%), Trabalho Total (TT) (J), a relação agonista / antagonista (Rel Ago/Anta) (%) nos grupos abdutores / adutores e rotadores externos / internos.

4.3.3. Análise Estatística

Foi realizado o teste de Anderson – Darling para estudar a distribuição de normalidade nas variáveis isocinéticas.

Na comparação das variáveis isocinéticas dos músculos adutores e rotadores internos dos grupos estudados, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Foi adotado intervalo de confiança (Q1 e Q3) para avaliar a variação da mediana. Para identificar em qual grupo houve a diferença, foi utilizado o Teste de Mann-Whitney. A significância adotada nos testes foi um $p < 0,05$.

As seguintes comparações intergrupos foram feitas: GNS x GNA; GNS x GR; GNS x GC; GNA x GR; GNA x GC e GR x GC em todas as variáveis isocinéticas analisadas.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando os softwares: SPSS Versão 16.0, Minitab 15 e Excel Office 2007. (CONOVER, 1971; VIEIRA, 1991; MURRAY, 1993; DANIEL, 1995; FONSECA & MARTINS, 1996; MAROCO, 2003; e VIEIRA, 2004).

5. RESULTADOS

Não se observou diferença estatística nos parâmetros isocinéticos avaliados entre o ombro dominante e não dominante dos atletas e desta forma, foi feita a opção de agrupar os ombros dentro de cada grupo estudado, não levando em consideração a dominância.

Em relação ao PTPC, não houve diferença estatística entre o GNA e GNS, porém ambos os grupos de atletas competitivos apresentam força muscular superior quando comparados ao GR e GC (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação do PTPC a 60º/segundo entre os grupos GNA, GNS, GR e GC para o grupo muscular adutor e rotador interno.

adutores	Mediana	Q1	Q3	N	IC	p-valor
PTPC 60	GNA	109,4	100,6	124,4	47	9,2
	GNS	114,6	101,8	129,5	45	7,4
	GR	88,5	66,6	113,9	29	11,1
	GC	79,5	61,7	100,6	43	8,8
rotador Interno	Mediana	Q1	Q3	N	IC	p-valor
PTPC 60	GNA	63,4	49,4	75,9	47	5,0
	GNS	66,4	57,8	79,2	45	4,3
	GR	46,0	39,6	61,3	29	5,9
	GC	48,2	35,6	58,0	43	3,8

Tabela 3. Valores p na variável PTPC dados pelo teste de Mann-Whitney.

Adutor	GNA	GNS	GS
PTPC 60	GNS	0,505	
	GR	0,002	0,002
	GS	<0,001	<0,001
			0,224
Rotador interno	GNA	GNS	GR
PTPC 60	GNS	0,105	
	GR	0,007	<0,001
	GS	<0,001	<0,001
			0,395

Na variável TT não há diferença de desempenho entre o GNA e GNS. O GNS e GNA têm valores maiores que o GR e GC no TT dos adutores e rotadores internos. O GR tem melhor desempenho que o GC, apenas nos adutores.

Tabela 4 - Comparação do TT a 300º/segundo entre os grupos GNA, GNS, GR e GC para o grupo muscular adutor e rotador interno.

adutores		Mediana	Q1	Q3	N	IC	p-valor
TT 300	GNA	641,5	385,5	913,2	47	146,3	<0,001
	GNS	642,9	425,3	901,2	45	84,5	
	GR	358,4	145,0	806,8	29	129,4	
	GC	203,7	25,3	456,0	43	93,5	
Rotador Interno		Mediana	Q1	Q3	N	IC	p-valor
TT 300	GNA	526,7	319,8	695,1	47	67,4	<0,001
	GNS	517,4	371,5	723,2	45	66,3	
	GR	232,0	155,8	296,6	29	50,8	
	GC	294,2	144,1	515,3	43	70,8	

Tabela 5 - Valores p na variável TT dados pelo teste de Mann-Whitney

adutor		GNA	GNS	GS
TT 300	GNS	0,698		
	GR	0,028	0,008	
	GS	<0,001	<0,001	0,019
Rotador interno		GNA	GNS	GR
TT 300	GNS	0,765		
	GR	<0,001	<0,001	
	GS	<0,001	<0,001	0,144

