

Simone Cássia de Lima

**NEUROPATIA SUPRAESCAPULAR EM ATLETAS DE VOLEIBOL:  
REPERCUSSÕES BIOMECÂNICAS E LESÕES ASSOCIADAS**

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

Belo Horizonte

2011

Simone Cássia de Lima

**NEUROPATIA SUPRAESCAPULAR EM ATLETAS DE VOLEIBOL:  
REPERCUSSÕES BIOMECÂNICAS E LESÕES ASSOCIADAS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fisioterapia Esportiva da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva.

Orientadora: Prof. Luciana de Michelis Mendonça

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

Belo Horizonte

2011

## RESUMO

A neuropatia supraescapular é uma lesão neural periférica que pode ter causas etiológicas como trauma ou sobrecarga repetitiva. A atrofia do músculo infra-espinhoso decorre dessa condição, e é observada em cerca de 20% dos atletas de voleibol. O mecanismo de trauma mais observado nessa população é por sobrecarga, devido à intensa repetição de movimentos observada nesse esporte. O nervo supraescapular é tensionado durante a fase de desaceleração do gesto esportivo do voleibol, na qual o úmero posiciona-se em rotação interna e adução da articulação glenoumeral. A biomecânica observada no voleibol durante o gesto esportivo do saque e da cortada necessita da função adequada do manguito rotador para ocorrer da forma ideal. Na presença da neuropatia supraescapular, os músculos supraespinhoso e infraespinhoso que compõem o manguito rotador encontram-se fracos, a execução correta dos movimentos não é observada, comprometendo a integridade das estruturas ao redor como tendões e ligamentos. A fraqueza desses músculos gera compensações biomecânicas que visam manter a funcionalidade do sistema, como sobrecarga de músculos adjacentes (deltóide, trapézio superior). No entanto, nem sempre as compensações são eficazes, e por vezes levam à lesões. As lesões associadas mais comumente observadas são as tendinopatias de manguito rotador, síndrome do impacto e bursite subacromial. O aparecimento dessas lesões pode servir como alerta para diagnosticar a neuropatia supraescapular, visto que ela é uma patologia pouco sintomática.

**Palavras-chave:** ombro, biomecânica, voleibol, lesões do esporte e neuropatia supraescapular.

## ABSTRACT

Suprascapular neuropathy is a peripheral nerve damage that may have root causes such as trauma or repetitive overhead. The atrophy of the infraspinatus muscle stems of this condition, and is seen in about 20% of volleyball players. The mechanism of injury is most commonly observed in this population is the overload, due to the intense repetition of movements observed in this sport. The supraescapular nerve is stretched during the deceleration phase of the action sports of volleyball, in which humerus is positioned in internal rotation and adduction of the glenohumeral joint. The observed biomechanics in volleyball during the sports gesture drawing and cut the need of proper function of the rotator cuff to occur optimally. In the presence of supraescapular neuropathy, supraspinatus and infraspinatus muscles comprising the rotator cuff are weak, the correctness of the movements is not observed, compromising the integrity of surrounding structures such as tendons and ligaments. The weakness of these muscles generates biomechanical compensations for preserving the system's functionality, such as overload of adjacent muscles (deltoid, upper trapezius). However, the rewards are not always effective, and sometimes lead to injury. Associated injuries are the most commonly observed tendinopathies of the rotator cuff, impingement syndrome and subacromial bursitis. The appearance of these lesions may serve as a warning to diagnose supraescapular neuropathy, since it is a rare disease symptoms.

**Keywords:** shoulder, biomechanics, volleyball, athletic injuries and supraescapular neuropathy.

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.0 MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<b>3.0 RESULTADOS.....</b>	<b>8</b>
<b>4.0 DISCUSSÃO.....</b>	<b>12</b>
4.1 Modificações no Padrão Biomecânico Clássico.....	12
4.2 Adaptações Biomecânicas.....	14
4.3 Lesões associadas.....	15
4.3.1 Impacto externo.....	16
4.3.2 Tendinite/ Tendinose de Manguito Rotador/ Bursite.....	16
4.3.3 Ruptura do Manguito Rotador.....	17
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

