

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA

**MEDIDAS DA ROTAÇÃO INTERNA GLENOUMERAL EM TENISTAS E EM  
NADADORES ASSINTOMÁTICOS COMPARADOS COM UM GRUPO-CONTROLE**

**RENATO RANGEL TORRES**

**ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO LUIZ ELLERA GOMES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
PORTO ALEGRE  
2008

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, **Daisy** (in memoriam), pelo exemplo de amor e perseverança que me fortalece diariamente.

Ao meu pai, **Jorge** (in memoriam), pela lembrança de uma infância feliz, com muita alegria e fé na vida.

À minha esposa, **Ilka**, companheira de todos os momentos, por todo estímulo e paciência durante a realização deste trabalho.

À minha filha, **Roberta**, que ilumina os meus dias e é a razão maior de todos os meus esforços.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. **João Luiz Ellera Gomes**, pelo seu exemplo como médico e pesquisador, sempre buscando a excelência. A confiança demonstrada, sua disponibilidade para orientação, e a liberdade de criação que me permitiu foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao meu irmão, **Jorge Alberto Rangel Torres**, que mais do que irmão é um grande amigo, pelo companheirismo em todos os momentos da vida e pela grande ajuda na formatação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. **Luiz Roberto Marczyk**, por seu exemplo e amizade desde o início da minha vida profissional, e pela disposição de ler o esboço desta dissertação e dar valiosas sugestões.

À Profa. **Gelsa Knijnik**, pela generosidade e pelas inestimáveis sugestões durante a elaboração da dissertação.

Ao Prof. Dr. **Ruy Silveira Moraes Filho**, pelo grande auxílio durante o planejamento do projeto de pesquisa.

Ao Prof. Dr. **Amarílio Macedo Neto**, pelo incentivo e pelo auxílio no início deste trabalho, momento em que as dificuldades parecem insuperáveis.

À Sra. **Estela Maris Araripe**, que muito além da sua função no PPG-Cirurgia, foi amiga e sempre procurou orientar e simplificar os caminhos.

Ao Sr. **Antônio Jraige**, ao Prof. **Antônio Carlos de Oliveira Pereira** e a todos os **professores** do Departamento de Tênis da SOGIPA, que acolheram a idéia e facilitaram a execução da pesquisa nas dependências do clube.

À Sra. **Christina Abbott de Mattos** e a toda a equipe de **professores** da Escola de Natação Raiasul , pelo entusiasmo com o projeto e pelo auxílio na execução do trabalho.

Às Srtas. **Carmen Soca Sehna, Luciane Gomes de Souza e Andriara Agarreberri**, pelo enorme auxílio durante a realização das medidas de rotação interna.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Cirurgia da Famed UFRGS**, a todos os seus professores e funcionários, pelos momentos de convivência e aprendizado, e pela oportunidade de fazer parte de uma Escola tão qualificada.

Aos meus **colegas de Mestrado**, pela amizade, companheirismo, e pelos ótimos momentos que passamos juntos.

A **toda minha família**, que me ensinou e ainda ensina os valores que realmente importam.

“As relações entre o erro e o conhecimento correto são ainda demasiado obscuras para que se possa pretender regulá-las com autoridade; ...pois existem poucas exatidões definitivas. Isso significa que a liberdade de pensamento parece-me ser um dos valores mais essenciais.”

Victor Serge (1890-1947)

## RESUMO

**Introdução:** O déficit de rotação interna glenoumeral, freqüentemente observado em praticantes de esportes que envolvem movimentos repetidos do membro superior sobre a cabeça, tem sido associado ao surgimento de lesões secundárias no ombro.

**Objetivos:** Medir e comparar a amplitude de rotação interna glenoumeral em praticantes assintomáticos de tênis e natação, esportes com características diferentes, mas que envolvem esse tipo de movimento.

**Métodos:** 54 voluntários assintomáticos do sexo masculino (108 ombros) divididos em 3 grupos (tenistas, nadadores, grupo-controle) foram submetidos à medida da amplitude de rotação interna glenoumeral através do método de exame clínico com estabilização da escápula (delineamento de pesquisa: estudo transversal). Foram comparadas as medidas dos ombros dominante e não dominante dentro de cada grupo e entre os grupos.

**Resultados:** Em todos os grupos, o ombro dominante apresentou déficit de rotação interna se comparado com o não dominante. No grupo de tenistas o déficit médio foi de  $23,9^\circ \pm 8,4^\circ$  ( $P < 0,001$ ), no de nadadores foi de  $12^\circ \pm 6,8^\circ$  ( $P < 0,001$ ), e no grupo-controle de  $4,9^\circ \pm 7,4^\circ$  ( $P = 0,035$ ). Comparados os membros dominantes entre os grupos, houve diferença entre todos, sendo o déficit apresentado pelos tenistas em relação ao grupo-controle ( $27,6^\circ$ ;  $P < 0,001$ ) maior do que o dos nadadores ( $17,9^\circ$ ;  $P < 0,001$ ); entre tenistas e nadadores, foi de  $9,7^\circ$ ;  $P = 0,002$ ).

**Conclusões:** O membro dominante apresentou menor amplitude de rotação interna glenoumeral do que o não dominante em todos os grupos, sendo o déficit dos tenistas cerca de duas vezes maior do que o dos nadadores. A diferença média entre os membros no grupo controle foi menor do que  $5^\circ$ , o que está dentro do parâmetro de normalidade de acordo com a maioria dos estudos. Todos os grupos apresentaram diferenças se comparados os membros dominantes entre si. Os tenistas apresentaram a menor amplitude de rotação interna seguidos pelos nadadores.

**Palavras-chave:** Ombro, déficit de rotação interna glenoumeral, tenistas, nadadores.

## ABSTRACT

**Background:** *Glenohumeral internal rotation deficit, often diagnosed in players of overhead sports, has been associated with the development of secondary shoulder pathologies.*

**Aim:** *To measure and compare the range of glenohumeral internal rotation motion in asymptomatic tennis players and in swimmers, different sports that share this overhead movements.*

**Methods:** *Fifty-four asymptomatic male volunteers (108 shoulders) divided in 3 groups (tennis players, swimmers, control group) underwent measurements of glenohumeral internal rotation using clinical examination with scapular stabilization (study design: cross-sectional study). Measurements of dominant and nondominant shoulders were compared within and between groups.*

**Results:** *In tennis players, mean deficit was  $23.9^{\circ} \pm 8.4^{\circ}$  ( $P < 0.001$ ); in swimmers,  $12^{\circ} \pm 6.8^{\circ}$  ( $P < 0.001$ ); and in the control group,  $4.9^{\circ} \pm 7.4^{\circ}$  ( $P = 0.035$ ). Dominant shoulders showed significant difference between all groups, and the deficit of the group of tennis players in comparison with the control group ( $27.6^{\circ}$ ;  $P < 0.001$ ) was greater than the deficit found in the group of swimmers ( $17.9^{\circ}$ ;  $P < 0.001$ ); between tennis players and swimmers, the deficit was  $9.7^{\circ}$ ;  $P = 0.002$ ).*

**Conclusions:** *Dominant limbs showed less glenohumeral internal rotation than the nondominant limbs in all groups, being the deficit in the group of tennis players about twice the deficit found for swimmers. Mean difference between limbs in the control group was less than  $5^{\circ}$ , which is within normal parameters according to most studies. There were statistically significant differences between all groups when dominant shoulders were compared to each other. Tennis players had the least range of motion, followed by swimmers.*

**Keywords:** *Shoulder, glenohumeral internal rotation deficit (GIRD), tennis players, swimmers.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Fotografia de um goniômetro.....	30
<b>Figura 2</b> – Fotografia demonstrando medida de 85° de rotação interna glenoumeral.....	31
<b>Figura 3</b> – Fotografia demonstrando medida de 75° de rotação interna glenoumeral.....	32
<b>Figura 4</b> – Fotografia demonstrando medida de 60° de rotação interna glenoumeral.....	32
<b>Figura 5</b> – Fotografia demonstrando medida de 52° de rotação interna glenoumeral.....	33
<b>Figura 6</b> – Fotografia demonstrando medida de 46° de rotação interna glenoumeral.....	33
<b>Figura 7</b> – Fotografia demonstrando medida de 30° de rotação interna glenoumeral.....	34
<b>Figura 8</b> – Gráfico de média e barra de erro representando a amplitude da rotação interna glenoumeral (graus) de membros dominante e não dominante entre controles, praticantes de natação, e de tênis.....	39
<b>Figura 9</b> – Fotografia do método de medida clínica da rotação interna do ombro esquerdo sem estabilização da escápula.....	46
<b>Figura 10</b> – Fotografia do método de medida clínica da rotação interna do ombro direito sem estabilização da escápula.....	46



**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> – Comparação de características basais entre controles, praticantes de natação, e de tênis.....	37
<b>Tabela 2</b> – Comparação da amplitude de rotação interna glenoumeral (graus) do membro dominante entre controles, praticantes de natação, e de tênis.....	40
<b>Tabela 3</b> – Comparação da amplitude de rotação interna glenoumeral (graus) do membro não dominante entre controles, praticantes de natação, e de tênis....	40

**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>AINE</b>	Analgésico/Anti-inflamatório não esteróide
<b>ANCOVA</b>	Análise de Covariância
<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>DP</b>	Desvio Padrão
<b>DRIG</b>	Déficit de rotação interna glenoumeral
<b>GIRD</b>	Glenohumeral internal rotation deficit
<b>HCPA</b>	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
<b>IC</b>	Intervalo de Confiança
<b>PASTA</b>	Partial articular supraspinatus tendon avulsion
<b>RNM</b>	Ressonância Nuclear Magnética
<b>SICK</b>	Scapular malposition, Inferior medial border proeminence, Coracoid pain and malposition, and dysKinesis of scapular movement
<b>SLAP</b>	Superior labral anterior to posterior
<b>SOGIPA</b>	Sociedade Ginástica Porto Alegre
<b>SPSS</b>	Statistical Package for Social Sciences
<b>TC</b>	Tomografia Computadorizada
<b>UFRGS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
4.1	ORIGEM.....	27
4.2	DELINEAMENTO.....	27
4.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	27
4.4	PROCEDIMENTOS.....	29
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
4.6	ASPECTOS ÉTICOS.....	35
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>68</b>
	<b>ARTIGO EM INGLÊS.....</b>	<b>72</b>

---

# **1 INTRODUÇÃO**

---

## 1 INTRODUÇÃO

O ombro é uma designação anatômica que compreende 3 articulações verdadeiras, as articulações glenoumeral, acromioclavicular e esternoclavicular (articulações diartrodiais), a articulação escapulotorácica, que é basicamente um deslizamento fibroso, e o espaço subacromial. A sincronia entre os componentes deste complexo articular é fundamental para que o ombro atue como uma unidade funcional, mantendo sua grande amplitude de movimento ao longo de todos os planos<sup>1,2,3,4</sup>.

A dor ao nível do ombro é uma queixa muito freqüente na maioria das faixas etárias. Estudos norte-americanos demonstram que é o terceiro maior motivo de consulta ortopédica, após a dor lombar e a dor no joelho<sup>5,6</sup>. Sua prevalência varia entre 7 e 26% da população adulta, segundo revisão de literatura feita por Luime *et al*<sup>7</sup>. Em avaliação de 205 nadadores de elite brasileiros, Cohen *et al*<sup>8</sup> demonstraram que 19% deles apresentavam dor no ombro na época da realização da pesquisa, e mais de 63% tinham sentido dor em alguma fase de suas carreiras esportivas. Convém aqui definir articulação do ombro como sendo considerado todo o complexo articular, exceto quando é referida uma das articulações em particular.

De todas as articulações do corpo, é no ombro que se verifica a maior amplitude de movimento. Ao contrário do quadril, o ombro tem relativamente pouca estabilidade óssea intrínseca, dependendo fundamentalmente das partes moles para sua estabilização estática e dinâmica<sup>1,2,3,9,10</sup>. Estabilizar tal tipo de articulação em todas as posições sem que haja perda da mobilidade é um grande desafio biomecânico, ainda maior em atletas<sup>3,4,9,10</sup>. O manguito rotador tem uma função essencial na estabilização dinâmica da articulação glenoumeral. Junto a ele, os músculos deltóide, bíceps e os escapulares (trapézio, serrátil anterior, rombóide)

agem em harmonia com os estabilizadores estáticos (*labrum* e estruturas capsuloligamentares) para manter um balanço entre mobilidade e estabilidade ao longo de toda a amplitude de movimento<sup>4,10,11</sup>.

Embora não seja uma articulação que habitualmente suporte o peso do corpo, as forças que atuam sobre o ombro são grandes<sup>12</sup>. Estudos já demonstraram que desequilíbrios dessas forças podem provocar, além de lesões agudas, alterações degenerativas a médio e longo prazos. Técnicas cirúrgicas antigas que tratavam a luxação recidivante do ombro às custas de modificação da anatomia original e do equilíbrio muscular causavam essas alterações com o passar do tempo<sup>13,14,15</sup>.

---

---

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

---

---

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Muitos conhecimentos sobre a função do ombro foram adquiridos a partir de estudos em praticantes de esportes que solicitam repetidamente essa articulação<sup>12,16</sup>, esportes que têm sido cada vez mais praticados. A revisão de literatura realizada por Reeser *et al*<sup>17</sup> indicou ser o voleibol atualmente o segundo esporte mais praticado no mundo, somente sendo superado pelo futebol de campo. Tênis, vôlei, e natação, por exemplo, embora tenham características diferentes, envolvem um padrão similar de movimento submetendo o ombro e o membro superior a movimentos repetidos acima da cabeça (*overhead sports*)<sup>4,16</sup>. O ombro dos praticantes destes esportes necessita ser flexível suficiente para permitir grande rotação externa, e estável suficiente para impedir subluxação sintomática da cabeça umeral (“paradoxo do arremessador”)<sup>18</sup>. Pode-se supor que movimentos repetidos no tênis, vôlei e beisebol que gerem velocidades de cerca de 100km/h<sup>12</sup>, ou treinos de natação com centenas ou milhares de braçadas tendam a desequilibrar essas estruturas e possam provocar lesões no ombro.

As lesões mais comuns em tenistas jovens estão associadas a microtrauma de repetição, especialmente nos membros superiores. Nestes, o ombro é a articulação mais afetada, com incidência variando entre 25 e 45,7% segundo revisão feita por Kibler e Safran<sup>19</sup>. O processo inflamatório do manguito rotador é uma das causas mais freqüentes de dor nesses tenistas, geralmente associado à instabilidade da articulação glenoumeral<sup>20</sup>. Embora algumas inferências lógicas possam ser feitas, ainda não existem estudos que avaliem consistentemente os efeitos em longo prazo da prática do tênis<sup>19</sup>. Nos praticantes de natação, a dor intermitente no ombro é uma queixa freqüente, com graus variáveis de limitação.



McMaster e Troup<sup>21</sup> estimaram entre 10 e 26% a prevalência de dor no ombro de nadadores que participam de competições, sendo que ela aumenta com o tempo de prática do esporte.