Na variável relação agonista / antagonista dos grupos musculares abdutores / adutores e rotadores externos / internos, não há diferença entre o GNA e GNS. Na comparação da relação abdução/ adução o GNA, GNS e GR tem maior força de adutores que o GC, vista pela menor relação abdução/ adução nos grupos de nadadores. A comparação rotação externa/ interna o GNA e GNS tem maior força de rotação interna que o GR e GC. O GR não tem maior força de rotadores internos que o GC.

Tabela 6 - Comparação da Relação Abdução / Adução e Rotação Interna / Externa 60º/segundo entre os grupos GNA, GNS, GR e GC.

		Mediana	Q1	Q3	N	IC	p-valor
Abdução / adução 60º	GNA	68,3	60,6	74,8	47	3,4	<0,001
	GNS	67,4	57,6	72,1	45	3,2	
	GR	68,9	63,1	76,5	29	9,8	
	GS	79,6	71,3	88,8	43	4,6	
		Mediana	Q1	Q3	N	IC	p-valor
Rot externa/ interna 60º	GNA	61,5	57,3	66,8	47	12,8	<0,001
	GNS	65,7	56,7	70,8	45	2,7	
	GR	68,7	62,3	83,0	29	4,6	
	GC	73,1	67,7	83,3	43	3,5	

Tabela 7 – Valores p variáveis da relação agonista / antagonista 60º/segundo (abdução/adução e rotação interna/externa) entre os grupos GNA, GNS, GR e GC dados pelo teste de Mann-Whitney

		GNA	GNS	GR
Abdução / adução 60º	GNS	0,229		
	GR	0,696	0,214	
	GS	<0,001	<0,001	0,006
		GNA	GNS	GR
Rot externa/ interna 60º	GNS	0,417		
	GR	0,001	0,007	
	GS	<0,001	<0,001	0,144

6. DISCUSSÃO

Na natação, o desempenho é influenciado pela capacidade de gerar força propulsora e pela capacidade de minimizar a resistência ao avanço do corpo dentro do meio líquido (Maglischo, 1999). O tipo de braçada pode interferir na força muscular gerada e, portanto, a força muscular pode variar com o estilo da natação. Os nados com braçadas simultâneas (borboleta e peito) e com braçada alternada (livre e costas) poderiam agir de forma distinta na musculatura propulsora do ombro e requerer diferentes formas de preparação e treinamento para melhora do desempenho, assim como na prevenção e tratamento das lesões.

Alguns estudos desconsideram a assimetria da natação, mas como o tempo de execução do movimento é determinante em cada estilo, o fato de haver nados com braçadas alternadas e simultâneas, executadas em tempos diferentes, poderia interferir na força de propulsão gerada, mesmo considerando que o gesto esportivo da braçada é muito semelhante nos quatro estilos (OLIVIER *et al* 2008; GOZLAN *et al*, 2006).

Não foram encontrados, na literatura recente, estudos comparativos da força muscular propulsora da natação (adutores e rotadores internos do ombro) entre os estilos de braçada alternada (livre e costas) e simultânea (peito e borboleta). A atividade simultânea gera maior força propulsora em cada braçada, porém com fadiga mais precoce. A atividade alternada gera menor força em cada braçada, é mais fácil de executar e o aparecimento da fadiga é mais tardio, fatores estes, que contribuem para a maior velocidade dos nados alternados. Os nados simultâneos (peito e borboleta) são mais difíceis na execução e requerem maior tempo de aprendizado e treinamento para melhora técnica. Os nados alternados (livre e costas) são de execução mais simples e mais fáceis para aprendizado e melhora técnica.