A atrofia do músculo infra-espinhoso é uma condição clínica conseqüente da lesão do nervo supraescapular e é observada em 20% dos jogadores de voleibol. (ÖZER, BALTACI & LEBLEBICIOGLU, 2007). A lesão neural periférica desse nervo pode apresentar diversas causas etiológicas como trauma, sobrecarga repetitiva, compressão por massa ou ainda causas iatrogênicas (CUMMINS, MESSER & NUBER, 2000). Quando ocorre um estiramento do tecido neural de no mínimo 6%, iniciam-se alterações de condução nervosa, até alcançar a oclusão completa dos vasos sanguíneos aos 15% (CUMMINS, MESSER & NUBER, 2000), que compromete a atividade neural, dificultando sua função de inervação muscular. Essa lesão é relativamente comum em atletas de voleibol por uma questão anatômica, visto que esse nervo passa por um túnel formado pela espinha da escápula e pelo ligamento espino-glenóideo. Dessa forma, os movimentos de adução e rotação interna de ombro que compõe a fase de desaceleração do gesto esportivo, nos movimentos de saque e cortada do voleibol, geram um tensionamento do ligamento espino-glenóideo e uma tração do nervo supraescapular contra o sulco espino-glenóideo (CUMMINS, MESSER & NUBER, 2000). Outro mecanismo de lesão indicado seria a compressão do nervo entre a parte tendínea dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso e a espinha da escápula, enquanto realiza-se o movimento de abdução de ombro com rotação externa máxima. Devido à alta frequência de treinamentos que os atletas de voleibol são submetidos e o caráter repetitivo dos movimentos realizados, o risco de lesão se eleva. Dessa forma, a neuropatia do supraescapular é bastante observada em atletas de voleibol, principalmente nos atacantes, e é exclusiva no membro superior dominante, com o qual o atleta realiza todos os movimentos (HOLZGRAEFE, KUKOWSKI & EGGERT, 1994).

A análise biomecânica do movimento de saque no voleibol é composta por cinco fases: *windup* (que começa com o movimento de abdução e extensão do ombro e termina ao início da rotação externa do ombro), *cocking* (começa com o início do movimento de rotação externa de ombro e finaliza quando a articulação apresenta-se em rotação externa máxima), aceleração (compreendida desde o movimento de rotação interna de ombro até o momento de contato da mão com a bola), desaceleração (inicia ao impacto da mão na bola e finaliza com o posicionamento do membro superior perpendicularmente ao tronco) e *follow-through* (tem como início o posicionamento do membro superior de forma

perpendicular ao tronco, e termina quando ocorre a finalização completa do movimento). O movimento observado na análise gestual da cortada (ataque) é muito similar ao descrito anteriormente. A principal diferença entre os dois gestos encontra-se na fase de *windup*, que no ataque é iniciada com os movimentos de abdução e extensão de ombro, porém, é finalizada quando os membros superiores encontram-se elevados e dispostos de forma paralela ao tronco (ROKITO et al., 1998) (ESCAMILLA & ANDREWS, 2009).

No início do movimento, o posicionamento do ombro em rotação externa máxima, abdução e hiperextensão deve-se principalmente à ação dos músculos deltóide anterior, supraespinhoso e infraespinhoso (ESCAMILLA & ANDREWS, 2009) (PHADKE, CAMARGO & LUDEWIG, 2009). Após o contato com a bola, na fase de desaceleração, é necessária uma contração excêntrica dos rotadores externos da articulação do ombro, para manter o posicionamento correto do úmero em relação à glenóide (FERRETI, CERULLO & RUSSO, 1987). Na neuropatia supraescapular, existe uma redução de força dos músculos infraespinhoso e supraespinhoso, decorrente da lesão instalada no nervo supraescapular que é responsável pela inervação desses músculos. A lesão desse nervo, no caso de atletas de voleibol, usualmente resultante de estiramento neural, diminui a atividade nervosa, gerando uma perda de força e atrofia muscular de supraespinhoso e infraespinhoso por denervação.

Essa lesão pode comprometer a execução correta do gesto esportivo observado no voleibol, visto que os músculos infraespinhoso e supraespinhoso têm como ações a rotação externa e a abdução de ombro, respectivamente. Dessa forma na fase inicial dos movimentos de saque e cortada, os movimentos de rotação externa e abdução de ombro podem ficar restritos pela fraqueza desses músculos e, portanto, reduzir a potência do saque/ataque. A participação desses músculos na fase de desaceleração, balanceando os movimentos de rotação interna e adução que ocorrem em alta velocidade também poderá estar afetada. A redução da eficiência desses movimentos pode levar a compensações por ação de grupos musculares adjacentes, e então, a performance do atleta pode ficar comprometida por uma biomecânica inadequada. Além disso, essa alteração pode resultar em lesões insidiosas em estruturas tendinosas e ligamentares, como por exemplo, os tendões dos músculos do manguito rotador e bíceps braquial. Essas lesões ocorrem conseqüentemente ao impacto da tuberosidade maior do úmero na região subacromial do ombro, devido ao posicionamento do úmero em rotação interna durante a movimentação. Portanto, a repetição desse padrão incorreto de movimento, principalmente na alta

imposição de demanda em atletas de voleibol de alto rendimento, pode resultar em degeneração tendínea.

As alterações musculares que podem ser observadas após a lesão do nervo supraescapular geram diversas adaptações na execução do gesto esportivo, o que normalmente resulta em lesões com características crônicas e difíceis de tratar. Por exemplo, quando existe uma fraqueza do músculo supraespinhoso, o músculo deltóide tende a compensá-la aumentando sua atividade. Nesse caso, passa a existir uma translação superior da cabeça do úmero durante o movimento de abdução, favorecendo o impacto subacromial. Assim, demonstra-se a importância de estabelecer os mecanismos dessas lesões associadas, permitindo tanto um tratamento mais abrangente, como também estratégias de prevenção para tais lesões, o que minimiza as repercussões causadas para os atletas e suas equipes. Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar as repercussões biomecânicas causadas pela neuropatia supraescapular em atletas de voleibol visando ampliar a compreensão biomecânica e favorecer o raciocínio clínico para prevenção e tratamento dessa lesão.

