

Natália de Aguiar Batista

**CINEMÁTICA ESCAPULAR DE INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DO  
IMPACTO – REVISÃO DA LITERATURA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2012

Natália de Aguiar Batista

## **CINEMÁTICA ESCAPULAR DE INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DO IMPACTO – REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de curso de Especialização apresentado ao Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Fisioterapia em Ortopedia.

**Orientador:** Mestre Thiago Ribeiro Teles dos Santos

**Co-orientador:** Especialista Miguel Arcanjo de Assis

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2012

## RESUMO

A síndrome do impacto é uma das desordens musculoesqueléticas mais comuns e mais frequentemente associada à dor e disfunção do ombro. Essa síndrome está relacionada a um comprometimento das estruturas subacromiais e é comumente associada a alterações na cinemática escapular. Durante a elevação do braço, a escápula deve proporcionar uma base estável para o movimento glenoumeral, e ainda ser móvel, permitindo uma amplitude de movimento e relação comprimento-tensão muscular adequadas. De modo geral, na elevação do úmero, ocorre uma rotação superior progressiva, aumento progressivo da inclinação posterior e rotação lateral da escápula. Alterações desse movimento escapular durante atividades com elevação do membro superior são relacionadas com compressão de estruturas subacromiais e sobrecarga do manguito rotador. Alguns pesquisadores investigaram a cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto e encontraram alterações no padrão de movimento. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre as características da cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto. Foi realizada uma busca na literatura de estudos que investigaram a cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto publicados até fevereiro de 2012, nos bancos de dados: MEDLINE (PubMed), SciELO e LILACS. Os artigos selecionados indicaram que as alterações mais observadas nesses indivíduos foram: diminuição da rotação superior e da inclinação posterior e aumento da elevação e rotação medial da escápula. Estudos longitudinais são necessários para determinar se padrões cinemáticos são preditivos ou consequentes ao desenvolvimento de impacto subacromial. Mas, podemos inferir que uma adequada cinemática é importante para a manutenção do espaço subacromial. Assim, a compreensão da cinemática escapular de indivíduos com síndrome do impacto é considerada importante para criar estratégias preventivas e programas de intervenção visando a restauração da cinemática adequada nesses indivíduos.

**Palavras-chave:** Síndrome do impacto, escápula, cinemática, ombro

## **ABSTRACT**

The impingement syndrome is one of the most common musculoskeletal disorders and the one that is more often associated with pain and shoulder dysfunction. This syndrome is related to an impairment of the subacromial structures and it is usually associated with changes in scapular kinematics. By lifting the arm the scapula must provide a stable base for the glenohumeral movement, and still be mobile, allowing appropriate range of motion and muscular tension-length. In general the elevation of the humerus has a progressive upward rotation, a progressive increase in posterior tilt and a lateral rotation of the scapula. Changes of scapular motion during activities with the upper limb are related to compression of subacromial structures and overload of the rotator cuff. Some researchers investigated the scapular kinematics in individuals with impingement syndrome and found changes in the pattern of the movement. The aim of this study was to review the literature on the characteristics of scapular kinematics in individuals with impingement syndrome. It was done a research in the literature of published studies until February 2012 that investigated the scapular kinematics in individuals with impingement syndrome in the following databases: MEDLINE (PubMed), LILACS and SciELO. The selected papers indicated that most changes observed in these individuals were: decreased upward rotation and posterior tilt and increased elevation and medial rotation of the scapula. Longitudinal studies are needed to determine whether kinematic patterns are predictive or consequences of the development of subacromial impingement. But we can infer that a proper kinematics is important for the maintenance of the subacromial space. Thus, the understanding of the scapular kinematics of individuals with impingement syndrome is considered important to create preventive strategies and intervention programs aimed at the restoration of the appropriate kinematics for these individuals.