A partir dos estudos de Neer<sup>22</sup> e Bigliani *et al*<sup>23</sup> na década de 80 vem sendo aprofundado o conhecimento sobre o impacto subacromial e as patologias do manguito rotador, que estão entre as causas mais comuns de dor no ombro. A classificação dos tipos de acrômio e a descrição da síndrome do impacto estimularam o desenvolvimento de novas técnicas cirúrgicas e de reabilitação. A partir da constatação inicial de que 95% das rupturas do manguito rotador eram iniciadas pelo impacto da face bursal (extra-articular) do tendão do músculo supra-espinal contra o acrômio e o arco coracoacromial<sup>22</sup>, as técnicas cirúrgicas preconizavam a tentativa de diminuir esse impacto através da acromioplastia.

Estudos mais recentes, bem como o desenvolvimento da técnica artroscópica, têm demonstrado melhor várias alterações anatômicas em estruturas intra-articulares que podem estar associadas às lesões do manguito rotador independentemente do seu impacto contra o acrômio<sup>24,25</sup>. Com isso, atualmente têm sido descritas lesões combinadas em grupos de estruturas ao invés de lesões isoladas. Isto inclui associação de lesões do manguito rotador com instabilidades, síndrome do impacto com retração de cápsula posterior, e outras combinações. Isso não é uma surpresa, considerando-se a necessidade da ação sincronizada de várias estruturas na estabilização do ombro<sup>10,24,25</sup>.

Em 1985, Andrews *et al*<sup>26</sup> descreveram pela primeira vez lesões do *labrum* superior da glenóide junto à inserção do tendão longo do bíceps a partir de observações artroscópicas em atletas que praticavam arremesso. Postularam a hipótese de que a contração súbita do músculo bíceps durante a fase de

desaceleração poderia provocar avulsão do complexo bíceps-labral. Snyder *et al*<sup>27</sup>, em 1990, nomearam esta lesão de “*superior labral anterior to posterior*” (SLAP) e classificaram-na em 5 tipos, embora não a tenham relacionado especificamente ao mecanismo de arremesso.

Walch *et al*<sup>4</sup>, também partindo de observações artroscópicas, descreveram o impacto interno como um impacto intra-articular que ocorre em todos os ombros na posição de 90° de rotação externa em 90° de abdução. Nesta posição a superfície articular da porção póstero-superior do manguito rotador fica pinçada entre o *labrum* glenoidal e a grande tuberosidade. Jobe<sup>10</sup> associou este impacto interno a lesões do manguito em atletas que praticam esportes de arremesso. Também sugeriu a ocorrência de um progressivo estiramento do ligamento glenoumeral inferior, levando a uma instabilidade anterior e a um aumento da rotação externa em abdução, aumento este que é comum neste tipo de atleta<sup>25</sup>. Esta teoria levou à preconização do tratamento cirúrgico da instabilidade anterior, com resultados variáveis em atletas<sup>25,28,29</sup>

Burkhart *et al*<sup>30</sup> modificaram o paradigma vigente ao propor que o processo patológico mais importante que ocorre nestes atletas é uma diminuição da amplitude da rotação interna em abdução. Eles propuseram que a perda adquirida da rotação interna causada por uma contratatura da cápsula póstero-inferior é a lesão essencial que resulta secundariamente no aumento da rotação externa, denominaram esta alteração déficit de rotação interna glenoumeral (DRIG) – do original “*glenohumeral internal rotation deficit*” (GIRD), e definiram-na como a “perda em graus da amplitude de rotação interna do ombro dominante comparado com o não dominante”<sup>30</sup>. Essa amplitude é medida através do exame físico auxiliado por

um goniômetro. Acreditam que não ocorre uma verdadeira instabilidade anterior, e que o foco do tratamento não deve ser este.

Desde então, coexistem essas duas escolas de pensamento. Uma delas propõe a instabilidade anterior adquirida após microtrauma de repetição como causa da modificação biomecânica no ombro dos arremessadores<sup>10</sup>. A outra propõe que a alteração primária é o DRIG, que secundariamente poderá causar outras alterações<sup>30</sup>. Esta última vem ganhando maior aceitação a partir das pesquisas recentes<sup>31,32,33,34,35</sup>.

Verna<sup>36</sup>, em 1991, foi o primeiro a reconhecer a associação entre esse déficit e o desenvolvimento de problemas no ombro de arremessadores de beisebol. Ao acompanhar atletas profissionais ao longo de vários meses detectou que 60% dos que tinham mais do que 35° de déficit da rotação interna tiveram limitação funcional que os levou à interrupção da prática esportiva. Burkhart et al<sup>30,31</sup> e Morgan<sup>32</sup> demonstraram associação entre o DRIG e o desenvolvimento de problemas no ombro de atletas cujos esportes necessitem movimentos repetidos do membro superior sobre a cabeça. Referem que esse déficit de rotação interna está associado às lesões tipo SLAP e que poderia ser o seu fator causal inicial. Kibler<sup>37</sup> acompanhou durante 24 meses tenistas de alto nível divididos em dois grupos. Um dos grupos realizou diariamente alongamentos da cápsula póstero-inferior para minimizar o DRIG, enquanto o grupo controle não os realizou. Ao final do período houve diferença significativa entre a amplitude de rotação interna do ombro nos grupos, além de ter havido um decréscimo de 38% na incidência de lesões no grupo tratado.

A maioria dos estudos sobre o ombro de atletas envolvidos em esportes com movimentos do membro superior sobre a cabeça é baseada em

arremessadores de beisebol<sup>18,30,38</sup>. Há poucos estudos comparando atletas que têm em comum esse movimento, mas que diferem em vários outros aspectos, como os praticantes de tênis, voleibol, e natação<sup>39</sup>. Em 2006, Oyama<sup>40</sup> defendendo tese na Universidade de Pittsburgh comparou características adquiridas no ombro de nadadores, arremessadores de beisebol e um grupo-controle, e Ricci<sup>41</sup> comparou arremessadores de beisebol com tenistas e jogadores de voleibol. Defendendo tese na mesma Universidade, Schucker<sup>42</sup>, em 2007, analisou tipos diferentes de alongamentos com o objetivo de aumentar a amplitude de rotação interna em arremessadores.

O diagnóstico e tratamento da dor no ombro tiveram avanços significativos nas últimas 3 décadas a partir do desenvolvimento de novas tecnologias de imagem, como a Ressonância Nuclear Magnética<sup>43,44,45,46</sup> (RNM), e de cirurgia, como a artroscopia<sup>24,26,30,31</sup>, porém a prevenção das patologias não se desenvolveu da mesma forma. Além dos riscos e custos, os exames complementares como Radiografia, Ecografia, Tomografia Computadorizada (TC) e RNM não parecem ser métodos tão eficazes na detecção do DRIG quanto a simples medição da amplitude do movimento com o goniômetro durante exame físico ortopédico convencional. Recentemente têm surgido estudos tentando detectar esse déficit e a contratura das estruturas posteriores através de exames de imagem<sup>43,44,45,46</sup>. Em um desses estudos, publicado em junho de 2007, Tuite *et al*<sup>46</sup> compararam as RNM de atletas praticantes de esportes com movimentos do membro superior acima da cabeça com as de um grupo-controle. Detectaram diferenças em relação à espessura do *labrum* e da cápsula posterior. O parâmetro utilizado como comparação foi o exame físico, que além da vantagem econômica, é facilmente ensinado e reproduzido.

Trabalhos recentes têm estudado o papel dos reforços e alongamentos musculares na função do ombro<sup>18,30,32,35,36,37</sup>;entretanto, ainda permanecem várias indagações. Atletas em atividade e sem sintomas apresentam também déficit de rotação interna? São essas estatísticas aplicáveis à nossa população? Atletas recreativos regulares desenvolverão esse déficit? E se desenvolverem, isto causará sintomas e patologias do ombro? A partir de quantos graus o déficit terá relevância clínica? Qual a correlação entre frequência e a intensidade da prática esportiva e o tempo de surgimento das alterações? Esportes similares, mas com algumas diferenças fundamentais levam ao mesmo grau de alteração? Qual a melhor forma de tratar o déficit já estabelecido? Mais do que isso: será que certas atividades profissionais e movimentos repetitivos do dia-a-dia em indivíduos não atletas poderiam estar associados a este déficit de rotação?

Considerando os vários aspectos do tratamento, tais como efeitos colaterais dos medicamentos, afastamento do trabalho, complicações cirúrgicas, etc, o impacto socioeconômico das patologias do ombro é imenso. Os custos diretos para o tratamento dessas patologias totalizaram cerca de US\$ 7 bilhões nos Estados Unidos apenas no ano de 2000<sup>5</sup>. Portanto, se grande parte dessas patologias puder ser prevenida, além da melhora na qualidade de vida de cada paciente em particular haverá um benefício para toda a sociedade em virtude da óbvia economia e possibilidade de redirecionamento dos recursos materiais.

A prevenção e o tratamento do DRIG parecem promissores, simples, com custos e riscos mínimos<sup>47</sup>;entretanto, sendo esse déficit inicialmente assintomático, para que a prevenção e o tratamento possam ser efetivados impõe-se que se detecte em que grupos populacionais ele tem maior prevalência. Este estudo propõe-se a contribuir nesta direção, buscando avaliar a amplitude da

rotação interna glenoumeral em praticantes recreativos de diferentes esportes que têm em comum o uso repetido dos membros superiores sobre a cabeça.

---

---

## **3 OBJETIVOS**

---

---

### **3 OBJETIVOS**

Avaliar a amplitude de rotação interna glenoumeral dos ombros dominante e não dominante em nadadores, tenistas, e em um grupo-controle com indivíduos que não realizem movimentos repetidos com o membro superior sobre a cabeça.

Comparar as amplitudes de rotação interna glenoumeral dos ombros dominante e não dominante dentro de cada grupo e entre os grupos.



---

---

## **4 MÉTODOS**

---

---

## 4 MÉTODOS

### 4.1 ORIGEM

Este estudo foi realizado conjuntamente pelo Serviço de Ortopedia e Traumatologia do HCPA e pelo Programa de Pós-Graduação em Cirurgia da UFRGS.

### 4.2 DELINEAMENTO

Estudo transversal.

### 4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra consistiu de 54 voluntários saudáveis procedentes da comunidade, divididos em 3 grupos: tenistas (n = 21), nadadores (n = 20), e grupo-controle (n = 13).

Em todos os indivíduos participantes do estudo foram examinados ambos os ombros, perfazendo um total de 108 medidas. Como o objetivo era analisar o praticante regular que mais se aproximasse do padrão populacional, foram estabelecidos critérios de duração e frequência da prática esportiva a fim de excluir tanto o atleta eventual quanto o profissional do esporte. Foram incluídos no estudo indivíduos do sexo masculino, com idade entre 30 e 60 anos, praticantes recreativos do esporte específico numa frequência entre 2 e 4 vezes por semana há pelo menos 1 ano. Deveriam também praticar o esporte em média não mais do que

2 horas por vez. Os indivíduos do grupo-controle tinham características similares, porém não praticavam nem nunca tinham praticado regularmente tênis e/ou natação. Deveriam ser indivíduos ativos, sem limitações, podendo não praticar esportes ou ser praticantes de esportes que não exigissem o uso repetido dos membros superiores.

Qualquer uma das seguintes características foi considerada critério de exclusão do estudo para todos os grupos: dor ou sintomas nos ombros que tenham limitado a prática do esporte (ou de atividades da vida diária) nos últimos 3 meses; fratura, luxação ou cirurgia prévia nos ombros; uso contínuo de AINEs, relaxantes musculares ou benzodiazepínicos; ser ou ter sido praticante profissional do esporte em questão; ter atividade domiciliar ou profissional que exija o uso contínuo dos membros superiores em média mais de 2 horas/dia; ser ou ter sido praticante de basquete, voleibol, beisebol ou qualquer outro esporte que necessite o uso repetido dos membros superiores; qualquer limitação significativa na deambulação ou na realização das atividades de vida diária.

A coleta de dados foi realizada durante o período compreendido entre março e setembro de 2007. A seleção da amostra e a coleta de dados foram feitas nos locais de prática esportiva dos participantes (tenistas no clube SOGIPA e nadadores na Escola de Natação Raiasul). Os indivíduos do grupo-controle foram selecionados a partir de pacientes e acompanhantes no consultório privado multidisciplinar de um dos pesquisadores (R.R.T.), e examinados no local. Foram convidados indivíduos sem queixas relativas aos membros superiores. Para todos os grupos foi realizada estratégia de amostragem consecutiva não-probabilística.

#### 4.4 PROCEDIMENTOS

Foram explicados o objetivo da pesquisa e a técnica de exame aos indivíduos convidados, e os que desejaram participar assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. O convite aos participantes do grupo-controle foi feito após a finalização da consulta médica. Dos convidados que preencheram os critérios de inclusão, nenhum se recusou a participar do estudo. Os participantes dos grupos de tenistas e de nadadores foram examinados em uma mesa comum de exame físico, numa sala situada próximo ao local de sua prática esportiva, nas dependências do clube. Os participantes do grupo-controle foram examinados na mesa convencional de exame físico do consultório de um dos pesquisadores.

Os indivíduos foram examinados 1 (uma) vez, em repouso, sem ter praticado esportes na última hora. Todas as medidas foram feitas pelo mesmo examinador (R.R.T.), com a ajuda de um auxiliar, que posicionou o goniômetro (Figura 1) na posição determinada pelo examinador, além de ajudar na realização das fotografias. O auxiliar variou e sua opinião não foi considerada na aferição da medida de rotação interna. Foi medida em graus (unidade de medida angular) primeiramente a amplitude de rotação interna do ombro esquerdo, independente de dominância, e após, do direito. O examinador não tinha conhecimento de qual era o membro dominante antes da realização das medidas.

A rotação interna glenoumeral foi medida com o paciente em decúbito dorsal, com o ombro abduzido  $90^\circ$  no plano do corpo e o cotovelo fixo em  $90^\circ$  de flexão. A escápula foi estabilizada através de leve pressão feita pelo examinador sobre sua face anterior. Com a outra mão, o examinador rodava internamente o ombro até o seu ponto máximo (posição inicial de  $0^\circ$  considerada a partir do

antebraço perpendicular ao solo). Nesta posição de rotação interna máxima, o auxiliar posicionava o goniômetro com a régua fixa paralela ao solo e a móvel alinhada com a ulna a partir do olécrano. Então, o examinador media o ângulo de rotação interna glenoumeral atingido em cada ombro. O DRIG era a diferença entre a rotação interna do ombro não dominante e do dominante. Esta técnica de exame reproduz a descrita por Norkin e White<sup>48</sup>, e utilizada por Burkhart et al<sup>47</sup> quando definiram o DRIG. Não houve queixas de dor, desconforto significativo ou nenhuma outra complicação imediata durante a realização das medidas.