## **2.0 MÉTODOS**

Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs e Cochrane no período de março a agosto de 2011. Os termos utilizados na pesquisa foram combinações dos termos *shoulder*, *biomechanics*, *volleyball*, *athletic injuries* e *supraescapular neuropathy* e seus correspondentes em português.

Os trabalhos incluídos nesse estudo foram artigos publicados nos idiomas inglês e português, com desenho do tipo observacional analítico ou descritivo e artigos de revisão da literatura. A data de publicação não foi restringida na seleção dos artigos devido à pequena disponibilidade de estudos, e caráter conceitual importante de alguns estudos mais antigos.

## **3.0 RESULTADOS**

A busca nas bases de dados citadas tiveram como resultado 67 artigos. Através da leitura dos resumos, 31 foram excluídos por estudarem outras articulações que não o



ombro ou por analisarem a biomecânica da articulação do ombro em outras modalidades esportivas. Dois estudos foram excluídos por se tratarem de análise de grupos musculares de outros segmentos e outros dois por serem de idioma diferente dos utilizados nos critério de seleção. Estudos com desenho experimental (7), epidemiológicos (7) e outros 4 por investigarem especificamente outras causas de dor no ombro, foram excluídos. Dessa forma, foram considerados no presente estudo 14 artigos para análise. Estudos relevantes encontrados por meio das referências bibliográficas dos artigos previamente pesquisados também puderam ser incluídos no presente estudo. Nesse sentido, foram investigados no presente trabalho 24 artigos, além de dois capítulos de livro.

Os artigos selecionados estão descritos na **Tabela 1** por título, autor, tipo de estudo, ano e resultados, sendo que se encontram dispostos em ordem decrescente por data de publicação.

Título	Autor	Tipo de estudo	Ano	Resultados
Biomecânica aplicada ao voleibol: análise do complexo do ombro e implicações para avaliação e desempenho	Nascimento, Bittencourt, Resende, Teixeira-Salmela, Fonseca	Artigo de revisão	2010	Descreve a atividade muscular eletromiográfica na região do complexo do ombro, a biomecânica dos movimentos, os mecanismos de transferência de energia e implicações clínicas dessas informações
Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers	Kugler, Krüger-Franke, Reininger et al.	Observacional analítico	2010	Observou-se um padrão muscular e capsular diferente nos atletas de voleibol comparando o lado dominante com o não dominante, significativas nos atletas que queixam dor.
Factors correlated with volleyball spike velocity	Forthomme, Croisier, Ciccarone, Crielaard, Cloes	Observacional descritivo	2010	. É ressaltada a importância do fortalecimento muscular, principalmente excêntrico, dos rotadores externos de ombro, devido à sua relação com lesões no complexo do ombro.
Risk factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction	Reese, Joy, Porucznik, Berg, Colliver, Willick	Observacional analítico, transversal	2010	Atletas que utilizavam o saque viagem apresentavam maior índice de dor no ombro; foi observado também diferenças entre a força muscular de rotadores do ombro, e sua associação à incidência de dor.
Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: A review of normal function and alterations with shoulder	Phadke, Camargo & Ludewig	Artigo de revisão	2009	A diminuição da ativação dos músculos do manguito rotador na síndrome do impacto favorece o impacto da tuberosidade maior do úmero em relação à região subacromial.