Papoti *et al* (2005) utilizaram um equipamento chamado intercepto-Y[®] que acopla um dinamômetro externo na borda da piscina para medir a força pela distensão da mola durante a natação. Foram comparadas provas de diferentes metragens e ritmos, mas este estudo não avaliou diretamente a força propulsora, pois, o parâmetro de avaliação foi a distância percorrida. Este método é referido como o melhor instrumento de avaliação da força

propulsora dos nadadores, mas é uma medida limitada, principalmente do ponto de vista biomecânico e da função do ombro e é útil, apenas, para medir desempenho e treinamento. A dinamometria isocinética avalia parâmetros relacionados à força e é considerada padrão-ouro para avaliar o desempenho muscular e por este motivo foi escolhida para o presente estudo.

Um conceito importante, neste trabalho, é o tempo de braçada, definido como o intervalo de execução entre uma braçada e outra, seja ela alternada ou simultânea. Não houve diferença na força muscular dos grupos adutores e rotadores internos na comparação GNS x GNA, mesmo com as diferenças do tempo de braçada dos nados. Poder-se-ia dizer que este achado era esperado, pois a base do aprendizado, treinamento, volume e metragem é dada pela prática do nado livre, fato que pode ter contribuído para o desempenho muscular similar nos dois grupos avaliados. O treinamento longo e repetitivo, realizado por todos os nadadores, pode ser mais importante para o desempenho dos músculos que a especialidade do nadador. A diferença no tempo da braçada alternada e simultânea não modifica a atividade muscular dos propulsores da natação. Possivelmente, a semelhança do gesto esportivo da braçada associada com tempo longo de treinamento feito no estilo livre, impede que haja uma diferença na força muscular relacionado com o tipo de braçada.

O início da prática da natação se dá pelo estilo livre, onde o atleta adquire o aprendizado motor do gesto esportivo. Os demais estilos são posteriores na prática do esporte. Mesmo quando o nadador escolhe outro estilo, o tempo de prática do nado livre se mantém alto no treinamento e possivelmente este fator é mais determinante na força muscular dos adutores e rotadores internos do ombro que o tipo de braçada utilizada, mesmo porque a biomecânica do gesto esportivo é semelhante.

O desempenho, quando medido pelo trabalho total (TT) dos nadadores federados (GNA e GNS) é superior (55%) que dos nadadores recreativos. Estes, por sua vez, demonstram um desempenho melhor apenas na atividade adutora, quando comparados com o grupo controle e

não nos rotadores internos. Como o GR tem uma técnica menos refinada de deslocamento na água, não utilizando os eixos tridimensionais da braçada (MAGLISHO, 1999), há menor atividade dos rotadores internos. O GR utiliza a musculatura adutora como propulsora, evidenciando uma biomecânica deficiente quando comparado aos atletas federados. A menor força muscular dos rotadores internos do GR sugere uma técnica imprópria que compromete o desempenho e pode levar a desequilíbrios e lesões na articulação do ombro. A falta de atividade dos rotadores internos pode estar relacionada com a menor rotação de tronco no eixo longitudinal, favorecendo a maior utilização dos adutores para o deslocamento na água, caracterizando uma braçada em duas dimensões.

A relação entre o grupo agonista e antagonista é uma forma adequada para avaliar o equilíbrio muscular de uma articulação (TERRERI, GREVE E AMATUZZI, 2001). No presente estudo, houve menor desequilíbrio muscular, em relação ao fisiológico, na relação entre rotadores externos e internos nos dois grupos de nadadores (GNS - 65,7%; GNA - 61,5%). Estes resultados são distintos dos de Rupp et al (1995), que mostrou relação de 80,1% no ombro esquerdo e de 76,2% no ombro direito, sugerindo uma relativa fraqueza dos rotadores internos, principalmente em se tratando de nadadores. O presente estudo mostra que os rotadores internos são mais fortes e poder-se-ia dizer que esta relação seria esperada e até desejada, no ombro de nadadores de alto rendimento. Olivier et al (2008) mostrou valores menores que os do atual estudo (61% ombro direito e 52% ombro esquerdo), mas que podem significar um desequilíbrio causado pela fraqueza relativa dos rotadores externos.