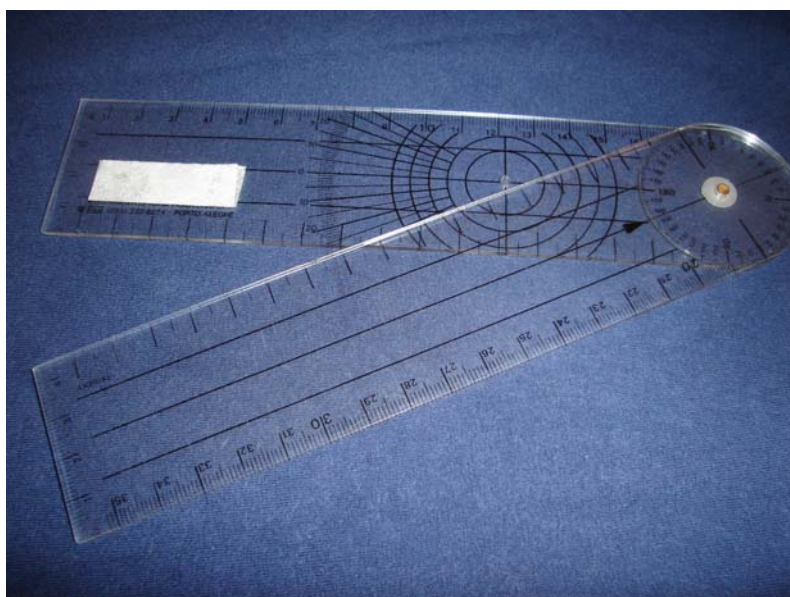


Figura 1 – Goniômetro

Para demonstrar visualmente o método de aferição, foram feitas fotografias dos ombros no ponto máximo de rotação interna (Figuras 2-7). As fotografias não foram medidas, são apenas demonstrativas dos graus de amplitude aferidos com o goniômetro. Os participantes não foram submetidos a exames

radiológicos ou outros exames complementares. Após a realização das medidas e das fotografias, os participantes responderam um questionário com perguntas relativas a dados complementares de sua prática esportiva, tais como a frequência da prática, há quanto tempo eles têm estado praticando, a necessidade do uso de analgésicos, o uso dos membros superiores em outras atividades, e a frequência com que realizavam alongamentos para as estruturas posteriores do ombro (Anexo A). Neste questionário também foi perguntado qual o membro dominante de cada indivíduo. Por membro dominante entende-se aquele que realiza a maioria das atividades da vida diária, principalmente escrever e comer.



Figura 2 – Rotação interna glenoumeral de 85° (indivíduo nº 10 – grupo-controle)



Figura 3 – Rotação interna glenoumeral de 75° (indivíduo nº 7 – grupo-controle)



Figura 4 – Rotação interna glenoumeral de 60° (indivíduo nº 20 – nadador)



Figura 5 – Rotação interna glenoumeral de 52° (indivíduo nº 33 – nadador)



Figura 6 – Rotação interna glenoumeral de 46° (indivíduo nº 39 – tenista)





Figura 7 – Rotação interna glenoumeral de 30° (indivíduo nº 39 – tenista)

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram descritos com média e desvio padrão (DP). Para comparação de médias entre os membros dominante e não dominante dentro de cada grupo foi utilizado o teste t de Student. Para comparações entre os grupos foi utilizada análise de variância (ANOVA) seguida por teste de Tukey. Para ajustar os efeitos potencialmente confundidores de idade e tempo de prática esportiva foi utilizado um modelo de análise de covariância (ANCOVA). O nível de significância adotado foi de 5% e o poder estatístico de 90%. Para este nível de significância e este poder foi calculado que um  $n$  de 23 indivíduos por grupo seria capaz de detectar diferenças com magnitude (tamanho de efeito) maior ou igual a 1 (uma) unidade de DP. Como a análise preliminar dos dados demonstrou grandes diferenças entre os grupos, a coleta de dados nos indivíduos do grupo controle foi

concluída antes de completar esse número. Os dados foram analisados com o programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 12.

#### 4.6 ASPECTOS ÉTICOS

Este projeto de pesquisa foi aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos pela Comissão Científica e Comissão de Pesquisa e Ética em Saúde do Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação do HCPA.

## **5 RESULTADOS**

## 5 RESULTADOS

As características basais e os dados referentes às medidas de rotação interna glenoumeral observados em cada um dos indivíduos participantes do estudo estão apresentadas no Anexo B.

Os grupos de praticantes de natação e de tênis não diferiram significativamente em relação à frequência da prática esportiva (dias/semana) nem em relação ao tempo de início dessa prática (anos). Houve diferença significativa entre as idades dos participantes do grupo de nadadores e de tenistas, mas não entre estes grupos e o grupo controle (Tabela 1). Por isso, as medidas de amplitude de rotação interna glenoumeral foram ajustados em modelo de análise de covariância (ANCOVA), mantendo-se as diferenças iniciais. Em outras palavras, não há evidências de que as diferenças observadas neste estudo sejam devidas à diferença etária dos indivíduos.

Tabela 1 – Comparação de características basais entre controles, praticantes de natação, e de tênis

Característica	Controle n = 13	Natação n = 20	Tênis n = 21	P
idade, anos	40,9±8,4	38,9±7,5	46,3±7,7	0,01
frequência da atividade, dias/semana	–	3,0±0,5	3,2±0,8	0,27
tempo de prática, anos	–	9,7±6,7	13,0±10,5	0,25

Os dados são apresentados como média±desvio padrão. P: significância estatística da análise de variância ou t de Student, segundo o caso.

Nenhum dos participantes referiu ter utilizado analgésicos para dor no ombro após a prática dos esportes em estudo, nem ter deixado de praticar o esporte nos últimos 3 meses por esse motivo.

Inicialmente foram feitas comparações entre o membro dominante e o não dominante dentro de cada grupo. No grupo-controle a média da amplitude de rotação interna glenoumeral no membro dominante foi de  $70,5^\circ \pm 7,8^\circ$  e no membro não dominante de  $75,4^\circ \pm 6,5^\circ$ . A diferença entre as médias foi de  $-4,9^\circ \pm 7,4^\circ$  (IC 95%:  $-9,4^\circ$  a  $-0,4^\circ$ ;  $P=0,035$ ) (Figura 8).

No grupo de nadadores a média no membro dominante foi de  $52,6^\circ \pm 10,1^\circ$  e no membro não dominante de  $64,6^\circ \pm 8,2^\circ$ . A diferença entre as médias foi de  $-12,0^\circ \pm 6,8^\circ$  (IC 95%:  $-15,2^\circ$  a  $-8,8^\circ$ ;  $P < 0,001$ ) (Figura 8).

No grupo de tenistas a média no membro dominante foi de  $42,9^\circ \pm 7,7^\circ$  e no membro não dominante de  $66,8^\circ \pm 10,1^\circ$ . A diferença entre as médias foi de  $-23,9^\circ \pm 8,4^\circ$  (IC 95%:  $-27,7^\circ$  a  $-20,1^\circ$ ;  $P < 0,001$ ) (Figura 8).

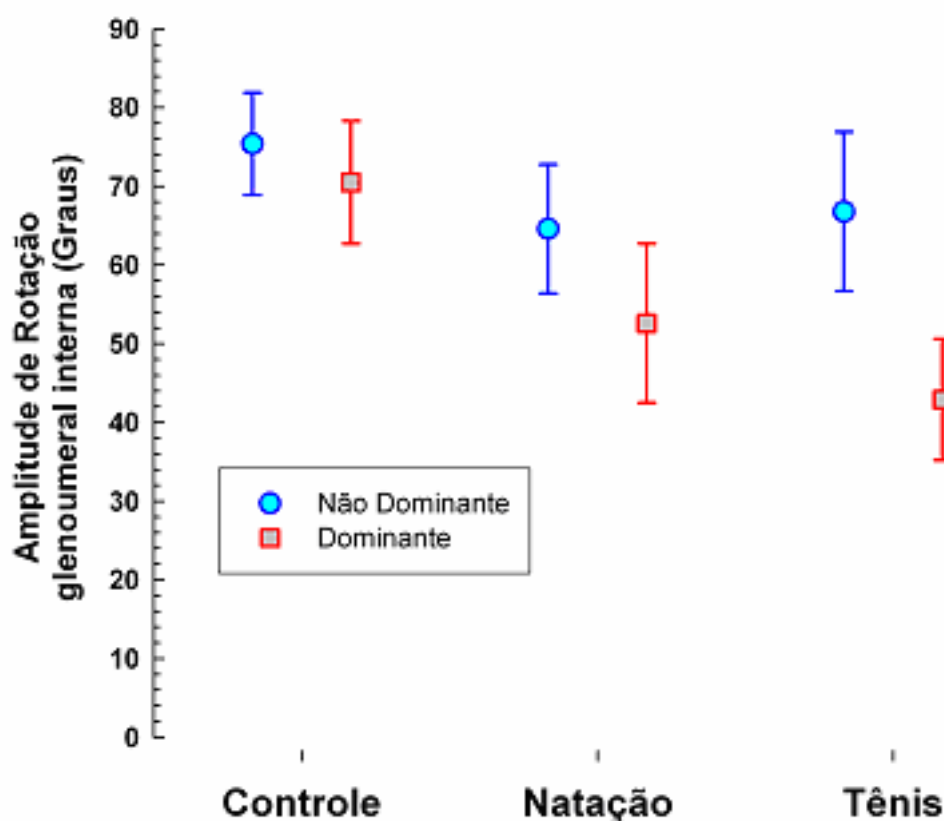


Figura 8 – Gráfico de média e barra de erro representando a amplitude da rotação interna glenoumeral (graus) de membros dominante e não dominante entre controles, praticantes de natação, e de tênis

Após, foram feitas comparações entre os diferentes grupos, tanto para o membro dominante quanto para o membro não dominante. Na comparação da amplitude nos membros dominantes houve diferença estatisticamente significativa entre todos os grupos. A maior diferença ocorreu entre controles e tenistas, com média de 27,6° (IC 95%: 20,2° a 35°;  $P < 0,001$ ). Entre controles e nadadores a diferença média foi de 17,9° (IC 95%: 10,4° a 25,3°;  $P < 0,001$ ), e entre nadadores e tenistas foi de 9,7° (IC 95%: 3,2° a 16,3°;  $P = 0,002$ ) (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparação da amplitude de rotação interna glenoumeral (graus) do membro dominante entre controles, praticantes de natação, e de tênis

Modalidade	média±DP	n	Modalidade	média±DP	n	Dif.	IC95%	P
controle	70,5±7,8	13	natação	52,6±10,1	20	17,9	10,4 a 25,3	<0,001
controle	70,5±7,8	13	tênis	42,9±7,7	21	27,6	20,2 a 35,0	<0,001
natação	52,6±10,1	20	tênis	42,9±7,7	21	9,7	3,2 a 16,3	0,002

DP: desvio padrão; Dif.: diferença entre médias; IC: intervalo de confiança; P: significância estatística do teste de Tukey após análise de variância de um critério

Comparando-se os membros não dominantes entre os grupos, houve diferença estatisticamente significativa entre controles e nadadores ( $P = 0,003$ ) e entre controles e tenistas ( $P = 0,018$ ). Entre os nadadores e tenistas não houve diferença ( $P = 0,706$ ). A maior diferença encontrada, entre controles e nadadores, teve média de  $10,8^\circ$  (IC 95%:  $3,3^\circ$  a  $18,2^\circ$ ) (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação da amplitude de rotação interna glenoumeral (graus) do membro não dominante entre controles, praticantes de natação, e de tênis

Modalidade	média±DP	n	Modalidade	média±DP	n	Dif.	IC95%	P
controle	75,4±6,5	13	natação	64,6±8,2	20	10,8	3,3 a 18,2	0,003
controle	75,4±6,5	13	tênis	66,8±10,1	21	8,6	1,2 a 16,0	0,018
natação	64,6±8,2	20	tênis	66,8±10,1	21	-2,2	-8,7 a 4,4	0,706

DP: desvio padrão; Dif.: diferença entre médias; IC: intervalo de confiança; P: significância estatística do teste de Tukey após análise de variância de um critério

Em nenhum dos indivíduos do grupo-controle ocorreu uma diferença de rotação interna  $\geq 20^\circ$  entre os membros. No grupo de nadadores isto ocorreu em 5 casos (25%) – nenhum com diferença  $\geq 30^\circ$ , e no grupo de tenistas em 18 casos (86%) – 6 com diferença  $\geq 30^\circ$ . Além disto, nenhum dos indivíduos do grupo-controle apresentou amplitude de rotação interna  $\leq 50^\circ$  em qualquer ombro, enquanto isto ocorreu em 10 nadadores (50%) – 9 apenas no membro dominante, e em 18 tenistas (86%) – 16 apenas no membro dominante. Nenhum destes 3 indivíduos com amplitude de rotação interna  $\leq 50^\circ$  no membro não dominante apresentou amplitude maior do que esta no membro dominante (Anexo B)

No questionário respondido após o exame os participantes foram perguntados quanto à frequência com que realizavam alongamentos para a musculatura posterior do ombro (Anexo A). Não houve diferença significativa entre os grupos. Não foi perguntado o método de alongamento, o tempo de duração e nem o número de repetições. No grupo de nadadores, 11 responderam que praticavam respiração unilateral (para o lado do membro dominante) e 9 que praticavam bilateral (Anexo B). Não houve diferença significativa na amplitude de rotação interna comparando-se o tipo de respiração.



---

## **6 DISCUSSÃO**

---

## 6 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo confirmaram a hipótese de que há diferença significativa na amplitude de rotação interna glenoumeral entre os membros dominante e não dominante dentro de cada grupo, o que foi verificado em todos os grupos. Também foram constatadas diferenças entre os grupos quando comparamos os membros dominantes entre si. Nessa comparação, a maior diferença ocorreu entre tenistas e o grupo-controle, ficando os nadadores com medidas intermediárias.

No grupo-controle, o déficit (perda de rotação do ombro dominante comparado com o não dominante) médio foi de  $4,9^\circ$  (IC 95%:  $0,4^\circ$  a  $9,4^\circ$ ;  $P= 0,035$ ), conforme já descrito (Figura 8). Embora seja uma diferença estatisticamente significativa, parece improvável que essa pequena variação tenha relevância clínica. Estes achados estão em consonância com outros estudos<sup>33,40,49,50</sup>, que demonstraram pequeno DRIG em indivíduos saudáveis não envolvidos em esportes com movimentos repetidos sobre a cabeça. Essa diferença poderia explicar-se exclusivamente pela dominância.

Em relação aos nadadores o déficit médio foi de  $12^\circ$  e, entre os tenistas, de  $23,9^\circ$  (Figura 8). Esta maior diferença nos tenistas confirma os achados de estudos prévios, que associam a prática do tênis e do beisebol com os maiores déficits de rotação observados<sup>40,41,51,52</sup>. Em 2006, Ricci<sup>41</sup> comparou as características do ombro de vários esportes com movimentos repetidos do membro superior sobre a cabeça, e concluiu que os tenistas apresentavam a menor amplitude de rotação interna no ombro dominante se comparados com arremessadores de beisebol e jogadores de voleibol.

Especulava-se qual seria o resultado entre os nadadores. Embora a natação seja um esporte bilateral, é possível levantar a hipótese de que o membro dominante faça mais força que o não dominante, ao menos em atletas não competitivos, cuja técnica tende a ser menos aprimorada. Estudo realizado por Bak e Magnusson<sup>53</sup> demonstrou média de  $68^\circ (\pm 7,4^\circ)$  na rotação interna do ombro dominante de nadadores de elite; entretanto, apenas 8 atletas foram analisados. Beach et al<sup>54</sup> demonstraram menor amplitude de rotação interna tanto do ombro direito ( $45^\circ \pm 12^\circ$ ) quanto do esquerdo ( $49^\circ \pm 14$ ) em 32 nadadores universitários, mas grande parte da amostra (69%) apresentava dor no ombro.