impingement				
Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports	Escamilla & Andrews	Artigo de revisão	2009	Descreve o padrão de ativação muscular observado em cada fase do gesto esportivo do voleibol para os movimentos de saque e cortada.
The shoulders of Professional beach	Lajtai, Pfirrmann, Aitzemüller, Pirkl, Gerber & Jost	Transversal, observacional analítico	2009	30% dos atletas apresentavam atrofia de infraespinhoso do membro superior dominante, assim como média de força do movimento de rotação externa, bem como alterações no exame de ultrassom.
Humeral torsion and passive shoulder range in elite volleyball players	Schwab & Blanch	Transversal, observacional analítico	2009	Observou-se nesse estudo que a amplitude de movimento de rotação externa de ombro em atletas com histórico de lesão por overuse foi significativamente menor do que atletas sem histórico de lesão.
Strategies for the prevention of volleyball related injuries	Reeser, Briner, Askeland, Bahr	Artigo de revisão	2006	O trabalho descreve o mecanismo de lesão, fatores de risco, estratégias de prevenção e reabilitação das 3 lesões mais comuns do voleibol: entorse de tornozelo, tendinite patelar, e lesão por overuse no ombro.
Lesões músculo-esqueléticas no ombro do atleta: mecanismo de lesão, diagnóstico e retorno a prática esportiva	Ejnisman, Andreoli, Carrera, Abdalla, Cohen	Observacional descritivo	2001	O membro dominante foi lesado em cerca de 70% das vezes. Esportes sem contato relacionam-se primordialmente a lesões repetitivas (overuse). O voleibol foi o esporte que apresentou maior incidência das lesões de ombro.
Neurologic injuries of the athlete's shoulder	Duralde	Artigo de revisão	2000	O autor relata que as lesões nervosas podem não apresentar sinais, e os sintomas podem ser sutis, necessitando atenção dos profissionais que estão em contato com os atletas.
Suprascapular Nerve Entrapment	Cummins, Messer & Nuber	Artigo de revisão	2000	O artigo destaca a anatomia do nervo supraescapular, patofisiologia da lesão, um direcionamento para a avaliação clínica, estudo dos meios de diagnóstico e formas de tratamento.
Suprascapular neuropathy in volleyball players	Witvrouw, Cools, Lysens, Cambier, Vanderstraeten, Victor, Sneyers, Walravens	Observacional analítico	2000	4 atletas apresentavam neuropatia supraescapular severa que afetava apenas o músculo infraespinhoso. Apresentavam diferenças significativas entre afetados ou não afetados para ADM de rotação externa, flexão horizontal, protração. Isso sugere uma relação entre o aumento da ADM articular de ombro e a fraqueza do músculo infraespinhoso.
Suprascapular nerve rotator cuff compression syndrome in	Sandow, Ilic	Observacional analítico	1998	Encontrou que em abdução extrema associado à rotação externa máxima, a margem tendinosa entre supraespinhoso e infraespinhoso impacta fortemente contra a espinha lateral da escápula,

volleyball players				comprimindo o ramo do nervo supraescapular para o músculo do supraespinhoso.
Injury of the suprascapular nerve at the spinoglenoid notch: The natural history of infraspinatus atrophy in volleyball players	Ferreti, De Carli, Fontana	Observacional descritivo, longitudinal	1998	Dos pacientes tratados conservadoramente, 13 continuavam a jogar voleibol, mas o nível de atrofia de infraespinhoso continuava o mesmo. Os tratados cirurgicamente voltaram a jogar voleibol com o nível antes da lesão, sendo que um apresentou diminuição da atrofia muscular.
Electromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike	Rokito, Jobe, Pink, Perry & Brault	Observatório descritivo	1998	Observou-se durante eletromiografia ação de deltóide anterior e supraespinhoso durante todas as fases dos movimentos; o infraespinhoso e o redondo menor atuam para manter o posicionamento do úmero em rotação externa; os músculos da parede anterior ajudam na desaceleração do úmero.
Suprascapular nerve entrapment: experience with 28 cases	Antoniadis, Richter, Rath, Braun & Moese	Longitudinal, estudo de casos	1996	Dos pacientes submetidos à cirurgia, a maioria obteve bons resultados, reduzindo a atrofia muscular e melhorando a função motora dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso.
Isolated and painless (?) atrophy of the infraspinatus muscle	Coêlho	Observacional descritivo	1994	O artigo descreve a anatomia do nervo supraescapular, sua localização e suas funções. Sugere que a natureza do movimento de ataque seja responsável pela ocorrência dessa lesão.
Prevalence of latent and manifest supraescapular neuropathy in high-performance volleyball players	Holzgraefe, Kukowski, Eggert	Observacional descritivo	1994	12 indivíduos apresentavam neuropatia supraescapular, todos do lado dominante. Os achados sugerem que os atletas devem ser cuidadosamente monitorados para que haja o diagnóstico precoce, essencial para prevenir maiores danos.
Compressão do nervo supraescapular: avaliação de sete casos	Andrade, Pires, Pereira	Observacional descritivo	1993	Descreve a anatomia, patologia, a forma de diagnóstico, e acompanhamento de pacientes que apresentavam neuropatia supraescapular, relatando como seus sinais e sintomas evoluíram ao longo do tempo, de acordo com as intervenções realizadas em cada paciente.
Isolated and painless infraspinatus atrophy in top-level volleyball players	Tengan, Oliveira, Kiyamoto, Morita, Medeiros & Gabbai	Observacional descritivo	1993	Os atletas observados apresentavam desnervação isolada do músculo infraespinhoso; um deles recuperou o trofismo muscular após cessar atividades no voleibol, sugerindo que a atividade intensa no complexo do ombro talvez esteja relacionada à lesão.
Suprascapular neuropathy in volleyball players	Ferreti, Cerullo & Russo	Observacional descritivo	1987	Foi encontrada desnervação do músculo infraespinhoso gerando um déficit de 22% na força de rotação externa de ombro. Os achados foram atribuídos ao estiramento repetitivo do nervo supraescapular quando os atletas estão sacando.