Na avaliação da relação abdução/ adução do ombro, McMaster (1992) encontrou resultados inferiores (42%) aos do presente estudo (GNA: 68,3 e GNS: 67,4), o que significa um desequilíbrio por fraqueza relativa dos abdutores. O reconhecimento da importância do equilíbrio muscular na atividade do ombro dos nadadores, que foi crescendo ao longo dos anos, pode ter modificado a técnica de treinamento e preparo físico, visando diminuir a diferença de força entre os músculos propulsores da natação e

seus antagonistas. Não foram encontrados na literatura valores semelhantes do do estudo atual na relação abdução/ adução. A introdução dos exercícios resistidos no preparo físico dos nadadores, de forma mais controlada e voltada para a prevenção de desequilíbrios e de lesões, pode explicar as diferenças entre o trabalho de MacMaster e o presente estudo.

O preparo físico dos nadadores deve buscar desenvolver força e resistência muscular para ganho de desempenho e também para prevenção de lesões em todos os tipos de nado, sem distinção entre eles. A preservação do equilíbrio entre os músculos propulsores e seus antagonistas é muito importante para prevenir instabilidades e impactos (SACCOL *et al*, 2010) e lesões secundárias. O presente estudo demonstra que a avaliação muscular feita pela dinamometria isocinética não distingue os nados de braçadas alternadas e simultâneas e não fornece subsídios para treinamentos específicos para cada grupo ou estilo.

O GNS mostra uma relação entre rotação externa / interna (65,7) e abdução / adução (67,4) mais equilibrada, isto é, mais fisiológica, que o GNA e GR. Uma das possíveis explicações, para este achado, seria que a realização do movimento de recuperação da braçada dos membros superiores de forma simultânea é mais eficiente na arregimentação dos rotadores externos e abdutores. Os abdutores do ombro têm sua maior ação durante a suspensão dos braços antes da entrada na água e os rotadores externos tem uma grande ação excêntrica na frenagem do movimento do arremesso dos membros superiores. Estes dados sugerem que seria recomendável que todos os nadadores federados ou recreativos nadassem os estilos com braçada simultânea para diminuir os esforços de repetição e desequilíbrios musculares.

A inclusão de um grupo de pessoas sedentárias (GC) e de nadadores recreacionais (GR) foi feita para determinar a normalidade da força e equilíbrio muscular no ombro, evitando algum tipo de viés que pudesse ser causado pela avaliação exclusiva de nadadores de alto rendimento que pudessem ter perfil muscular muito característico do esporte.

Cohen *et al* (1998) refere um maior número de lesões no ombro dos nadadores de borboleta e que as lesões são causadas pelo desequilíbrio muscular entre rotadores internos e externos. Este achado não está de acordo com os do presente estudo, que demonstrou melhor equilíbrio nos ombros dos nadadores de braçada simultânea, diferença que também pode ser justificada pela melhor qualidade de treinamento e preparo físico dos nadadores atuais.

A prática da natação melhora a função neuromuscular de forma gradativa e os músculos do ombro se adaptam às solicitações do treinamento. O treinamento diversificado contribuiu para manter os nadadores velocistas com o mesmo desempenho muscular, independente do tipo de braçadas, quando avaliado pelo dinamômetro isocinético.

A metragem semanal e diária de treino na especialidade foram medidas para se fazer a correlação com a força muscular do GNA e GNS. O GNA se dedica mais ao treinamento da especialidade, achado que já era esperado. O nado livre é o mais utilizado no treinamento dos dois grupos e obviamente é maior no GNA, que não treina os demais estilos. Apesar do tempo de treinamento na especialidade ser diferente, este não interferiu nos valores de força, evidenciando, mais uma vez, que o tipo e volume de treinamento dos dois grupos são semelhantes, pois levam ao um mesmo padrão de desempenho muscular.

O GR é um pouco mais velho que o GNS e GNA, mas este fato não deve ter interferido nos resultados encontrados: a diferença de faixa etária é pequena e os dados normativos da dinamometria isocinética permitem estudos que incluam variações de idade mais amplas, porque perdas musculares são vistas, de forma significativa, somente a partir da sexta década de vida (CIOLAC *et al*, 2002), faixa etária não incluída no presente estudo.