Oyama<sup>40</sup> estudou as características do ombro de 15 nadadores universitários assintomáticos, comparando-os com arremessadores de beisebol e controles da mesma faixa etária. Em relação ao déficit de rotação interna, demonstrou diferenças significativas entre os arremessadores e os outros grupos, mas não entre nadadores e controles. O autor refere não haver publicação prévia na literatura sobre a avaliação da contratura das estruturas posteriores do ombro neste esporte.

No presente estudo, os nadadores apresentaram não apenas diferença em relação aos outros grupos, mas também entre o ombro dominante e não dominante dentro do próprio grupo. Há várias explicações possíveis. A média de idade dos participantes foi de  $38,9 \pm 7,5$  anos, enquanto no estudo de Oyama<sup>40</sup> foi de  $20,5 \pm 1,7$ . A natação não gera um mecanismo de desaceleração súbita como tênis e beisebol, e o desenvolvimento de contraturas das estruturas posteriores do ombro, se ocorrer, provavelmente leve mais tempo para ser clinicamente percebido. Além disso, no nosso estudo a amostra foi constituída de praticantes recreativos do esporte, não envolvidos em competições rotineiras. Os atletas competitivos, ao

mesmo tempo que exigem mais do ombro, em geral também estão engajados com mais disciplina em programas de alongamento e reforço muscular. Na nossa amostra, o estilo predominante de todos os indivíduos durante ao menos 70% do tempo de prática esportiva foi o nado livre (*crawl*).

Como o objetivo era estudar uma amostra o mais representativa possível da média de praticantes recreativos regulares de tênis e natação, foi estabelecido um critério de frequência na prática esportiva que excluísse tanto o praticante eventual quanto o atleta profissional. Foi estabelecido o limite de 60 anos de idade, pois há evidências de que a partir dessa faixa etária são mais comuns alterações degenerativas nas articulações e nos tendões da população em geral<sup>55</sup>. Para diminuir a variação da amostra, foram estudados apenas homens e o limite inferior de idade estabelecido foi de 30 anos.

Sabe-se que há variações individuais na elasticidade do tecido conjuntivo, e na conseqüente flexibilidade articular<sup>56</sup>. Outros fatores que influenciam as medidas são o gênero e a faixa etária<sup>56,57</sup>, havendo evidências de que as mulheres têm maior amplitude do que os homens em todos os sentidos de movimento do ombro. O parâmetro de normalidade da amplitude de movimento articular também depende do método de aferição. Em estudo publicado em 1979, Boone e Azen<sup>49</sup> mediram clinicamente com um goniômetro a amplitude de várias articulações em 109 homens saudáveis com idades entre 18 meses a 24 anos, e amplitude média encontrada referente à rotação interna do ombro foi de 68,8° (DP 4,6°). Planeja-se complementar o estudo em outros grupos populacionais (mulheres, adolescentes, esportistas de competição).

Vários métodos já foram utilizados para medir a rotação interna do ombro. Durante muito tempo, na prática, um método muito utilizado foi comparar a

altura máxima que alcança o dorso da mão colocado ativamente na linha média posterior (Figura 9–10).



Figura 9 – Método de medida da rotação interna do ombro esquerdo sem estabilização da escápula



Figura 10 – Método da medida da rotação interna do ombro direito sem estabilização da escápula

Este método promove uma análise funcional superficial e uma comparação com o lado oposto; entretanto, não é muito acurado nem preciso<sup>58,59</sup>. Além de haver a interferência de outros movimentos para sua execução, como adução e extensão, depende da mobilidade do cotovelo, punho e mão. Além disso, estima a rotação interna global do ombro, mas não isola a mobilidade da articulação glenoumeral que, para ser medida, requer a estabilização da escápula<sup>60</sup> (Figuras 2–7).

Ginn *et al*<sup>68</sup> estudaram mais de 100 pacientes com dor unilateral no ombro e compararam esse método ativo com o método de medição passiva em decúbito dorsal com estabilização da escápula<sup>48</sup>, o qual foi utilizado como parâmetro. Concluíram que havia baixa a moderada correlação e que o método ativo não tinha boa acurácia nestes pacientes. Wakabayashi *et al*<sup>69</sup> demonstraram imprecisões no método ativo ao compará-lo com instrumento eletromagnético de medição. Boon e Smith<sup>61</sup> estudaram 50 atletas universitários comparando 2 métodos de medição clínica, com e sem estabilização da escápula, e obtiveram amplitudes maiores de rotação interna sem ela. Concluíram que a estabilização deve ser utilizada quando se mede a rotação interna do ombro, a fim de se obter maior acurácia nos valores da rotação glenoumeral pura.

A diminuição da amplitude de rotação interna tem sido associada à contratura das estruturas posteriores do ombro. Acredita-se que resulte da contratura e espessamento da porção pósterio-inferior da cápsula articular, que ocorreria após microtrauma de repetição durante a fase de desaceleração do movimento de arremeso<sup>30,33,34,62</sup>. Estudos recentes têm procurado quantificar essa contratura posterior do ombro e correlacioná-la com o déficit de rotação interna<sup>33,34,35,50,63</sup>.

Tyler *et al*<sup>60</sup> desenvolveram e validaram método clínico de avaliação da contratura capsular posterior, método este que vem sendo reproduzido por vários pesquisadores<sup>34,41</sup>. Em decúbito lateral sobre o outro lado, o ombro a ser testado é colocado pelo examinador em 90° de abdução com o úmero em rotação neutra. A escápula é estabilizada nessa posição, e o ombro é aduzido passivamente até que o movimento cesse, quando um segundo examinador mede a distância (em centímetros) entre a mesa de exame e o epicôndilo medial. O exame é realizado em ambos os ombros e as medidas são comparadas. Os mesmos pesquisadores demonstraram que a contratura posterior do ombro e a diminuição da amplitude de rotação interna estão correlacionadas<sup>33</sup>. Relataram que a cada 4° de déficit de rotação interna correspondia 1cm de limitação da adução horizontal passiva, que indica contratura posterior.

Estudo de Myers *et al*<sup>64</sup> relatou achados similares ao comparar arremessadores de beisebol que apresentavam impacto interno sintomático com arremessadores assintomáticos. Os grupos apresentaram diferenças significativas na amplitude de rotação interna e na contratura posterior do ombro, sem diferenças no ganho de rotação externa. Foi reconhecido que esta avaliação melhor representa uma contratura das estruturas posteriores do ombro do que isoladamente da cápsula posterior<sup>34,63,64,65</sup>. Laudner *et al*<sup>63</sup> concordam ser difícil isolar a cápsula posterior em aferições clínicas, e propõem que os achados se refiram à mobilidade das estruturas posteriores, incluindo cápsula, deltóide posterior, infra-espinhal, redondo menor e grande dorsal. Reportam moderada a boa correlação ( $r=0.72$ ) entre a medida da contratura posterior e a amplitude de rotação interna no ombro dominante de arremessadores de beisebol, e afirmam que “embora não se possa concluir irrefutavelmente que comparar a amplitude de rotação interna com o teste de

adução horizontal seja o padrão-ouro para avaliação da contratura posterior do ombro, vários pesquisadores<sup>30,33,34,47,50,66,67</sup> têm demonstrado associação entre estas características, que são atualmente as melhores fontes de comparação”. Nesse estudo a medida da adução horizontal é feita em decúbito dorsal, pois os autores julgam que o método de exame em decúbito lateral<sup>50</sup> pode ter menor acurácia. Os métodos de medida da contratura posterior em decúbito lateral e em decúbito dorsal foram comparados por Myers *et al*<sup>66</sup>, que concluíram que ambos têm boa acurácia, mas o último apresenta maior precisão.

Embora não seja objetivo desta dissertação a avaliação e validação do método de aferição da amplitude de rotação interna, considera-se fundamental aqui uma reflexão. Acredita-se que esta aferição, feita em decúbito dorsal com estabilização da escápula, exatamente como o método descrito<sup>48</sup>, deve fazer parte do exame ortopédico de rotina do ombro. É um método não invasivo, simples, sem riscos conhecidos, com boa acurácia, facilmente reproduzível, e sem custos adicionais. No nosso estudo, após a realização das medidas foram tiradas fotografias a fim de demonstrar visualmente as diferentes amplitudes de movimento. Embora o método de medida com o goniômetro não tenha precisão milimétrica, diferenças de 10 a 15° podem ser facilmente percebidas (Figuras 2–7). Wassinger *et al*<sup>68</sup> realizaram medidas de rotação interna e externa do ombro com um goniômetro e compararam com instrumento eletromagnético de medição que tem sido usado em trabalhos recentes. Referiram haver boa correlação entre ambos os métodos para aferição da rotação interna ( $r=0,854$ ), com expectativa de erro de aproximadamente 3°.

Independentemente de quais estruturas de partes moles estejam envolvidas, o desenvolvimento da contratura posterior do ombro com a subsequente



diminuição da amplitude de rotação interna tem sido associado por vários autores a alterações patológicas<sup>30,33,34,35,63,69,70,71</sup>, especialmente em atletas de arremesso. Dentro de espectro de arremesso estão sendo considerados todos os esportes que envolvem movimentos repetidos do membro superior sobre a cabeça (*overhead sports*), já que compartilham um padrão similar de movimento<sup>10,16</sup>. Essas alterações patológicas incluem desde lesões tipo SLAP<sup>30,70</sup>, até impacto interno patológico<sup>34</sup>, e lesões por impacto subacromial<sup>33,35,60,69</sup>.

Morgan<sup>30</sup> tratou artroscopicamente 124 arremessadores de beisebol com comprovadas lesões SLAP tipo II, segundo a classificação de Snyder<sup>27</sup>. Todos apresentavam significativo déficit de rotação interna no pré-operatório. O déficit médio foi de 53°, variando entre 25° e 80°. Kibler<sup>30</sup>, numa série de 38 pacientes com as mesmas características, também demonstrou déficit em todos os casos, com média de 33°.

Snyder<sup>72</sup> descreveu uma lesão específica da face intra-articular do manguito rotador, visível apenas através de artroscopia, e denominou-a "*partial articular supraspinatus tendon avulsion*" (PASTA). Esse tipo de lesão tem sido vista com frequência em atletas de arremesso. Também a partir de observações artroscópicas em pacientes com SLAP tipo II, Morgan *et al*<sup>73</sup> descreveram 3 subtipos baseados na localização (anterior, posterior, e combinado). Identificaram em 31% dos casos lesões associadas do manguito rotador, a maioria das quais tipo PASTA, relacionadas especificamente à localização do SLAP. Concluíram que este tipo de lesão parcial do manguito rotador pode ser secundária à lesão labral superior (SLAP). Além disso, associaram a ocorrência de certos subtipos de SLAP à alteração biomecânica na rotação do ombro que ocorre em atletas com contratatura das estruturas posteriores e déficit de rotação interna<sup>30,73</sup>. Essa alteração

biomecânica poderia aumentar o impacto interno normal descrito por Walch *et al*<sup>24</sup> e desencadear uma cascata de acontecimentos patológicos<sup>30,31,32</sup>.

A síndrome do impacto subacromial também foi associada à contratura posterior do ombro<sup>33,35,45,60,69</sup>. Bach e Goldberg<sup>35</sup> referem que tais sintomas ocorrem pois a contratura leva a um aumento da translação ântero-superior da cabeça umeral durante a flexão do ombro. Os autores sugerem tratamento conservador, enfatizando alongamentos com o objetivo de restaurar a amplitude normal de movimento. Estudos de Harryman *et al*<sup>69</sup> e de Tyler *et al*<sup>33</sup> reforçam essa associação entre a contratura posterior do ombro e a ocorrência de impacto subacromial.

A maioria dos estudos sobre as patologias do ombro tem sido realizada em atletas de competição ou em atletas sintomáticos. Um dos objetivos desta pesquisa foi detectar a prevalência do DRIG em praticantes recreativos de esportes que sejam assintomáticos em relação ao ombro, já que se acredita que essa alteração possa ser prevenida ou tratada em seus estágios iniciais. Tem-se percebido empiricamente um número crescente de tenistas que procuram o consultório referindo sintomas no ombro de frequência e intensidade que não chegam a impedir a prática esportiva, mas que os preocupam. Geralmente os pacientes queixam-se de dor insidiosa, de localização variável<sup>47</sup>, de intensidade leve a moderada, que ocorre apenas durante o movimento do saque e/ou *smash*, e que tende a surgir ou exacerbar-se após algumas horas de jogo. Nas fases iniciais não costuma haver sinais inflamatórios agudos nem sintomas típicos de instabilidade ou lesão do manguito rotador. Usualmente, os exames complementares de imagem também não demonstram alterações significativas. O achado quase universal nesses pacientes é a diminuição da amplitude de rotação interna glenoumeral se comparada com o ombro não dominante, amplitude que não parece ser limitada pela

dor e sim pelo encurtamento das partes moles com conseqüente alteração biomecânica. Além disso, esses pacientes podem apresentar graus variáveis de discinesia de escápula<sup>47</sup>. Quando esses pacientes já consultam com outras alterações devidas a dor e processo inflamatório secundário agudo, o déficit de rotação interna permanece mesmo após o tratamento desses sintomas. Queixas parecidas também têm sido observadas em nadadores.

Este quadro clínico remete-nos às descrições de Burkhart *et al*<sup>47</sup> a respeito dos variados graus de discinesia escapular encontrados em praticantes de esportes com movimentos repetidos do membro superior sobre a cabeça. O achado fundamental nestes atletas é o mau posicionamento assimétrico da escápula que ocorre no ombro dominante, que parece estar mais baixo que o outro ao exame físico. A partir destes e outros achados, os autores descreveram uma síndrome e denominaram-na “SICK Scapula” (*Scapular malposition, Inferior medial border proeminence, Coracoid pain and malposition, and dysKinesis of scapular movement*). Esta escápula mal posicionada em decorrência de desequilíbrios de forças musculares poderia estar associada a um amplo espectro de sintomas clínicos, sendo mais freqüentes a dor anterior e pósterio-superior. Entre outras coisas, este mau posicionamento deve-se à protração da escápula. Esta protração provoca angulação ântero-inferior do acrômio com conseqüente diminuição do espaço subacromial<sup>45,47</sup>. Freqüentemente percebe-se pequena limitação e dor no final da elevação do ombro, que tende a melhorar com a reposição manual da escápula à sua posição original (teste de retração escapular)<sup>74</sup>.

Alterações da mobilidade escapular e glenoumeral têm sido descritas em atletas assintomáticos<sup>34,38,50,52,71,75</sup>. Myers *et al*<sup>38</sup> demonstraram diferenças na posição e orientação da escápula comparando atletas de arremesso assintomáticos

com um grupo-controle de atletas não envolvidos em movimentos de repetição do ombro. Concluíram que certas adaptações podem ocorrer em atletas saudáveis. Estes achados estão de acordo com estudos<sup>18,52,71,75</sup> que têm demonstrado que quando a perda de rotação interna está acompanhada de semelhante ganho de rotação externa, o que ocorre na maioria dos arremessadores saudáveis, não costuma advir patologia. Parecem ser adaptações normais que ocorrem neste tipo de esporte. Wilk *et al*<sup>18</sup> sugerem que o arco total de movimento é semelhante em ambos os ombros de arremessadores de beisebol, sendo de aproximadamente 180° com variação de aproximadamente 5°. Burkhart e Morgan<sup>75</sup> referiram-se a isso como “regra dos 180°”: a cada grau perdido de rotação interna deve corresponder um grau ganho de rotação externa. A maioria dos trabalhos<sup>34,50</sup> concorda que o déficit de rotação presente em arremessadores assintomáticos varia entre 10 e 15°, geralmente acompanhado de ganho similar na rotação externa. Nos atletas sintomáticos, esse déficit costuma ser maior e exceder o ganho de rotação externa<sup>30,47</sup>.