Tabela 1

## **4.0 DISCUSSÃO**

De acordo com os artigos selecionados o caráter repetitivo dos movimentos realizados no voleibol predispõe o atleta a lesões por sobrecarga, como no caso da neuropatia supraescapular. Essa patologia resulta do mecanismo de tração recorrente do nervo supraescapular, levando ao comprometimento da atividade neural. Uma queda na atividade neural pode prejudicar a inervação muscular, levando a um déficit de força dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso, que realizam ações importantes durante o gesto esportivo de saque e cortada do voleibol. A fraqueza desses músculos compromete a execução correta dos movimentos, podendo prejudicar a performance do atleta e resultar em lesões associadas, que serão descritas a seguir.

### **4.1 Modificações no Padrão Biomecânico Clássico**

O déficit de força dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso decorrentes de sua denervação, compromete a realização adequada dos movimentos de abdução e rotação externa de ombro, amplamente necessários para a execução correta dos movimentos de saque e ataque do voleibol. Esses músculos são recrutados durante praticamente todo o movimento, a fim de assegurar que a movimentação realizada seja em um padrão que minimize o risco de lesões. O supraespinhoso auxilia na estabilização da cabeça do úmero, evitando que a ativação do deltóide provoque o deslocamento superior da cabeça do úmero durante o movimento de abdução. O infraespinhoso é ativado para manter o ombro em rotação externa, evitando que a tuberosidade maior do úmero impacte contra o acrômio durante o movimento de abdução (PHADKE, CAMARGO & LUDEWIG, 2009)

Na presença da neuropatia supraescapular, a ativação correta desses músculos não é observada, fazendo com que todas as fases do movimento de saque e cortada sejam executadas com algumas diferenças da forma adequada, como descrito abaixo:

- Wind-up: essa fase começa com a abdução e a extensão da articulação do ombro e finaliza com o início da rotação externa do ombro. Quando o músculo supraespinhoso encontra-se fraco, o movimento de abdução fica comprometido, pois esse músculo participa desse movimento juntamente com o deltóide anterior. O músculo supraespinhoso apresenta a função de estabilizar a cabeça do úmero e evita seu deslocamento superior durante a abdução do ombro. Quando ele se encontra fraco, essa estabilização superior da

cabeça do úmero torna-se deficitária. Dessa forma, pode favorecer o impacto da cabeça do úmero no acrômio da escápula. A fraqueza do músculo infraespinhoso, por sua vez, reduz a capacidade de execução do movimento de rotação externa, dificultando o posicionamento adequado do úmero para a realização do movimento de abdução (ESCAMILLA & ANDREWS, 2009; PHADKE, CAMARGO & LUDEWIG, 2009).

- Cocking: essa segunda fase ocorre desde o início do movimento de rotação externa até que o ombro atinja a rotação externa máxima. Quando a fraqueza de infraespinhoso está presente, o movimento de rotação externa fica comprometido, necessitando da participação de outros músculos como deltóide posterior para que o movimento continue ocorrendo (ESCAMILLA & ANDREWS, 2009; PHADKE, CAMARGO & LUDEWIG, 2009).

- Aceleração: durante essa fase ocorre o movimento de rotação interna do ombro até o golpe na bola. Durante esse movimento, os músculos rotadores externos de ombro permanecem ativos para estabilizar a região posterior da articulação glenoumeral (observa-se atividade maior no redondo menor, e atividade um pouco mais baixa no infraespinhoso). O déficit de força do músculo infraespinhoso pode comprometer a estabilização posterior do ombro durante esse movimento. Dessa forma, o movimento pode ocorrer de forma brusca, por falta de estabilização (ESCAMILLA & ANDREWS, 2009; PHADKE, CAMARGO & LUDEWIG, 2009).

- Desaceleração: caracteriza-se pelo posicionamento do membro superior perpendicular ao tronco. Nessa fase, observa-se uma contração excêntrica dos músculos infraespinhoso e supraespinhoso para desacelerar o membro superior após o golpe na bola. Quando existe fraqueza desses músculos, a desaceleração fica deficiente, fazendo com que o movimento se torne muito brusco, podendo lesar estruturas adjacentes devido a um maior impacto (ESCAMILLA & ANDREWS, 2009; PHADKE, CAMARGO & LUDEWIG, 2009).

- Follow-through; nessa fase, ocorre a finalização completa do movimento do membro superior. Durante a descida do membro superior, é observado um pico de ativação dos músculos supraespinhoso e deltóide anterior para controlar essa descida. Se o músculo supraespinhoso encontra-se fraco, a descida não acontece de forma adequada,

sobrecarregando o deltóide anterior, que pode realizar uma translação superior do ombro durante sua contração excêntrica, levando ao impacto contra o acrômio da escápula. (ESCAMILLA & ANDREWS, 2009; PHADKE, CAMARGO & LUDEWIG, 2009).

As alterações do gesto esportivo descritas tornam necessárias adaptações, para que os movimentos continuem sendo realizados. As adaptações mais comuns são listadas a seguir.

#### **4.2 Adaptações Biomecânicas**

Quando existe fraqueza dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso, principalmente em casos nos quais a demanda funcional é elevada, como nos atletas de voleibol, surgem compensações durante os movimentos, para que a funcionalidade seja preservada.