O calendário de competições não permitiu um controle mais rigoroso do período de treinamento em que cada atleta se encontrava no momento da avaliação, ainda que todos estivessem treinando de forma regular. Esta

diferença, aparentemente, não interferiu nos resultados encontrados, pois as variações ocorreram em todos os atletas dos dois grupos.

As ações musculares específicas de cada estilo não conseguem promover mudanças significativas na produção de força muscular medida pela dinamometria isocinética. Se ao invés de se avaliar velocistas, tivessem sido avaliados nadadores fundistas, que treinam mais o estilo da especialidade, mais diferenças pudessem ser observadas. A avaliação dos fundistas que competem em provas de 800 a 1500 metros pode mostrar diferenças em relação à simetria e ao estilo, pois o maior tempo necessário de treinamento na especialidade pode modificar o desempenho muscular medido pela dinamometria isocinética. Um novo estudo que incluísse estes nadadores poderia ser útil para identificar diferenças entre os estilos com braçadas alternadas e simultâneas.

7. CONCLUSÃO

Não houve diferença na força muscular isocinética dos rotadores internos e adutores do ombro (propulsores da natação) na comparação entre nadadores velocistas de braçadas alternadas (livre e costas) e simultâneas (peito e borboleta).

8. ANEXOS

Anexo 1. Aprovação da CAPPesq - HCFMUSP

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 02/04/2008, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **1249/07**, intitulado: **"AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA NOS MÚSCULOS PROPULSORES DA NATAÇÃO. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ESTILOS"** apresentado pelo Departamento de **ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: **Profa. Dra. Júlia Maria D'Andréa Greve**

Pesquisador (a) Executante: **Leonardo Luiz Barretti Secchi**

CAPPesq, 07 de Abril de 2008

Prof. Dr. Eduardo Massad
**Presidente da Comissão
de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa**

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP e da FMUSP Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo Rua Ovídio Pires de Campos, 255, 5º andar - CEP 05403 010 - São Paulo - SP Fone: 011 3069 6442 Fax: 011 3069 6492 e-mail: cappesq@hcnet.usp.br / secretariacappesq2@hcnet.usp.br

Anexo 2 Termo de Consentimento Livre Esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS
DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CAIXA POSTAL, 8091 – SÃO PAULO - BRASIL

Anexo I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Instruções para preenchimento no verso)

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO PACIENTE :
 DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : M F
 DATA NASCIMENTO:/...../.....
 ENDEREÇO : Nº APTO:
 BAIRRO: CIDADE :
 CEP: TELEFONE: DDD (.....)
2. RESPONSÁVEL LEGAL
 NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
 DOCUMENTO DE IDENTIDADE : SEXO: M F
 DATA NASCIMENTO:/...../.....
 ENDEREÇO: Nº APTO:
 BAIRRO: CIDADE:
 CEP: TELEFONE: DDD (.....)

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

 PESQUISADOR:
 CARGO/FUNÇÃO: INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº
 UNIDADE DO HCFMUSP:
3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

SEM RISCO	(X) RISCO MÍNIMO	RISCO MÉDIO
RISCO BAIXO	RISCO MAIOR	

 (probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)
4. DURAÇÃO DA PESQUISA :

III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE

O sr. como nadador dessa instituição está sendo convidado a participar deste estudo, que visa uma avaliação da força nos músculos que são utilizados na natação. Este estudo será feito por um aparelho chamado dinamômetro isocinético localizado no Laboratório de Estudo do Movimento do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP).

Os procedimentos desta pesquisa são: um questionário, com perguntas sobre seu ombro (se tem dor durante o dia, se você consegue movimentar o ombro, há alguma dificuldade para realizar o movimento) e o teste dos músculos do braço. No teste será feita a apresentação do aparelho para familiarização seguido das repetições para coleta dos dados, onde os movimentos são de abrir e fechar dos braços e rodar mão para dentro (aproximar para o meio do corpo) e para fora (afastar o mão do corpo). A avaliação isocinética é um teste que envolve a realização de muita força, desconforto muscular e, às vezes, dor, dessa forma, a qualquer momento o sr. poderá parar o teste caso sinta alguma dor e/ou insegurança. Depois de feitos os movimentos o Sr. poderá sentir algumas dores leves na musculatura do ombro, braço e costas, que não atrapalharão suas atividades normais.