A partir de que grau a diferença de amplitude entre os membros deixa de ser normal e passa a representar risco para lesões secundárias? Quando definiram o DRIG, Burkhart *et al*<sup>30</sup> observaram que os atletas sintomáticos usualmente apresentavam diferenças maiores do que 25° na amplitude de rotação interna entre os membros, e que a maioria deles (90%) respondia bem a um programa de alongamentos progressivos com o objetivo de reduzir esse déficit a um “nível aceitável”. Definiram nível aceitável como: “menos do que 20° ou menos do que 10% do arco total de movimento do ombro não dominante”.

Myers *et al*<sup>34</sup> reportaram déficit médio de 19,7° em arremessadores com impacto interno patológico, e Tyler *et al*<sup>33</sup> demonstraram déficit de quase 22° em

pacientes com impacto subacromial. Nos pacientes com SLAP, as diferenças foram ainda maiores<sup>30</sup>. Foi sugerido que o ombro com maior risco de desenvolver lesões é o que apresenta a combinação do DRIG com a discinesia escapular, combinação esta que modifica toda a biomecânica do arremesso e que coloca em risco tanto o *labrum* superior quanto a superfície articular do manguito rotador e a cápsula ântero-inferior<sup>31</sup>. O reconhecimento precoce do “ombro em risco” e a instituição de protocolos de alongamentos para aumentar a rotação interna e reforços para estabilização escapular têm-se mostrado muito efetivos em diminuir a incidência de lesões secundárias e evitar a necessidade de tratamento cirúrgico<sup>47</sup>.

Ellenbecker *et al*<sup>62</sup> mediram o arco total de movimento de arremessadores de beisebol e tenistas de elite assintomáticos. Encontraram diferenças entre a média no ombro dominante (149,1°) e não dominante (158,2°) nos tenistas, devido à perda da rotação interna não compensada pelo ganho da rotação externa. Não houve diferença entre os ombros dos jogadores de beisebol, mas a média no ombro dominante foi ainda menor que nos tenistas (145,7°).

No presente estudo, 9 indivíduos do grupo de nadadores (45%) e 9 do grupo de tenistas (42,8%) referiram praticar o esporte há mais de 10 anos. A média de idade dos pacientes deste estudo é maior do que da maioria dos trabalhos publicados, e o estudo foi realizado em praticantes amadores, com uma frequência de prática esportiva entre 2 e 4 vezes por semana. Embora muitos tivessem significativo DRIG, não apresentavam no momento do exame sintomas que lhes causassem desconforto ou limitassem a prática do esporte em questão. Permanece a dúvida se desenvolverão ou não patologia no futuro e quais os fatores determinantes. Estudo realizado em tenistas<sup>76</sup> sugere que a amplitude de rotação interna do ombro dominante diminui e a diferença entre os ombros (déficit de

rotação) aumenta, tanto com a idade quanto com o tempo de prática esportiva, sem que haja ganho equivalente de rotação externa. Homens e mulheres não apresentaram diferenças.

O tênis e a natação, mesmo com padrão similar de movimentos do ombro, apresentam diferenças evidentes<sup>40</sup>. O saque, no tênis, é um movimento de ação explosiva, com alta velocidade angular e menor número de repetições. Na natação os movimentos apresentam menor velocidade angular, com desaceleração mais lenta; entretanto, são realizados com muito maior frequência. Nenhum outro esporte com movimento característico acima da cabeça requer um número de repetições tão grande quanto a natação<sup>40</sup>. É lógico imaginar que possam surgir padrões diferentes de lesões secundárias específicos em cada esporte. São necessários estudos prospectivos para melhor esclarecimento.

Analisando-se as medidas observadas nos 4 indivíduos da amostra com dominância no membro superior esquerdo (2 controles, 1 tenista e 1 nadador), percebe-se que todos apresentaram mínimas diferenças na amplitude de rotação interna entre os membros, e sempre o membro não dominante apresentou amplitude menor do que a média de cada grupo (Anexo B). A maior diferença nesses casos foi de 10° (caso n° 5 – controle), e o membro não dominante apresentou menor amplitude que o dominante. Esse déficit invertido somente ocorreu em outro caso (n° 6 – controle), e foi de 2°, diferença esta que está dentro do espectro de imprecisão do método<sup>68</sup>. No nosso estudo, são apenas 4 casos de dominância à esquerda, sem valor estatístico, mas que nos fazem refletir. Parece que muitos desses indivíduos realizam várias atividades da vida diária com o membro superior direito. Ou porque foram ensinados assim ou porque necessitam adaptar-se à maioria dos objetos e utensílios, que são feitos para a maioria destra da população.

Poderia também o uso repetido do membro superior em atividades profissionais e da vida diária estar associado ao déficit de rotação interna, mesmo em indivíduos sedentários ou praticantes de outros tipos de esporte?

Já há evidência suficiente de que o alongamento sistemático das estruturas musculoligamentares posteriores do ombro pode prevenir e tratar o DRIG<sup>18,30,32,35,36,37,42,47</sup>, diminuindo a incidência de lesões secundárias. Também são fundamentais o reforço muscular do manguito rotador e dos músculos estabilizadores da escápula<sup>39,77,78</sup>, que devem ser adequados a cada esporte e a cada indivíduo.

Cools *et al*<sup>89</sup> detectaram diminuição da força do serrátil anterior, importante estabilizador da escápula, ao comparar ambos os membros de arremessadores com sintomas de impacto, e também ao compará-los com arremessadores assintomáticos. Questionam se essa diminuição de força é um fenômeno primário, que predispõe o atleta à lesão, ou se ocorre secundariamente como resultado da dor. Outros estudos<sup>77,78</sup> têm sugerido que a diminuição de força do serrátil anterior é acompanhada por hiperatividade do trapézio superior, indicando mais um desequilíbrio de forças do que propriamente uma diminuição global da força dos músculos escapulares. A partir desses conhecimentos, Cools *et al*<sup>79</sup> estudaram vários tipos de exercícios utilizados para reforço muscular do trapézio, e concluíram que alguns são mais indicados que outros pois promovem ativação do trapézio inferior e médio com mínima atividade do trapézio superior.

Schucker<sup>42</sup> apresentou estudo em abril de 2007 comparando 3 tipos diferentes de alongamentos de partes moles com o objetivo de aumentar a amplitude de rotação interna glenoumeral e diminuir a contratatura posterior do ombro. O estudo foi realizado em 15 arremessadores de beisebol universitários

assintomáticos. A amplitude de rotação e a contratura posterior do ombro foram medidas antes e logo após as sessões de alongamentos (3 repetições de 30 segundos), e todos os tipos de alongamentos foram igualmente eficazes em aumentar a amplitude de rotação interna e diminuir a contratura posterior. Lintner *et al*<sup>80</sup> analisaram mais de 80 arremessadores profissionais de beisebol. Os arremessadores com 3 ou mais anos de envolvimento num programa regular de alongamentos apresentaram maior amplitude de rotação interna (74,3° x 54,3°) e do arco total de rotação, se comparados aos que realizavam alongamentos regulares há menos de 3 anos. Concluíram que, se o aumento da rotação externa comum nos arremessadores pode ser atribuído a adaptações ósseas, o déficit de rotação interna é causado por adaptações de partes moles que podem ser prevenidas e tratadas através da participação consistente em programas de alongamento focados na rotação interna.

Afora a relevância evidente na prevenção e tratamento de lesões em atletas, se forem identificadas atividades profissionais e mesmo movimentos repetidos da vida diária que possam estar associados ao surgimento de um déficit significativo de rotação interna, o impacto socioeconômico pode ser imenso. A experiência clínica tem sugerido que certos profissionais que utilizam repetidamente e de forma assimétrica os membros superiores, como usuários de computador, dentistas, e outros, podem desenvolver alterações desse tipo, associadas ou não a discinesia escapular. Faltam estudos para detectar esta prevalência. Com o aumento gradual da expectativa de vida da população espera-se um aumento das lesões degenerativas em geral. A detecção precoce de uma alteração reversível que possa estar associada a lesões secundárias no manguito rotador por si só já traria enorme impacto na ortopedia preventiva.



Ainda há várias questões a responder. São necessários estudos prospectivos comparando métodos diferentes de alongamento, frequência e número de repetições necessárias para se obter resultado. Estes protocolos possivelmente sejam diferentes para tratar déficits já estabelecidos do que para preveni-los. Fatores emocionais são importantes. Atletas de competição usualmente têm motivações diferentes dos demais indivíduos, além de uma rotina de treinamentos com acompanhamento de treinadores e fisioterapeutas. Além da eficácia dos exercícios de alongamento, é fundamental estudar-se a adesão de atletas recreacionais e de indivíduos não atletas a programas de prevenção e tratamento quando o sintoma pouco os limita.

Apesar das dúvidas ainda existentes e da necessidade da realização de estudos controlados para que se tenha maior nível de evidência científica, a maioria dos estudos já realizados indica associação entre o DRIG e o surgimento de lesões secundárias no ombro de praticantes de esportes de arremesso. Além disso, sugere que a prevenção e o tratamento desse déficit possam ser realizados de maneira simples e eficaz.

## **7 CONCLUSÕES**

## 7 CONCLUSÕES

- 1- O membro dominante apresentou menor amplitude de rotação interna glenoumeral do que o não dominante em todos os grupos, sendo o déficit dos tenistas cerca de duas vezes maior do que o dos nadadores.
- 2- O déficit médio entre os membros no grupo controle foi menor do que 5°.
- 3- Todos os grupos apresentaram diferenças se comparados os membros dominantes entre si. Os tenistas apresentaram a menor amplitude de rotação interna seguidos pelos nadadores.
- 4- Comparando-se os membros não dominantes, não houve diferenças entre tenistas e nadadores, e ambos apresentaram menor amplitude que o grupo controle.

## **8 REFERÊNCIAS**

## 8 REFERÊNCIAS

1. Lipitt S, Matsen F. Mechanisms of glenohumeral joint stability. *Clin Orthop* 1993;291:20-8.
2. Bigliani LU, Kelkar R, Flatow EL, Pollock RG, Mow VC. Glenohumeral stability: biomechanical properties of passive and active stabilizers. *Clin Orthop* 1996;330:13-30.
3. Curl LA, Warren, RF. Glenohumeral joint stability: selective cutting studies on the static capsular restraints. *Clin Orthop* 1996;330:54-65.
4. Arroyo JS, Hershon SJ, Bigliani LU. Special considerations in the athletic throwing shoulder. *Orthop Clin North Am* 1997;28:69-78.
5. Meislin RJ, Sperling JW, Stitik TP. Persistent shoulder pain: epidemiology, pathophysiology, and diagnosis. *Am J Orthop* 2005;34(12 Suppl):5-9.
6. Urwin M, Simmons D, Allison T, Brammah T, Busby H, Roxby M et al. Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation. *Ann Rheum Dis* 1998;57:649-55.
7. Luime JJ, Koes BW, Hendriksen IJM, Burdorf A, Verhagen AP, Miedema HS, et al. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol* 2004;33:73-81.
8. Cohen M, Abdalla RJ, Ejnisman B, Schubert S, Lopes AD, Mano KS. Incidência de dor no ombro em nadadores brasileiros de elite. *Rev Bras Ortop* 1998; 33:930-2.
9. Kvitne RS, Jobe FW. The diagnosis and treatment of anterior instability in the throwing athlete. *Clin Orthop* 1993;291:107-23.
10. Jobe CM. Posterior superior glenoid impingement: Expanded spectrum. *Arthroscopy* 1995;11:530-6.
11. Bigliani LU, Pollock RG, Soslowsky LJ, Flatow EL, Pawluk RJ, Mow VC. Tensile properties of the inferior glenohumeral ligament. *J Orthop Res* 1992;10: 187-97.
12. Kibler WB. Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clin Sports Med* 1995;14:79-85.
13. Hawkins RJ, Angelo RL. Glenohumeral osteoarthritis: a late complication of the Putti-Platt repair. *J Bone Joint Surg (Am)* 1990;72:1193-7.
14. Bigliani LU, Weinstein DM, Glasgow MT, Pollock RG, Flatow EL. Glenohumeral arthroplasty for arthritis after instability surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 1995;4:87-94.
15. Lazarus MD, Harryman II DT. Complications of open anterior stabilization of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg* 2000;8:122-32.

16. Van der Hoeven H, Kibler WB. Shoulder injuries in tennis players. *Br J Sports Med* 2006;40:435-40.
17. Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, Askeland TI, Bahr R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med* 2006;40: 594-600.
18. Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts on the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med* 2002;30:136-51.
19. Kibler WB, Safran M. Tennis injuries. *Med Sport Sci* 2005;48:120-37.
20. Paterson PD, Waters PM. Shoulder injuries in the childhood athlete. *Clin Sports Med* 2000;19:681-92.
21. McMaster WC, Troup J. A survey of interfering shoulder pain in United States competitive swimmers. *Am J Sports Med* 1993;21:67-70.
22. Neer CS II. Impingement lesions. *Clin Orthop* 1983;173:70-7.
23. Bigliani LU, Morrison D, April, EW. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 1986;10:228.
24. Walch G, Boileau J, Noel E, et al. Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterior superior glenoid rim: an arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg* 1992;1:238-43.
25. Jobe FW, Giangarra CE, Kvitne RS, Glousman R. Anterior capsulolabral reconstruction of the shoulder in athletes in overhead sports. *Am J Sports Med* 1991;19:428-34.
26. Andrews JR, Carson W Jr, McLeod W. Glenoid labrum tears related to the long head of the biceps. *Am J Sports Med* 1985;13:337-41.
27. Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesion of the shoulder. *Arthroscopy* 1990;6:274-9.
28. Rubenstein DL, Jobe FW, Glousman RE et al. Anterior capsulolabral reconstruction of the shoulder in athletes. *J Shoulder Elbow Surg* 1992; 1:229-37.
29. Garth WP, Allman FL, Armstrong NS. Occult anterior subluxation of the shoulder. *Am J Sports Med*. 1987;15:579-85.
30. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler, WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 2003;19:404-20.
31. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. Shoulder injuries in overhead athletes. *Clin Sports Med* 2000;19:125-58.
32. Morgan CD. The thrower's shoulder. Two perspectives. In: McGinty JB et al, eds. *Operative arthroscopy*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams; 2003. p. 570-84.