Na fase de *windup* ocorre o movimento de abdução do ombro. O músculo supraespinhoso é responsável por esse movimento, principalmente nos primeiros graus da amplitude, evitando que o vetor de força do músculo deltóide superiorize a cabeça do úmero durante a movimentação. Quando esse músculo encontra-se fraco, o movimento é compensado principalmente pela ação do deltóide médio, que irá realizar a abdução de ombro, ao mesmo tempo em que traciona superiormente a cabeça do úmero. Quando o movimento ocorre nessas condições, existe uma tendência ao impacto da cabeça umeral na região subacromial. Além da ativação predominante da porção média do músculo deltóide, os músculos escapulares podem estar sobrecarregados, compensando a diminuição da movimentação glenoumeral com uma maior movimentação rotacional da escápula. Assim, os músculos trapézio superior, trapézio inferior e serrátil anterior podem estar sobrecarregados (WANG & COCHRANE, 2001; EJNISMANN, 2001; SAHRMANN, 2005).

Na fase de *cocking*, ocorre predominantemente o movimento de rotação externa de ombro. Quando há uma fraqueza do músculo infraespinhoso, que realiza esse movimento de forma conjunta com o músculo redondo menor, também são necessárias adaptações para que o movimento ocorra. A adaptação mais comumente observada é a predominância da porção posterior do músculo deltóide durante o movimento de rotação externa da glenoumeral. Nessa situação, em vez de se observar o movimento puro de rotação externa,

com o úmero realizando exclusivamente um giro sobre seu próprio eixo, o movimento de giro ocorre de forma associada a um deslize anterior da cabeça umeral, provocado pela ação do músculo deltóide. Esse mecanismo para a rotação externa de ombro altera o posicionamento a cabeça do úmero de forma adaptativa, pois favorece o encurtamento da cápsula posterior do ombro. Esse encurtamento impede a centralização da cabeça umeral, o que predispõe à impactação da cabeça umeral contra o acrômio da escápula (WANG & COCHRANE, 2001; EJNISMAN, 2001; SAHRMANN, 2005).

Na fase de aceleração deve ocorrer uma contração excêntrica dos músculos rotadores externos de ombro, a fim de estabilizar a região posterior da glenoumeral durante a realização do movimento. Na fase de desaceleração e de follow-through os rotadores externos de ombro e também os abdutores de ombro devem agir excentricamente para frear o deslocamento do membro superior, minimizando as forças de distração e anteriorização. A fraqueza desses músculos compromete a desaceleração gradativa, favorecendo movimentos bruscos e com baixo controle, o que pode gerar stress articular. A musculatura escapular pode participar dos mecanismos compensatórios, freando o movimento por meio de uma abdução e depressão da escápula, sobrecarregando essa musculatura e gerando adaptação da posição da escápula. Um posicionamento em abdução e depressão da escápula, por sua vez, favorece o impacto subacromial devido ao comprometimento da rotação superior da escápula através do mecanismo de insuficiência passiva (WANG & COCHRANE, 2001; EJNISMAN, 2001; SAHRMANN, 2005).

Todas as adaptações descritas ocorrem no sentido de manter a funcionalidade e capacidade de movimentação do sistema. No entanto, uma ativação muscular inadequada leva ao comprometimento do posicionamento articular. Sendo assim, podem ocorrer lesões por sobrecarga em regiões próximas.

### **4.3 Lesões associadas**

A execução dos movimentos de saque e ataque realizados por atletas acometidos com a neuropatia supraescapular é realizada com o úmero rodado internamente, e com ativação quase exclusiva do músculo deltóide para o movimento de abdução, o que favorece a impactação da tuberosidade maior do úmero no acrômio da escápula. Quando isso ocorre, estruturas adjacentes como tendão dos músculos bíceps braquial e

supraespinhoso sofrem sobrecarga mecânica, favorecendo o aparecimento de lesões associadas. As lesões mais comumente observadas são:

#### **4.3.1 Impacto externo**

A alteração biomecânica observada no gesto esportivo do voleibol decorrente da lesão do nervo supraescapular leva à limitação do movimento de rotação externa e abdução do ombro durante a execução dos movimentos. Isso ocorre pois a lesão desse nervo provoca uma redução da força dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso, que são responsáveis pela rotação externa e abdução. Durante esses movimentos, o músculo infraespinhoso roda externamente o úmero para evitar que a tuberosidade maior do úmero fique em posição que favorece o impacto subacromial, enquanto o músculo supraespinhoso estabiliza superiormente a cabeça umeral, minimizando também a tendência ao impacto (ANDERSON & ALFORD, 2010). Quando tais músculos encontram-se fracos, esse mecanismo se altera, fazendo que o gesto esportivo seja realizado em constante rotação interna de ombro, o que tende a impactação subacromial, levando à lesão das estruturas que passam sob a articulação acrômio clavicular, conforme citado abaixo.