Em qualquer etapa da pesquisa, você poderá ter acesso aos profissionais responsáveis para esclarecimento de eventuais dúvidas

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA CONSIGNANDO:

1. acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.

Você tem o direito de receber os resultados do teste realizado. Informamos ainda, que a sua participação no estudo estará ajudando no avanço e progresso da ciência e medicina do esporte.

2. liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.

3

É garantida o direito à liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento, antes ou durante os testes.

3. salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.

Todos os dados serão utilizados exclusivamente para esta pesquisa e garantimos a sua confidencialidade, sigilo e privacidade do seu nome.

4. disponibilidade de assistência no HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

O Laboratório do Estudo do Movimento do HCFMUSP não prestará assistência à possíveis lesões que o procedimento do teste traga ao senhor, ficando assim o senhor isento de qualquer reclamação posterior.

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Leonardo Luiz Barretti Secchi

R: Dr. Arnaldo Victório Barretti, 197 Vila Násti II

Cel: (15) 8119-8265

Itapetininga – SP.

CEP: 18206-380

R: Capote Valente, 292, Pinheiros

(11) 3081-6020

São Paulo – SP.

CEP:05409-000

Júlia Maria D'andrea Greve

R: Ovídio Pires de Campos, nº 333, Cerqueira César

2º Andar - Ala C Tel: (11) 3069-6041 - (11) 3069 - 6486

São Paulo – SP

CEP: 05430 - 010

VI. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

3

4

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo, de de 20 .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)

4

Anexo 3. Questionário

Anexo I

Nome: _____

Data de Nascimento ____/____/____

Endereço _____

Telefone para contato () _____ Cel. () _____

E-mail: _____@_____

Especialidade de Estilo: () **Crawl** () **Borboleta** () **Peito** () **Costas**

- Quantos metros por semana você nada?

_____ metros

- Quantos metros por dia você nada?

_____ metros

Como é o seu treinamento? ASSINALE A (AS) ALTERNATIVA (AS)

- () Tiro de tempo na especialidade do estilo.
- () Educativo na especialidade do estilo.
- () Treino Aeróbico na especialidade do Estilo.
- () Palmar na especialidade do Estilo
- () Treino com polibóia (aprimorar braçada)
- Qual a porcentagem (%) do treino representa a especialidade do seu estilo?
 - () 50 %
 - () 60 %
 - () 70 %
 - () 80 %
 - () 90%
- Você já teve lesões antes no Ombro?
 - () S () N
- Você já operou o ombro?
 - () S () N
- Você já sentiu dor no ombro durante o treinamento?
 - () S () N

Assinatura do Atleta

Pesquisador Executante

Anexo 4. Declaração de Autorização do uso de imagem

Eu, _____
_____, R.G.: _____, declaro minha
maioridade e autorizo o uso de imagem através de fotografia, impressão off-set,
tipográfica, reprográfica, cromia, slides, ou outro qualquer processo análogo, ciente
desde já, que não cabe em nenhum tempo, nenhuma reclamação trabalhista,
indenização, ou mesmo pagamento de valor antecipado ou posterior pelo uso de sua
imagem.

Data:

Assinatura por extenso _____

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bak K, Magnusson SP. Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *The American Journal Sports Medicine*. 1997, 25(4): 454-459.
- Chartard JC, Barry W. Effect of Fastskin suits on performance, drag, energy cost of swimming. *Med Sci Sports Exercise*. 2008, 40(6): 1149-1154.
- Ciolac EG, Guimarães GV. Importância do Exercício resistido para o idoso. *Rev Soc Cardiol do Estado de São Paulo*. 2002, 12(6): 15-26.
- Ciulo JV, Guise ER. Adolescents swimmer's shoulder. *Orthop Trans*. 1983, 7:171.
- Ciulo JV, Stevens GG. The prevention and treatment of injuries to the shoulder in swimming. *Sports Med*. 1989, 7:182-204.
- Cohen M, Abdalla R. *Lesões nos Esportes*. 1ª edição. São Paulo: Revinter; 2002.
- Cohen M, Abdalla RJ, Eijnisman B, Schubert S, Lopes AD, Mano SK. Incidência de dor no ombro em nadadores brasileiros de elite. *Rev Bras Ortop*. 1998, 33(12), Dezembro, 1998.
- Codine P, Bernard PL, Pocholle M, Herrison C. Isokinetic strength measurement and training of the shoulder: methodology and results. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2005, 48: 80-92.
- Conover WU. *Practical Nonparametric Statistics*, John Wiley & Sons, 1ª edição, New York; 1971, 462.
- Costill DL, Maglischo EW, Richardson, A.B. *Handbook Of Sports Medicine And Science: Swimming*. Oxford: Blackwell Science, 1992.
- Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Vanderstraeten GG and Cambier DC. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms *Br. J. Sports Med*. 2004, 38; 64-68.
- Daniel WW. *Bioestatistics: a foundation for Analysis in the Health Sciences*. 6. Edição. Georgia/USA: John Wiley, 1995.
- De Ste Croix MBA, Deighan MA, Armstrong N. Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Med*. 2003; 33:727-43.

Dvir Z. *Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. 1ª edição. Barueri; 2002.

Fonseca JS da. & Martins GA. Curso de Estatística, 6ª Edição, – São Paulo Editora Atlas 1996, 320 páGC.

Gabbett T, Georgieff B, and Domrow N. The use of physiological, anthropometric, and skill data to predict selection in a talent-identified junior volleyball squad. *J Sports Sci*. 2007, 25:1337–1144.

Gozlan G, Bensoussan L, Coudreuse J-M, Fondarai J, Gremeaux V, Viton J-M, et al. Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2006, 49:8-15.

Hohmann A, Dierks B, Luehnenschloss D, Seidel I, Wichmann E. The influence of strength, speed, motor coordination and technique on the performance in crawl sprint. In: KESKINEN, K; KOMI, P; HOLLANDER, P. *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*. Proceedings of the VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, University of Jyväskylä, Finland, June 28 - July 2, 1998, University of Jyväskylä. Department of Biology of Physical Activity, p.191-196.

Hsu TG, Hsu KM, Hsieh SS. The effect of shoulder isokinetic strength training on speed and propulsive force in front crawl swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1997; 29: 5, 124. (Presented at 44th Annual Meeting American College Sports Medicine; 1997 May 124; Abstracts).

Kennedy JC, Hawkins RJ. Swimmer's Shoulder. *Phys Sports Med*. 1974; 2 (4): 35.

Maglischo, Ernest W. *Nadando ainda mais rápido*. 1ª edição. São Paulo: Manole; 1999.

Makarenko, Leonid P. *Natação: Seleção de talentos e iniciação desportiva*. Trad. Edson de Godoy Palomares. 1ª edição. Porto Alegre: Artmed; 2001.

Marinho DA, Rouboa AI, Alves FB, Vilas-Boas JP, Machado L, Reis VM e Silva AJ. Hydrodynamic analysis of different thumb positions in swimming. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2009; 8: 59-66.

Maroco J. *Análise Estatística com utilização do SPSS*, 2ª Edição, Editora Silabo, Lisboa 2003, 508 páGC.

Mayer F, Horstmann T, Rocker K, Heitkamp H-C, Dickhuth H-H. Normal values of isokinetic maximum strength, the strength/velocity curve, and the

angle at peak torque of all degrees of freedom in the shoulder. :15 Suppl 1:S19-25.

McMaster WC, Long SC, Caiozzo VJ. Shoulder torque changes in the swimming athlete. *Am J Sports Med.* 1992, 20(3): 323-327.

McMaster WC, Troup J. A survey of interfering shoulder pain in United States competitive swimmers. *Am J Sports Med.* 1993, 21: 67-70.

Magnusson SP, Gleim GW, Nicholas JA. Subject variability of shoulder abduction strength testing. *Am J Sports Med.* 1990, 18(4): 349-353.