33. Tyler TF, Nicholas SJ, Roy T, Gleim GW. Quantification of posterior capsular tightness and motion loss in patients with shoulder impingement. *Am J Sports Med* 2000;28:668-73.
34. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Glenohumeral range of motion deficit and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med* 2006;34:385-91.
35. Bach HG, Goldberg BA. Posterior capsular contracture of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:265-77.
36. Verna C. Shoulder flexibility to reduce impingement. Presented at the 3<sup>rd</sup> Annual PBATS (Professional Baseball Athletic Trainer Society) Meeting; 1991; Mesa, AZ
37. Kibler WB. The relationship of glenohumeral internal rotation deficit to shoulder and elbow injuries in tennis players: a prospective evaluation of posterior capsular stretching. Presented at the Annual Closed Meeting of the American Shoulder and Elbow Surgeons; Nov 6, 1998; New York, NY.
38. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Scapular position and orientation in throwing athletes. *Am J Sports Med* 2005;33: 263-71.
39. Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, Danneels LA. Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. *J Athl Train* 2005;40:104-10.
40. Oyama S. Profiling physical characteristics of the swimmer's shoulder: comparison to baseball pitchers and non-overhead athletes [thesis]. Pittsburgh (PE): University of Pittsburgh; 2006.
41. Ricci RD. Measurement of shoulder joint strenght and mobility in common collegiate aged overhead athletes [thesis]. Pittsburgh (PE): University of Pittsburg; 2006.
42. Schucker CP. Evaluation of three on-the-field non-assisted posterior shoulder stretches in collegiate baseball pitchers [thesis]. Pittsburgh (PE): University of Pittsburgh; 2007.
43. Sanders TG, Miller MD. A Systematic aproach to Magnetic Resonance Imaging interpretation of sports medicine injuries of the shoulder. *Am J Sports Med* 2005;33:1088-105.
44. Giaroli EL, Major NM, Higgins LD. MRI of internal impingement of the shoulder. *AJR* 2005;185:925-9.
45. Solem-Bertoft E, Thuomas KA, Westerberg CE. The influence of scapular retraction and protraction on the width of the subacromial space. An MRI study. *Clin Orthop* 1993;296:99-103.
46. Tuite M, Petersen B, Wise S, Fine J, Kaplan L, Orwin J. Shoulder MR arthrography of the posterior labrocapsular complex in overhead thrower with

pathologic internal impingement and internal rotation deficit. *Skeletal Radiol* 2007; 36:495-502.

47. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part III: the SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*. 2003;19:641-61.

48. Norkin C, White D. Measurement of joint motion: A guide do goniometry. 2nd ed. Philadelphia (PA): F.A. Davis Company; 1995.

49. Boone, DC, Azen SP. Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg (Am)* 1979;61:756-9.

50. Tyler TF, Roy T, Nicholas SJ, Gleim GW. Reliability and validity of a new method of measuring posterior shoulder tightness. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999;29:262-9; discussion 270-4.

51. Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, Levine WN, Littlefield MA, Hershon SJ. Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *Am J Sports Med* 1997;25:609-13.

52. Ellenbecker TS, Roetert EP, Bailie DS, Davies GJ, Brown SW. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:2052-6.

53. Bak K, Magnusson SP. Shoulder strenght and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *Am J Sports Med* 1997;25:454-59.

54. Beach ML, Whitney SL, Dickoff-Hoffman AS. Relationship of shoulder flexibility, strength and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *J Orthop Sports Phys Ther* 1992;16:262-8.

55. Burkhart SS. Reconciling the paradox of rotator cuff repair versus debridement: a unified biomechanical rationale for the treatment of rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1994;10:4-19.

56. Barnes CJ, Van Steyn SJ, Fischer RA. The effects of age, sex, and shoulder dominance on range of motion of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10:242-6.

57. Kibler WB, Chandler TJ, Livingston BP et al. Shoulder rotation in elite tennis players – effect of age and tournament play. *Am J Sports Med* 1996;24: 279-85.

58. Ginn KA, Cohen ML, Herbert RD. Does hand-behind-back range of motion accurately reflect shoulder internal rotation range of motion? *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:311-4.

59. Wakabayashi I, Itoi E, Minagawa H, Kobayashi M, Seki N, Shimada Y, et al. Does reaching the back reflect the actual internal rotation of the shoulder? *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:306-10.



60. Ticker JB, Beim GM, Warner JJ. Recognition and treatment of refractory posterior capsule contracture of the shoulder. *Arthroscopy* 2000;16:27-34.
61. Boon AJ, Smith J. Manual scapular stabilization: its effect on shoulder rotational range of motion. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:978-83.
62. Pappas AM, Zawacki RM, McCarthy CF. Rehabilitation of the pitching shoulder. *Am J Sports Med* 1985;13:223-35.
63. Laudner KG, Stanek JM, Meister K. Assessing posterior shoulder contracture: the reliability and validity of measuring glenohumeral joint horizontal adduction. *J Athl Train* 2006;41:375-80.
64. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech* 2003;18:369-79.
65. Borsa PA, Wilk KE, Jacobson JA, Scibek JS, Dover GC, Reinold MM, et al. Correlation of range of motion and glenohumeral translation in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med* 2005;33:1392-9.
66. Myers JB, Oyama S, Wassinger CA, Ricci RD, Abt JP, Conley KM, et al. Reliability, precision, accuracy, and validity of posterior shoulder tightness assessment in overhead athletes. *Am J Sports Med* 2007;35:1922-30.
67. Warner JJ, Allen AA, Marks PH, Wong P. Arthroscopic release of post-operative capsular contracture of the shoulder. *J Bone Joint Surg (Am)* 1997; 79:1151-8.
68. Wassinger CA, Myers JB, Oyama S, Ricci RD, Jolly JT, Lephart SM. Reliability and precision of measuring humeral rotation range of motion with a goniometer. Presented at: American College of Sports Medicine Annual Conference; May 3, 2006; Denver, CO.
69. Harryman DT, Sidles JA, Clark JM. Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion. *J Bone Joint Surg (Am)* 1990;72: 1334-43.
70. Grossman MG, Tibone JE, McGarry MH, Schneider DJ, Veneziani S, Lee TQ. A cadaveric model of the throwing shoulder: a possible etiology of superior labrum anterior-to-posterior lesions. *J Bone Joint Surg (Am)* 2005;87:824-31.
71. Downar JM, Sauers EL. Clinical measures of shoulder mobility in the professional baseball player. *J Athl Train* 2005;40:23-9.
72. Snyder SJ, Pachelli AF, DePizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears: results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy* 1991;7:1-7.
73. Morgan CD, Burkhart SS, Palmeri M, Gillespie M. Type II SLAP lesions: three subtypes and their relationship to superior instability and rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1998;14:553-65.
74. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med* 1998;26:325-37.

75. Burkhart SS, Morgan CD. SLAP lesions in the overhead athlete. *Orthop Clin North Am* 2001;32:331-41.
76. Kibler WB, McMullen J. Scapular dyskinesia and its relations to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:142-51.
77. Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, Meschke SA, Rundquist PJ. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med* 2004;32:484-93.
78. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, Mahieu NN, Witvrouw EE. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports* 2007;17:25-33.
79. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe? *Am J Sports Med* 2007;35:1744-51.
80. Lintner D, Mayol M, Uzodinma O, Jones R, Lobossiere D. Glenohumeral internal rotation deficits in professional pitchers enrolled in an internal rotation stretching program. *Am J Sports Med* 2007;35:617-21.

---

**ANEXOS**

---

**ANEXO A**

## QUESTIONÁRIO

- 1- Qual a frequência da sua prática esportiva (em dias por semana)?
- 2- Há quanto tempo você pratica este esporte (em meses ou anos)?
- 3- Você necessita analgésicos para dor no ombro após a prática esportiva?
  - 3.1 Com que frequência?
- 4- Você deixou de praticar este esporte alguma vez nos últimos 3 meses por sentir dor no ombro?
  - 4.1 Quantas vezes?
- 5- Você tem alguma atividade profissional ou domiciliar que exija o uso frequente dos membros superiores?
  - 5.1 Qual?
  - 5.2 O uso de ambos os membros superiores é simétrico? (se a atividade for computador, qual membro maneja o *mouse*)?
- 6- Qual é o seu membro dominante?
- 7- Com que frequência você realiza alongamentos para a musculatura posterior do ombro?
  - a) nunca
  - b) às vezes quando pratica o esporte
  - c) sempre que pratica o esporte
  - d) diariamente
- 8- Sua respiração é predominantemente: (apenas para nadadores)
  - a) unilateral
  - b) bilateral

Nome:

Idade:

## ANEXO B – TABELA DE DADOS DOS INDIVÍDUOS

Número	Grupo	Idade	Freq.	Início	Dom.	Along.	Resp.	Rot. Int. E	Rot. Int. D	Def. Rot. int.
1	Controle	33	-	-	D	a	-	72	72	0
2	Controle	43	-	-	D	b	-	78	60	18
3	Controle	32	-	-	D	c	-	78	62	16
4	Controle	45	-	-	D	a	-	78	70	8
5	Controle	54	-	-	E	d	-	78	68	-10
6	Controle	30	-	-	D	a	-	70	72	-2
7	Controle	41	-	-	D	b	-	75	65	10
8	Controle	48	-	-	D	c	-	84	84	0
9	Controle	34	-	-	D	c	-	80	75	5
10	Controle	54	-	-	D	a	-	85	80	5
11	Controle	48	-	-	D	c	-	78	74	4
12	Controle	37	-	-	E	c	-	60	62	2
13	Controle	33	-	-	D	c	-	72	64	8
14	Natação	39	3	20	D	c	bilat	64	42	22
15	Natação	30	3	2	D	c	unilat	72	52	20
16	Natação	38	3	20	D	c	bilat	45	38	7
17	Natação	57	3	15	D	b	unilat	62	48	14
18	Natação	41	3	15	D	b	unilat	62	52	10
19	Natação	50	3	15	D	c	bilat	62	52	10
20	Natação	45	3	4	D	c	bilat	60	48	12
21	Natação	39	3	2	D	c	unilat	75	55	20
22	Natação	38	3	5	D	d	bilat	82	82	0
23	Natação	30	3	2	D	c	unilat	68	42	26
24	Natação	40	3	15	D	c	unilat	52	42	10
25	Natação	44	2	9	D	c	unilat	72	65	7
26	Natação	30	3	2	D	c	bilat	58	48	10
27	Natação	48	2	15	D	a	bilat	68	48	20
28	Natação	36	3	19	D	c	unilat	68	62	6
29	Natação	34	3	3	E	c	unilat	50	58	8
30	Natação	33	3	5	D	a	bilat	68	62	6
31	Natação	30	3	5	D	b	unilat	68	62	6
32	Natação	44	4	6	D	d	bilat	68	50	18
33	Natação	32	4	15	D	b	unilat	60	52	8
34	Tênis	57	3	15	D	b	-	72	48	24

35	Tênis	55	3	18	D	c	-	76	56	20
36	Tênis	42	2	4	D	b	-	75	40	35
37	Tênis	53	4	28	D	c	-	72	52	20
38	Tênis	58	3	20	D	c	-	72	40	32
39	Tênis	45	4	6	D	c	-	46	30	16
40	Tênis	53	4	30	E	c	-	45	45	0
41	Tênis	45	4	4	D	c	-	68	45	23
42	Tênis	56	4	40	D	c	-	60	30	30
43	Tênis	46	3	23	D	b	-	70	50	20
44	Tênis	40	3	8	D	b	-	60	32	28
45	Tênis	40	4	6	D	b	-	72	52	20
46	Tênis	35	4	9	D	b	-	72	44	28
47	Tênis	33	4	2	D	c	-	70	50	20
48	Tênis	46	4	20	D	c	-	62	42	20
49	Tênis	46	3	5	D	b	-	58	44	14
50	Tênis	50	2	12	D	a	-	52	30	22
51	Tênis	32	4	5	D	b	-	68	36	32
52	Tênis	43	2	6	D	c	-	82	48	34
53	Tênis	44	2	3	D	c	-	70	42	28
54	Tênis	53	2	8	D	c	-	80	44	36

Freq: frequência da prática esportiva (dias por semana); Início: tempo de início do esporte (anos); Dom: membro dominante; Along: alongamento (letra de resposta ao questionário); Rot. interna E: amplitude de rotação interna glenoumeral esquerda (graus) ; Rot. interna D: amplitude de rotação interna glenoumeral direita; Resp: tipo de respiração na natação; Unilat: unilateral; Bilat: bilateral

---

---

**ARTIGO EM INGLÊS**

---

---

**MEASUREMENT OF GLENOHUMERAL INTERNAL ROTATION IN  
ASYMPTOMATIC TENNIS PLAYERS AND SWIMMERS**

**Renato Rangel Torres, MD;<sup>1</sup> João Luiz Ellera Gomes, MD, PhD<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Graduate Program in Surgery, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brazil.

<sup>2</sup> School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brazil. Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, Brazil.

**Corresponding author:**

Renato Rangel Torres

Rua Marquês do Pombal, 250/301

CEP 90540-000 – Porto Alegre, RS, Brazil

Phone: +55 (51) 9122-5671

Fax: +55 (51) 3012-4370



## ABSTRACT

**Background:** Glenohumeral internal rotation deficit, often diagnosed in players of overhead sports, has been associated with the development of secondary shoulder pathologies.

**Hypothesis:** Asymptomatic players of different overhead sports will exhibit variable degrees of glenohumeral internal rotation deficit.

**Study design:** Cross-sectional study; Level of evidence, 3.

**Methods:** Fifty-four asymptomatic male volunteers (108 shoulders) divided in 3 groups (tennis players, swimmers, control group) underwent measurements of glenohumeral internal rotation using clinical examination with scapular stabilization. Measurements of dominant and nondominant shoulders were compared within and between groups.

**Results:** In tennis players, mean deficit was  $23.9^{\circ} \pm 8.4^{\circ}$  ( $P < 0.001$ ); in swimmers,  $12^{\circ} \pm 6.8^{\circ}$  ( $P < 0.001$ ); and in the control group,  $4.9^{\circ} \pm 7.4^{\circ}$  ( $P = 0.035$ ). Dominant shoulders showed significant difference between all groups, and the deficit of the group of tennis players in comparison with the control group ( $27.6^{\circ}$ ;  $P < 0.001$ ) was greater than the deficit found in the group of swimmers ( $17.9^{\circ}$ ;  $P < 0.001$ ); between tennis players and swimmers, the deficit was  $9.7^{\circ}$  ( $P = 0.002$ ).

**Conclusions:** Dominant limbs showed less glenohumeral internal rotation than the nondominant limbs in all groups, being the deficit in the group of tennis players about twice the deficit found for swimmers. Mean difference between limbs in the control group was less than  $5^{\circ}$ , which is within normal parameters according to most studies. There were statistically significant differences between all groups when dominant shoulders were compared to each other. Tennis players had the least range of motion, followed by swimmers.

**Keywords:** Shoulder, glenohumeral internal rotation deficit (GIRD), tennis players, swimmers.

## INTRODUCTION

The shoulder is a joint complex of great mobility, and its static and dynamic stability depends on the synchronized action of rotator cuff muscles and capsuloligamentous structures.<sup>6,14,20</sup> The demands on these structures are even higher during the practice of sports such as tennis, volleyball, baseball and swimming. Although these sports have different characteristics, they show similar movement patterns and submit the shoulder and the upper limb to repeated overhead movements (overhead sports).<sup>1,22</sup>

The most common lesions in young tennis players are associated with repetitive microtrauma. Most upper limb lesions affect the shoulder, at an incidence that ranges from 25 to 45.7%.<sup>25</sup> Although some logical inferences may be drawn, no studies have consistently evaluated the long-term effects of tennis playing.<sup>25</sup> The prevalence of shoulder pain in competitive swimmers was estimated by McMaster and Troup<sup>29</sup> at about 10 to 26%, growing with the duration (number of years) of sports practice.