#### **4.3.2 Tendinite/ Tendinose de Manguito Rotador/ Bursite**

O enfraquecimento dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso, vai gradativamente comprometendo os movimentos de abdução e rotação externa de ombro. A sobrecarga, inicialmente, pode dar origem a um processo inflamatório no tendão e nas estruturas ao redor, conhecido como tendinite, devido à demanda desses movimentos que não pode ser corretamente suprida pela musculatura (WILK et al, 2009). O aumento da fraqueza muscular de supraespinhoso e infraespinhoso favorece o estabelecimento de um padrão de movimento alterado, fazendo com que lesões estruturais ocorram nos tendões, decorrentes do processo inflamatório crônico e do impacto gerado pelo padrão errado dos movimentos durante o gesto esportivo, no qual não acontece mais o posicionamento do úmero em rotação externa durante sua execução. Essas lesões intratendinosas são conhecidas como tendinose, e estão freqüentemente relacionadas a lesões por sobrecarga, atraumáticas. Normalmente são observadas principalmente nos atletas que realizam freqüentemente movimentos acima da cabeça (WILK et al, 2009).



A bursite subacromial ocorre frequentemente associada à tendinopatia de supraespinhoso, como conseqüências da síndrome do impacto. Caracteriza-se por uma irritação das bolsas acima do músculo supraespinhoso e abaixo do acrômio da escápula. Essa irritação decorre do impacto repetitivo da tuberosidade maior do úmero no acrômio durante o movimento de abdução do ombro, principalmente nos quais o úmero não se encontra em rotação externa por um pobre controle muscular, o que altera a biomecânica da articulação glenoumeral (ANDERSON & ALFORD, 2010; EJNISSMAN et. al., 2001).

#### **4.3.3 Ruptura do Manguito Rotador**

Tendões com processo degenerativo, se não tratados adequadamente, tornam-se frágeis, apresentam maior dificuldade em dissipar cargas, o que favorece sua ruptura parcial ou completa. Atletas de alto rendimento que enfrentam uma alta demanda têm maior risco de ruptura, uma vez que o impacto é constante e lesa uma quantidade cada vez maior de fibras (ANDERSON & ALFORD, 2010; EJNISSMAN et. al., 2001).

A importância de compreender a biomecânica do esporte encontra-se na capacidade de perceber as principais alterações que ela pode apresentar. Normalmente, alterações na capacidade de um determinado músculo exigem compensações por meio de outros que se localizam próximos. Dessa forma, a fraqueza muscular observada no caso da neuropatia supraescapular pode gerar compensações, e assim, facilitar o diagnóstico dessa patologia, que muitas vezes não é fechado por ausência de sintomas. Portanto, o presente estudo facilita a compreensão dos possíveis achados clínicos da neuropatia supraescapular. Todavia, estudos experimentais seriam interessantes visando quantificar as alterações da força muscular dos atletas e sua implicação quantitativa na performance dos mesmos.

## **5. CONCLUSÃO**

Os estudos descritos relatam que a diminuição da amplitude dos movimentos de rotação externa e abdução do ombro decorrente da fraqueza dos músculos supraespinhoso e infraespinhoso observadas nessa patologia comprometem o gesto esportivo do atleta de voleibol, podendo gerar lesões como síndrome do impacto, tendinopatia de manguito rotador, evoluindo para ruptura, e bursite subacromial. Observada essa associação, sempre que um atleta de voleibol apresentar uma das lesões acima é interessante observar o

padrão de execução dos movimentos, a fim de determinar qual a relação entre alterações do padrão de ativação muscular e a ocorrência da lesão. Dessa forma, pode-se perceber uma manifestação precoce da neuropatia supraescapular, antecipando o tratamento adequado.

**REFERÊNCIAS:**

- 1- ANDERSON, Mark W.; ALFORD, Bennett A.. Overhead Throwing Injuries of the Shoulder and Elbow. **Radiologic Clinics of North America**. V. 48, p. 1137-1154, 2010.
- 2- ANDRADE, R.P.; PIRES, P.R.; PEREIRA, J.A.R. Compressão do nervo supraescapular: avaliação de sete casos. **Revista Brasileira de Ortopedia**. V.28, n. 9, p. 645 – 649, 1993.
- 3- ANTONIADIS, G.; RICHTER, H-P.; RATH, S.; BRAUN, V.; MOESE, G. Suprascapular nerve entrapment: experience with 28 cases. **Journal of Neurosurgery**. V. 85, p. 1020-1025, 1996.
- 4- BRINER JR, W.W.; KACMAR, L. Common Injuries in Volleyball: Mechanisms of Injury, Prevention and Rehabilitation. **Sports Medicine**. V. 24, n. 1, p. 65-71, 1997.
- 5- COELHO, T.D.G. Isolated and Painless (?) Atrophy of the Infraspinatus Muscle: left handed versus right handed volleyball players. **Arquivos de Neuropsiquiatria**. V. 52, n. 4, p. 539-544, 1994.
- 6- CUMMINS, C.A.; MESSER, T.M.; NUBER, G. W.; Suprascapular Nerve Entrapment. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. V.82-A, n. 3, p. 415- 424, 2000.
- 7- DURALDE, X. A. Neurologic Injuries in the Athlete's Shoulder. **Journal of Athletic Training**. V. 35, n. 3, p. 316-328, 2000.
- 8- EYNISMAN, B.; ANDREOLI, C. V.; CARRERA, E.F.; ABDALLA, R. J.; COHEN, M. Lesões musculoesqueléticas no ombro do atleta: mecanismo de lesão, diagnóstico e retorno à prática esportiva. **Revista Brasileira de Ortopedia**. V. 36, n. 10, p. 389-393, 2001.