Olivier N, Quintin G, Rogez J. The high level swimmer articular shoulder complex. *Annales de réadaptation et de médecine physique.* 2008, 51: 342-347.

Papoti M, Zagatto AM, Junior PBF, Cunha SA, Martins LEB e Gobatto CA. Utilização do Intercepto-y na aptidão anaeróbia e predição da performance de nadadores treinados. *Rev Brás de Med do Esporte*, 2005, 11(2): 126-130.

Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exercise and Sports Science Reviews*, 2008, 36 (4): 173-178.

Perrin D. *Isokinetic exercise and assessment*. Virgínia: Human Kinetics Publishers, 1993.

Richardson AB, Jobe FW, Collins HR. The Shoulder in Competitive Swimming. *The American Journal of Sports Medicine.* 1980, 8(3): 159-163.

Rupp S, Berninger K, Hopf T. Shoulder problems in high level swimmers – impingement, anterior instability, muscular imbalance?. *Int Journal Sports Med.* 1995, 16(8): 557-562.

Saavedra JM, Escalante Y, Rodríguez FA. A Multivariate analysis of performance in young swimmers. *Pediatric Exercise Science.* 2010, 22: 135-151.

Saccol MF, Gracitelli GC, Silva RT, Laurino CFS, Fleury AM, Andrade MS *et al.* Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Physical Therapy in Sport* 2010, 11: 8-11.

Secchi LLB, Muratt MD, Andrade NVS, Greve JMD 2010. Dinamometria isocinética de tronco entre nadadores de diferentes estilos. *Acta Ortop Bras.*, 2010; 18 (5): 197-199.

Secchi LLB, Muratt MD, Ciolac EG, Greve JMD. 2011. Knee Muscles Isokinetic Evaluation in Short Distance Elite Swimmers: A Comparison

between Symmetric and Asymmetric Swimming Styles. *Isokinetic Science and Exercise*, 2011

Sidney, M; Pelayo, P; Robert, A. Tethered forces in crawl stroke and their relationship to anthropometric characteristics and sprint swimming performance. *Journal of Human Movement Studies*. 1996, v.31, n.1-12.

Spiegel MR, Estatística Coleção Schaum, 3ª Edição, Editora Afiliada, São Paulo 1993, 640 páGC.

Swanik KA, Buz Swanik C, Lephart SM, Huxel K. The effect of functional training on the incidence of shoulder pain and strength in intercollegiate swimmers. *J Sports Rehabil*. 2002; 11: 140-154.

Tarpinian, Steve. *Natação: um guia ilustrado de aperfeiçoamento de técnicas e treinamento para nadadores de todos os níveis*. 1ª edição. São Paulo: Gaia; 2007.

Terrerri ASAP, Greve JMD, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Rev Bras Med Esporte*, 2000; 7: 5 Set/Out.

Toussaint H, Truijens M. How to predict peak front crawl swimming performance?. *Japanese Journal of Science in Swimming and Water Exercise*. 2004, 7:5-15.

Troup John P. The physiology and competitive swimming. *Clinics In Sports Medicine*. 1999, 18(2):267-285.

Vieira S. Bio Estatística Tópicos Avançados, 2ª Edição, Rio de Janeiro Editora Campus, 2004, 212 páGC.

Vieira S. Introdução à Bioestatística. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.

Vitor FM. Desempenho de jovens nadadores na distância de 100 metros *nado crawl*. [Dissertação]. São Paulo: Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo; 2008.

Wilk KE, Arrigo CA, Andrews JR. Isokinetic testing of the shoulder abductor and adductors: Windowed vs Nonwindowed data collection. *JOSPT*, 1992, 15: (2):107-112.

West D, Sole G, Sullivan SJ. Shoulder external and internal rotation isokinetic strength in master's swimmers. *J Sport Rehabil*. 2005, 14:12-19.

Zaïdi H, Taïar R, Fohanno S, Polidori G. Analysis of the effect of swimmer's head position on swimming performance using computational fluid dynamics. *Journal of Biomechanics*. 2008, 41:1350-1358.