Jobe<sup>20</sup> suggested that the inferior glenohumeral ligament might undergo progressive stretching in overhead sports players. Those findings led to the recommendation of surgery for anterior instability in athletes, with unpredictable results.<sup>17,21,40</sup> Burkhart et al<sup>10</sup> proposed that the essential lesion that affects these athletes is an acquired loss of internal rotation resulting from tightness of the posteroinferior capsule. They called it glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) and defined it as “the loss in degrees of glenohumeral internal rotation of the dominant shoulder compared with the nondominant shoulder”.<sup>10</sup> They believed that there was no true instability, and that the focus of treatment should not be instability.

Since then, two schools of thought have coexisted. One suggests that acquired anterior instability after repetitive microtrauma is the cause of the biomechanical modification in the throwing shoulder.<sup>20</sup> The other suggests that the primary change is GIRD, which may cause other secondary changes.<sup>10</sup> The latter has gained acceptance based on recent studies.<sup>2,9,31,34,44</sup>

Most studies of the shoulders of overhead sports players were conducted with baseball throwers.<sup>10,33,48</sup> Few studies have been conducted with athletes that share this movement, but that differ in other aspects, such as tennis players, volleyball players, or swimmers.<sup>13,37,39</sup> Moreover, several questions remain unanswered. Do asymptomatic athletes also have GIRD? Will recreational sports players develop the same deficit? If they do, will it cause shoulder symptoms and pathologies? At how many degrees does deficit become clinically relevant? What is the correlation between frequency and intensity of sports practice, and the time to occurrence of alterations in range of motion? Will similar sports, but with some fundamental differences, lead to the same degree of loss? What is the best treatment for established deficit? Are certain occupations and repetitive daily motions also associated with rotational deficits in non-athletes?

The prevention and treatment of GIRD seem to be promising, simple, inexpensive and with minimum risks.<sup>10,11,23,46</sup> However, as this deficit are asymptomatic initially, first we need to detect in which populations it is more prevalent, so that prevention and treatment may be effective. Trying to identify these populations, the objective of this study was to measure and compare glenohumeral internal rotation range of motion in asymptomatic tennis players and swimmers.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Population and sample**

The sample was composed of 54 healthy volunteers recruited in the local community. Participants were divided in 3 groups: tennis players (n = 21), swimmers (n = 20), and control group (n = 13).

Both shoulders were examined in all participants, which totaled 108 measurements. To ensure that players were the closest possible to the population standard, criteria for the duration and frequency of sports practice were determined to exclude both infrequent and professional players. Participants in the control group were active and able individuals that either did not practice any sports or practiced sports other than overhead sports. Inclusion criteria were: male sex; age from 30 to 60 years; recreational swimmers and tennis players; practice of specific sports 2 to 4 times a week for at least one year. Mean duration of each sports practice should not be longer than 2 hours each time. Individuals in the control group had similar characteristics, but they did not practice nor had ever practiced tennis or swimming regularly. Individuals with any of the following characteristics were excluded from the study: pain or symptoms that limited sports practice or daily activities in the last 3 months; previous fracture, luxation or surgery in the shoulders; continuous use of analgesic or anti-inflammatory drugs, muscle relaxants or benzodiazepine; to practice either tennis or swimming as a professional player; to have a household or professional activity that required the continuous use of the upper limbs for more than a mean 2 hours/day; to play or have played basketball, volleyball, baseball or any other sports that required the repeated use of the upper limbs; any important walking disability or difficulty in the performance of activities of daily living.

Data were collected between March and September 2007. Sample selection and data collection were made in places where players practiced sports: tennis players at a local sports club (SOGIPA, Porto Alegre, Brazil) and swimmers at a local swimming school (Raiasul, Porto Alegre, Brazil). Subjects for the control group were selected among patients and their relatives in the private office of one of the authors (RRT), and were examined in the same place. Sampling was consecutive.

## **Procedures**

The purposes of the study and the technique of examination were explained to the participants, and those who accepted to participate signed a free and informed consent term. This study was approved by the Scientific Committee and the Committee on Ethics and Research in Health of the Research and Graduation Group of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil. None of men that met inclusion criteria refused to participate. Participants in the tennis player and swimmer groups were examined while lying on a standard examination table in a room close to the courts and pool where they practiced. Participants in the control group were examined while lying on a standard examination table in the office of one of the authors, as described above.

All participants were examined once at rest without having practiced any sports in the previous hour. All measurements were made by a single examiner (RRT) and one assistant, who placed the goniometer in the position determined by the examiner and helped during photo-taking. The assistant changed, and did not give any opinion about measurements. Internal rotation range of motion of the left shoulder was measured first, regardless of what the dominant limb was.

Measurements were all made in degrees (unit of angle measurement). The examiner was blinded to which the participant's dominant limb was before measurements.

For assessments of glenohumeral internal rotation, subjects lay supine with their shoulder in 90° of abduction in the plane of the body, and the elbow at 90° of flexion. The examiner stabilized the scapula by applying mild pressure to its anterior aspect. With the other hand, the examiner rotated the shoulder internally to its maximal point [starting position (0°) considered with the forearm perpendicular to the floor]. In this position of maximum internal rotation, the assistant placed the goniometer with the stationary arm parallel to the floor, and the mobile arm in alignment with the forearm starting at the olecranon. The examiner then measured the angle of glenohumeral internal rotation achieved in each shoulder. The GIRD was the difference between the internal rotation of the nondominant and the dominant shoulder. This technique was described by Norkin and White<sup>36</sup> and used by Burkhart et al<sup>10</sup> in the study in which they defined GIRD. There were no complaints of pain, discomfort or any other immediate complication during measurements.

To demonstrate the method, photographs were taken of the shoulders at the point of glenohumeral maximum internal rotation (Figure 1). Participants did not undergo radiographic studies or any other examinations. After measurements were made and photographs were taken, the participants answered a questionnaire for complementary information on their specific sports practice, such as the frequency of the practice, how long they have been practicing, the necessity of the use of analgesics, the use of the upper limbs in other activities, and the frequency of stretching of posterior structures of the shoulder. In this questionnaire, they also provided the information about which their dominant limb was. Dominant limb was

defined as the limb used to perform most activities of daily living, particularly writing and eating.



Figure 1 – Glenohumeral internal rotation of 75°

### **Statistical analysis**

Data were described as means and standard deviations (SD). The Student *t* test was used to compare means between dominant and nondominant limbs within each group. Analysis of variance (ANOVA), followed by the Tukey test, was used for the comparisons between groups. A model of analysis of covariance (ANCOVA) was used to adjust for the potentially confounding effects of age and sports practice duration. The level of significance was set at 5%, and statistical power at 90%. The Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 12 was used to analyze data.

## RESULTS

The baseline characteristics observed in each participant of the study are compared in Table 1.

Table 1 – Comparison of baseline characteristics between controls, swimmers and tennis players\*

Characteristic	Controls n=13	Swimmers n=20	Tennis players n=21	<i>P</i> <sup>†</sup>
Age (years)	40.9±8.4	38.9±7.5	46.3±7.7	0.01
Practice frequency (days/week)	–	3.0±0.5	3.2±0.8	0.27
Practice duration (years)	–	9.7±6.7	13.0±10.5	0.25

\* Data are presented as mean±standard deviation.

<sup>†</sup> Statistical significance of analysis of variance or Student *t* test.

The groups of swimmers and tennis players did not differ significantly in frequency of sports practice (days/week) or practice duration (years). There was a significant difference in participant ages between the groups of swimmers and tennis players, but not between these groups and the control group (Table 1). Because of that, measurements of glenohumeral internal rotation range of motion were adjusted using a model of analysis of covariance (ANCOVA), and the initial differences remained significant in the final analysis. This finding indicated that there was no evidence that the differences found in our study were due to participants' age differences.

No participant reported the use of analgesics for shoulder pain after sports practice, and no one had to discontinue practicing sports at any time because of shoulder pain in the last 3 months.



First, dominant and nondominant shoulders were compared within each group. In the control group, mean glenohumeral internal rotation in the dominant limb was  $70.5^\circ \pm 7.8^\circ$ , and in the nondominant limb,  $75.4^\circ \pm 6.5^\circ$ . The difference between means was  $-4.9^\circ \pm 7.4^\circ$  (95% CI:  $-9.4^\circ$  to  $-0.4^\circ$ ;  $P=0.035$ ) (Figure 2).

In the group of swimmers, the mean value for the dominant limb was  $52.6^\circ \pm 10.1^\circ$ , and for the nondominant limb,  $64.6^\circ \pm 8.2^\circ$ . The difference between means was  $-12.0^\circ \pm 6.8^\circ$  (95% CI:  $-15.2^\circ$  to  $-8.8^\circ$ ;  $P < 0.001$ ) (Figure 2).

In the group of tennis players, the mean value for the dominant limb was  $42.9^\circ \pm 7.7^\circ$ , and for the nondominant limb,  $66.8^\circ \pm 10.1^\circ$ . The difference between means was  $-23.9^\circ \pm 8.4^\circ$  (95% CI:  $-27.7^\circ$  to  $-20.1^\circ$ ;  $P < 0.001$ ) (Figure 2).

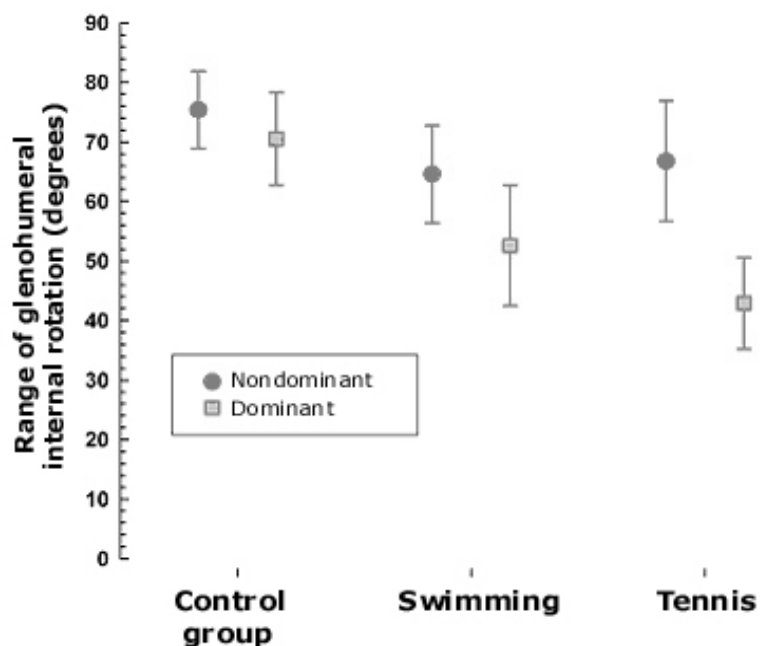


Figure 2 – Graph with means and standard errors of glenohumeral internal rotation measures (degrees) of dominant and nondominant limbs between controls, swimmers and tennis players

After this initial analysis, the results for the dominant and nondominant limbs were compared between groups. The comparison of results of internal rotation range of motion for the dominant limb showed a statistically significant difference between all groups (Table 2).

Table 2 – Comparison of glenohumeral internal rotation range of motion (degrees) of the dominant limb between controls, swimmers and tennis players

Group	mean±SD	n	Group	mean±SD	n	Dif.	95%CI	<i>P</i> *
control	70.5±7.8	13	swimmers	52.6±10.1	20	17.9	10.4 to 25.3	<0.001
control	70.5±7.8	13	tennis players	42.9±7.7	21	27.6	20.2 to 35.0	<0,001
swimmers	52.6±10.1	20	tennis players	42.9±7.7	21	9.7	3.2 to 16.3	0.002

CI = Confidence interval; Dif. = Difference between means; SD = Standard deviation.

\* *P* Statistical significance of Tukey test after one-way analysis of variance.

The comparison of nondominant limbs between groups revealed a statistically significant difference between controls and swimmers ( $P = 0.003$ ) and between controls and tennis players ( $P = 0.0018$ ), but with no significant differences between swimmers and tennis players ( $P = 0.706$ ) (Table 3).

Table 3 – Comparison of glenohumeral internal rotation range of motion (degrees) of the nondominant limb between controls, swimmers and tennis players

Group	mean±SD	n	Group	mean±SD	n	Dif.	95%CI	<i>P</i> *
control	75.4±6.5	13	swimmers	64.6±8.2	20	10.8	3.3 to 18.2	0.003
control	75.4±6.5	13	tennis players	66.8±10.1	21	8.6	1.2 to 16.0	0.018
swimmers	64.6±8.2	20	tennis players	66.8±10.1	21	-2.2	-8.7 to 4.4	0.706

CI = Confidence interval; Dif. = Difference between means; SD = Standard deviation.

\**P* Statistical significance of Tukey test after one-criterion analysis of variance.

In the control group no individual had an internal rotation difference  $\geq 20^\circ$  between limbs. Among swimmers, this was found in 5 cases (25%), none of them  $\geq 30^\circ$ ; among tennis players, 18 (86%) had differences  $\geq 20^\circ$ , 6 of them  $\geq$  than  $30^\circ$ . Moreover, no individuals in the control group had internal rotation  $\leq 50^\circ$  in any shoulder, whereas it was found in 10 swimmers (50%), 9 only in the dominant shoulder, and in 18 tennis players (86%), 16 only in the dominant limb. None of the 3 individuals with internal rotation  $\leq 50^\circ$  in the nondominant limb had a greater rotation value in the dominant limb.

In the questionnaire administered after the examination, the participants answered how often they stretched the posterior shoulder structures. There were no statistically significant differences between the groups. The type of stretching, the duration, and the number of repetitions were not asked. In the group of swimmers, 11 answered that they practiced unilateral breathing (to the same side as the dominant limb), and 9, bilateral breathing. There were no significant differences in internal rotation according to type of breathing.

## **DISCUSSION**

GIRD is a common trait found in the shoulders of overhead sports players. Yet these results confirmed the hypothesis that there was a significant difference in glenohumeral internal rotation range of motion between dominant and nondominant shoulders within each group in all groups. In addition, statistically significant differences were found in the comparisons of dominant shoulders in the different groups. The greatest difference was found between tennis players and controls, while swimmers had intermediate values.

In the control group, mean GIRD was  $4.9^\circ$  (Figure 2). Although this difference is statistically significant, it seems unlikely that this small variation has any clinical relevance. Other studies<sup>7,37,44,45</sup> also reported that healthy individuals that do not practice throwing sports may have a small GIRD because of dominance only. Mean deficit among swimmers was  $12^\circ$ , and among tennis players,  $23.9^\circ$  (Figure 2). The fact that the group of tennis players had the greatest difference confirms previous studies that found that tennis and baseball are associated with the greatest rotation deficits.<sup>5,16,37,39</sup>

Several possibilities have been raised to explain results among swimmers. Although swimming is a bilateral sport, it is likely that more force is used in the dominant than in the nondominant limb, at least by noncompetitive athletes, whose technique tends to be less refined. Bak et al<sup>3</sup> found a mean  $68^\circ (\pm 7.4^\circ)$  internal rotation of the dominant shoulder in elite swimmers; however, they examined only 8 athletes. Beach et al<sup>4</sup> found less internal rotation both in the right ( $45^\circ \pm 12^\circ$ ) and left ( $49^\circ \pm 14^\circ$ ) shoulders in 32 collegiate swimmers, but 69% of the participants in their sample reported shoulder pain. Oyama<sup>37</sup> studied the characteristics of the shoulders of 15 asymptomatic collegiate swimmers and compared them with baseball throwers and controls. The values of internal rotation were significantly different between throwers and the other groups, but not between swimmers and controls.