9- ESCAMILLA, R.F.; ANDREWS, J. R. Shoulder Muscle Recruitment Patterns and Related Biomechanics during Upper Extremity Sports. **Sports Medicine**. V. 39, n.7, p. 569-590, 2009.

10- FERRETTI, A.; CERULLO, G.; RUSSO, G. Suprascapular neuropathy in volleyball players. **Journal of Bone and Joint Surgery American**. V. 69, p. 260-263, 1987.

11- FERRETTI, A.; DE CARLI, A.; FONTANA, M. Injury of the Suprascapular Nerve at the Spinoglenoid Notch: The natural story of infraspinatus atrophy in volleyball players. **The American Journal of Sports Medicine**. V. 26, n. 6, p. 759-763, 1997.

12- HAMIL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. Ed. Manole. 2ª edição, 2008.

13- HOLZGRAEFE, M.; KUKOWSKI, B.; EGGERT, S. Prevalence of latent and manifest supraescapular neuropathy in high-performance volleyball players. **British Journal of Sports Medicine**. V. 28, n. 3, p. 177-180, 1994.

14- KUGLER, A.; KRÜGER-FRANKE, M.; REININGER, S; et. Al. Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. **British Journal of Sports Medicine**. V. 30, p. 256-259, 1996.

15- LAJTAI, G.; PFFIRMANN, C.W.A.; AITZETMÜLLER, G.; PIRKL, C.; JOST, B. The Shoulder of Professional Beach Volleyball Players: high prevalence of infraspinatus muscle atrophy. **The American Journal of Sports Medicine**. V. 37, n. 7, p. 1375-1383, 2009.

16- ÖZER, D.; BALTACI, G.; LEBLEBICIOGLU, G. Rehabilitation and shoulder function after suprascapular nerve entrapment operation in a volleyball player. **Arthroscopy and Sports Medicine**, V. 127, N. 9, p. 759-761, 2007.

- 17- PHADKE, V.; CAMARGO, P.R.; LUDEWIG, P.M. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: A review of normal function and alterations with shoulder impingement. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. V. 13, n. 1, p. 1-9, 2009.
- 18- REESER, J.C.; JOY, E.A.; PORUCZNIK, C.A.; BERG, R.L.; COLLIVER, E.B.; WILLICK, S.E. Risk Factors for Volleyball-Related Shoulder Pain and Dysfunction. **American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation**. V. 2, p. 27-36, 2010.
- 19- REESER, J.C.; VERHAGEN, E.; BRINER, W.W.; ASKELAND, T.I.; BAHR, R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. **British Journal of Sports Medicine**. V. 40, p. 594-600, 2006.
- 20- ROKITO, A.S.; JOBE, F.W.; PINK, M.M.; PERRY, J.; BRAULT, J. Eletromyographic analysis of shoulder function during the volleyball serve and spike. **Journal of shoulder and elbow surgery**. V. 7, n. 3, p. 256-263, 1998.
- 21- SAHRMANN, S.A. **Diagnóstico e Tratamento das Síndromes de Disfunção dos Movimentos**. Ed. Santos. 1ª Ed. 2005.
- 22- SANDOW, M.J.; ILIC, J. Suprascapular nerve rotator cuff compression syndrome in volleyball players. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**. V. 7, n. 5, p. 516-521, 1998.
- 23- SCHWAB, L.M.; BLANCH, P. Humeral torsion and passive shoulder range in elite volleyball players. **Physical Therapy in Sport**. V. 10, p. 51-56, 2009.
- 24- TENGAN, C. H.; OLIVEIRA, A.S.B.; KIYMOTO, B.H.; MORITA, M.P.A.; MEDEIROS, J.L.A.; GABBAI, A.A. Isolated and Painless Infraspinatus Atrophy in Top-level Volleyball Players: report of two cases and review of literature. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 51, n.1, p. 125-129, 1993.

25- WANG, H.-K.; COCHRANE, T. Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. V. 41, p. 403-410, 2001.

26- WITVROUW, E.; COOLS, A.; LYSENS, R.; CAMBIER, D.; VANDERSTRAETEN, G.; VICTOR, J.; SNEYERS, C.; WALRAVENS, M. Suprascapular Neuropathy in Volleyball Players. **British Journal of Sports Medicine**. V. 34, p. 174-180, 2000.