Our study found that the group of swimmers showed not only significant differences from the other groups, but also between dominant and nondominant shoulders within the same group. Several facts may explain these findings. In our study, mean participant age was  $38.9 \pm 7.7$  years, whereas in Oyama's study<sup>37</sup> it was  $20.5 \pm 1.7$ . Swimming does not generate abrupt deceleration, such as tennis and baseball, and the development of posterior shoulder tightness, when it occurs, may

be clinically detected only much later. Moreover, our sample was composed of recreational players. Competition athletes usually demand more of the shoulder, but are also usually more engaged and committed to stretching exercises and muscle strengthening programs.

Decreases of glenohumeral internal rotation have been associated with posterior shoulder tightness. It is believed that it results from the contracture and thickening of the posteroinferior capsule, which would occur after repetitive microtrauma during the deceleration phase of the throwing motion.<sup>10,34,38,44</sup> Recent studies measured posterior shoulder tightness and tried to correlate it with GIRD.<sup>2,26,34,44,45</sup> Tyler et al<sup>45</sup> developed and validated a clinical method to evaluate posterior capsular tightness, and showed a correlation between it and the decrease of internal rotation.<sup>44</sup> They reported that each 4° of internal rotation deficit corresponded to 1 cm of decrease in passive horizontal abduction, which indicates posterior tightness.

Myers et al<sup>34</sup> compared baseball throwers that had symptomatic internal impingement with asymptomatic throwers. They found statistically significant differences in internal rotation and posterior shoulder tightness with no differences in external rotation gain. It was recognized that this evaluation was a better indicator of posterior shoulder tightness than of the posterior capsule alone.<sup>8,26,34</sup> Laudner et al<sup>26</sup> agreed that it is difficult to isolate the posterior capsule in clinical measurements, and found a moderate to good correlation ( $r=0.72$ ) between the measure of posterior tightness and internal rotation of the dominant shoulder of baseball throwers. In their study, horizontal abduction was measured with the patient lying supine because they believe that the originally described side-lying examination<sup>45</sup> may be less accurate. These two methods of measuring posterior tightness were compared by Myers et

al,<sup>35</sup> who concluded that both were accurate, but that the measurement with the patient lying supine was more precise.

In our study, the measurements were made only with the use of a goniometer, which is a noninvasive, simple, with no known risks, inexpensive method with good accuracy and reproducibility. Wassinger et al<sup>47</sup> compared the measurement of shoulder rotation with a goniometer and an electromagnetic tracking device. They found a good correlation between the two methods to measure internal rotation ( $r=0.854$ ) with a standard error of measurement of about  $3^\circ$ .

Regardless of which soft tissues are involved, the development of posterior shoulder tightness with the subsequent loss of internal rotation range of motion have been associated with secondary pathological changes.<sup>2,10,15,18,19,26,34,44</sup> Verna,<sup>46</sup> in 1991, was the first to describe the association between GIRD and the development of shoulder problems in professional baseball throwers. He followed up athletes for several months and found that 60% of those with a deficit greater than  $35^\circ$  had a functional disability that eventually led to the discontinuation of sports practice. These secondary changes include SLAP,<sup>9,10,18,31</sup> pathological internal impingement,<sup>34</sup> and lesions due to subacromial impingement.<sup>2,19,14</sup> Morgan used arthroscopy to treat 124 baseball throwers that had Type 2 SLAP lesions. All had substantial preoperative GIRD. Mean deficit was  $53^\circ$ , ranging from  $25^\circ$  to  $80^\circ$ . Kibler, in a series of 38 patients with the same characteristics, demonstrated deficits in all patients, with mean of  $33^\circ$ .<sup>10</sup> Morgan et al<sup>32</sup> identified associated rotator cuff lesions in 31% of the patients with SLAP; most of them were partial articular supraspinatus tendon avulsion<sup>42</sup> (PASTA) and were lesion-location specific. They concluded that this type of rotator cuff lesion might be secondary to labrum lesions. The subacromial impingement syndrome has also been associated with posterior shoulder tightness.<sup>2,11,19,43,44</sup> Bach

and Goldberg<sup>2</sup> reported that such symptoms result from the fact that tightness leads to increased anterosuperior translation of the humeral head during shoulder flexion. Burkhart<sup>11</sup> reported the variable spectrum of scapular asymmetry in throwing athletes. One of the causes of such asymmetry may be the protraction of the scapula, which leads to anteroinferior angulation of the acromion and the consequent narrowing of the subacromial space.<sup>11,43</sup>

Changes in scapular and glenohumeral mobility have been described in asymptomatic athletes.<sup>15,16,33,34,45</sup> Studies agree that the rotation deficit of these athletes ranges from 10° to 15°, usually followed by a similar gain in external rotation. In symptomatic athletes, this deficit is usually greater and exceeds external rotation gain.<sup>10,11</sup> Therefore, it is important to find out what level of difference between shoulders is normal and at what degree it becomes a risk of secondary lesions. When Burkhart et al<sup>10</sup> defined GIRD, they observed that symptomatic athletes usually had differences greater than 25° between shoulders, and that most of them (90%) responded well to a progressive stretching program to reduce this deficit to an “acceptable level”, that is, to less than 20° or less than 10% of the total arch of movement seen in the nondominant shoulder. Myers et al<sup>34</sup> reported a mean deficit of 19.7° in throwers with pathological internal impingement, and Tyler et al<sup>44</sup> found a deficit of almost 22° in patients with subacromial impingement. In patient with SLAP, differences were even greater.<sup>9,10</sup>

In our study, 9 swimmers (45%) and 9 tennis players (42.8%) reported that they practiced that sport for longer than 10 years. Mean age of the participants in this study was higher than in most other publications, and our study was conducted with recreational athletes that practiced sports 2 to 4 times a week. Although many had significant GIRD, they did not have symptoms that caused discomfort or limited

sports practice at the time of examination. It is still unknown whether these individuals will develop secondary pathologies in the future and which the determinant factors are. Studies conducted with tennis players<sup>24,30</sup> suggested that the internal rotation of the dominant shoulder decreases while the difference between shoulders (rotation deficit) increases, both with age and duration of sports practice without an equivalent gain in external rotation.

In addition to the evident relevance for the prevention and treatment of secondary lesions in athletes, the identification of professional and daily living activities associated with the development of GIRD might have an immense socioeconomic impact. Our clinical experience suggests that certain professionals that use the upper limbs repeatedly, such as computer users and dentists, may develop this deficit in association or not with scapular dyskinesis. Further studies should be conducted to detect this prevalence.

There is already enough evidence to support that early detection of the “shoulder at risk” and the institution of stretching and strengthening programs to increase internal rotation and stabilize the scapula are effective measures to decrease the incidence of secondary lesions and avoid surgeries.<sup>10-13,27,28,31,41,46,48</sup> However, several questions remain open. Future studies should compare different stretching methods, frequencies and number of necessary repetitions to achieve expected results. Different programs may be necessary to treat deficits and to prevent them. Emotional factors are important. The motivation of competitive athletes differs from that of ordinary individuals, besides the fact that they have a routine of practices supervised by coaches and physical therapists. In addition to the efficacy of stretching exercises, it is also fundamental to study the adherence of recreational



athletes and non athletes to prevention and treatment programs when symptoms do not cause disabilities.

## **CONCLUSIONS**

Dominant shoulders had less glenohumeral internal rotation than nondominant shoulders within all groups, being the deficit of tennis players about twice the deficit found for swimmers. Mean difference between shoulders in the control group was less than 5°, which is within normal parameters according to most studies. The comparison of dominant shoulders revealed differences between all groups; tennis players had the least rotation, followed by swimmers.

## REFERENCES

1. Arroyo JS, Hershon SJ, Bigliani LU. Special considerations in the athletic throwing shoulder. *Orthop Clin North Am.* 1997;28:69-78. PMID: 9024432
2. Bach HG, Goldberg BA. Posterior capsular contracture of the shoulder. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:265-277. PMID: 16675620
3. Bak K, Magnusson SP. Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *Am J Sports Med.* 1997;25:454-459. PMID: 9240978
4. Beach ML, Whitney SL, Dickoff-Hoffman AS. Relationship of shoulder flexibility, strength and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;16:262-268.
5. Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, Levine WN, Littlefield MA, Hershon SJ. Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *Am J Sports Med.* 1997;25:609-613. PMID: 9302464
6. Bigliani LU, Kelkar R, Flatow EL, Pollock RG, Mow VC. Glenohumeral stability: biomechanical properties of passive and active stabilizers. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;330:13-30. PMID: 8804270
7. Boone DC, Azen SP. Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61:756-759. PMID: 457719
8. Borsa PA, Wilk KE, Jacobson JA, et al. Correlation of range of motion and glenohumeral translation in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2005;33:1392-1399. PMID: 16002489
9. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. Shoulder injuries in overhead athletes. The "dead arm" revisited. *Clin Sports Med.* 2000;19:125-158. PMID: 10652669
10. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy.* 2003;19:404-420. PMID: 12671624
11. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part III: the SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy.* 2003;19:641-661. PMID: 12861203
12. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, Mahieu NN, Witvrouw EE. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:25-33. PMID: 16774650
13. Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, Danneels LA. Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms. *J Athl Train.* 2005;40:104-110. PMID: 15970956

14. Curl LA, Warren RF. Glenohumeral joint stability: selective cutting studies on the static capsular restraints. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;330:54-65. PMID: 8804275
15. Downar JM, Sauers EL. Clinical measures of shoulder mobility in the professional baseball player. *J Athl Train.* 2005;40:23-29. PMID: 15902320
16. Ellenbecker TS, Roetert EP, Bailie DS, Davies GJ, Brown SW. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:2052-2056. PMID: 12471315
17. Garth WP Jr, Allman FL Jr, Armstrong WS. Occult anterior subluxation of the shoulder. *Am J Sports Med.* 1987;15:579-585. PMID: 3425785
18. Grossman MG, Tibone JE, McGarry MH, Schneider DJ, Veneziani S, Lee TQ. A cadaveric model of the throwing shoulder: a possible etiology of superior labrum anterior-to-posterior lesions. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:824-831. PMID: 15805213
19. Harryman DT 2nd, Sidles JA, Clark JM, McQuade KJ, Gibb TD, Matsen FA 3rd. Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:1334-1343. PMID: 2229109
20. Jobe CM. Posterior superior glenoid impingement: expanded spectrum. *Arthroscopy.* 1995;11:530-536. PMID: 8534293
21. Jobe FW, Giangarra CE, Kvitne RS, Glousman R. Anterior capsulolabral reconstruction of the shoulder in athletes in overhand sports. *Am J Sports Med.* 1991;19:428-434. PMID: 1962705
22. Kibler WB. Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clin Sports Med.* 1995;14:79-85. PMID: 7712559
23. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med.* 1998;26:325-337. PMID: 9548131
24. Kibler WB, McMullen J. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg.* 2003;11:142-151. PMID: 12670140
25. Kibler WB, Safran M. Tennis injuries. *Med Sport Sci.* 2005;48:120-137. PMID: 16247255
26. Laudner KG, Stanek JM, Meister K. Assessing posterior shoulder contracture: the reliability and validity of measuring glenohumeral joint horizontal adduction. *J Athl Train.* 2006;41:375-380. PMID: 17273461
27. Lintner D, Mayol M, Uzodinma O, Jones R, Labossiere D. Glenohumeral internal rotation deficits in professional pitchers enrolled in an internal rotation stretching program. *Am J Sports Med.* 2007;35:617-621. PMID: 17293473
28. Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, Meschke SA, Rundquist PJ. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am J Sports Med.* 2004;32:484-493. PMID: 14977678

29. McMaster WC, Troup J. A survey of interfering shoulder pain in United States competitive swimmers. *Am J Sports Med.* 1993;21:67-70. PMID: 8427371
30. Meister K, Day T, Horodyski M, Kaminski TW, Wasik MP, Tillman S. Rotational motion changes in the glenohumeral joint of the adolescent/Little League baseball player. *Am J Sports Med.* 2005;33:693-698. PMID: 15722284
31. Morgan CD. The thrower's shoulder. Two perspectives. In: McGinty JB, ed. *Operative arthroscopy.* 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2003:570-584.
32. Morgan CD, Burkhart SS, Palmeri M, Gillespie M. Type II SLAP lesions: three subtypes and their relationships to superior instability and rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 1998;14:553-565. PMID: 9754471
33. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Scapular position and orientation in throwing athletes. *Am J Sports Med.* 2005;33:263-271. PMID: 15701613
34. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Glenohumeral range of motion deficit and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med.* 2006;34:385-391. PMID: 16303877
35. Myers JB, Oyama S, Wassinger CA, et al. Reliability, precision, accuracy, and validity of posterior shoulder tightness assessment in overhead athletes. *Am J Sports Med.* 2007;35:1922-1930. PMID: 17609529
36. Norkin CC, White DJ. *Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry.* 2nd ed. Philadelphia, PA: FA Davis Company; 1995.
37. Oyama S. Profiling physical characteristics of the swimmer's shoulder: comparison to baseball pitchers and non-overhead athletes [thesis]. Pittsburgh, PE: University of Pittsburgh; 2006.
38. Pappas AM, Zawacki RM, McCarthy CF. Rehabilitation of the pitching shoulder. *Am J Sports Med.* 1985;13:223-235. PMID: 4025674
39. Ricci RD. Measurement of shoulder joint strength and mobility in common collegiate aged overhead athletes [thesis]. Pittsburgh, PE: University of Pittsburgh; 2006.
40. Rubenstein DL, Jobe FW, Glousman RE, et al. Anterior capsulolabral reconstruction of the shoulder in athletes. *J Shoulder Elbow Surg.* 1992;1:229-237.
41. Schucker CP. Evaluation of three on-the-field non-assisted posterior shoulder stretches in collegiate baseball pitchers [thesis]. Pittsburgh, PE: University of Pittsburgh; 2007.
42. Snyder SJ, Pachelli AF, Del Pizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears: results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy.* 1991;7:1-7. PMID: 2009105

43. Solem-Bertoft E, Thuomas KA, Westerberg CE. The influence of scapular retraction and protraction on the width of the subacromial space. An MRI study. *Clin Orthop*. 1993;296:99-103. PMID: 8222458
44. Tyler TF, Nicholas SJ, Roy T, Gleim GW. Quantification of posterior capsule tightness and motion loss in patients with shoulder impingement. *Am J Sports Med*. 2000;28:668-673. PMID: 11032222
45. Tyler TF, Roy T, Nicholas SJ, Gleim GW. Reliability and validity of a new method of measuring posterior shoulder tightness. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999;29:262-269. PMID: 10342563
46. Verna C. Shoulder flexibility to reduce impingement. Presented at: 3rd Annual Professional Baseball Athletic Trainer Society Meeting; January 20, 1991; Mesa, AZ.
47. Wassinger CA, Myers JB, Oyama S, Ricci RD, Jolly JT, Lephart SM. Reliability and precision of measuring humeral rotation range of motion with a goniometer. Presented at: American College of Sports Medicine Annual Conference; May 3, 2006; Denver, CO.
48. Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts on the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med*. 2002;30:136-151. PMID: 11799012