**Key Words:** impingement syndrome, scapula, kinematic, shoulder

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. METODOLOGIA.....	9
3. RESULTADOS.....	9
4. DISCUSSÃO.....	12
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
REFERÊNCIAS .....	18

## 1 INTRODUÇÃO

O complexo do ombro fornece extensa amplitude de movimento para o membro superior, aumentando assim a capacidade de manipulação de objetos no espaço, por meio da interação de quatro articulações: esternoclavicular, acromioclavicular, escapulotorácica e glenoumeral (LUDEWIG *et al.*, 2009; NEUMANN, 2006). Patologias e disfunções de movimento nessas articulações levam a uma redução significativa da eficiência de todo o membro superior (NEUMANN, 2006), sendo a síndrome do impacto uma das desordens musculoesqueléticas mais comuns e mais frequentemente associada à dor e disfunção do ombro (OSTOR *et al.*, 2005; VAN DER WINDT *et al.*, 1995). Essa síndrome foi descrita inicialmente por Neer em 1972 como uma compressão mecânica das estruturas subacromiais, como tendão do músculo supraespinhoso, bursa subacromial e tendão da cabeça longa do bíceps braquial, que estão abaixo da superfície ântero-inferior do acrômio e do ligamento coracoacromial, especialmente durante a elevação do braço (NEER, 1972; LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; MICHENER *et al.*, 2003). Esse comprometimento das estruturas subacromiais é comumente associado a alterações na cinemática escapular (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; LUDEWIG e COOK, 2000; ENDO *et al.*, 2001; HÉBERT *et al.*, 2002; MICHENER *et al.*, 2003; SU *et al.*, 2004; MELL *et al.*, 2005; LAUDNER *et al.*, 2006; MCCLURE *et al.*, 2006 LIN *et al.*, 2011). Dessa forma, alterações na cinemática escapular associadas à síndrome do impacto podem contribuir para a redução da função do membro superior no desempenho de inúmeras atividades do dia-a-dia.

Durante a elevação do braço, a escápula deve proporcionar uma base estável para o movimento glenoumeral, e ainda ser móvel, permitindo uma amplitude de movimento e relação comprimento-tensão muscular adequadas (VEEGER e HELM, 2007). Estudos demonstraram que a escápula apresenta uma sequência típica de movimentos em relação ao tronco durante a elevação do membro superior (LUDEWIG *et al.*, 1996; MCCLURE *et al.*, 2001; TEECE *et al.*, 2008; LUDEWIG *et al.*, 2009; BORSTAD *et al.*, 2002). De modo geral, durante a elevação do úmero, ocorre um aumento progressivo da rotação superior, inclinação posterior e rotação lateral da escápula. (LUDEWIG *et al.*, 1996, MCCLURE *et al.*, 2001; LUDEWIG *et al.*, 2009; BORSTAD *et al.*, 2002). Além disso, ocorrem elevação e retração da

clavícula, por meio da articulação esternoclavicular, e a escápula assume uma posição mais superior e posterior durante a elevação do úmero (MCCLURE *et al.*, 2001, MICHENER *et al.*, 2003). A rotação superior adequada da escápula é considerada essencial para manter a apropriada relação comprimento-tensão do músculo deltóide durante a elevação do membro superior (INMAN *et al.*, 1944; LUDEWIG *et al.*, 1996; MELL *et al.*, 2005) e manutenção do adequado espaço subacromial durante a elevação do braço (LUDEWIG *et al.*, 2009; LUDEWIG e COOK, 2000; MICHENER *et al.*, 2003). A inclinação posterior da escápula é considerada como funcionalmente importante para permitir livre movimento da cabeça umeral e dos tendões do manguito rotador sob o aspecto anterior do acrômio durante a elevação do úmero (MICHENER *et al.*, 2003). Alterações dessa cinemática como rotação superior diminuída, ausência de uma adequada inclinação posterior e aumento da rotação medial da escápula têm sido relacionadas com diminuição do espaço subacromial e assim, com a síndrome do impacto (PAINE e VOIGHT, 1993; LUDEWIG *et al.*, 2009; LUDEWIG e COOK, 2000; MICHENER *et al.*, 2003).

A síndrome do impacto ocorre tipicamente em atletas e trabalhadores que abduzem repetidamente o ombro a mais de 90 graus, mas também ocorre em pessoas menos ativas. (NEUMANN, 2006; SVENDSEN *et al.*, 2004). Muitos fatores são propostos como contribuintes para o desenvolvimento dessa síndrome, como morfologia anormal do acrômio, desequilíbrios musculares, inflamação ou degeneração de tendões do manguito rotador e bursa subacromiais, além de alterações da cinemática escapular e glenoumeral (MICHENER *et al.*, 2003; GRAICHEN *et al.*, 1999). Esses fatores são considerados como potenciais exacerbadores da condição, uma vez que contribuem para a diminuição do espaço subacromial (MICHENER *et al.*, 2003; GRAICHEN *et al.*, 1999). O espaço subacromial é descrito como sendo de aproximadamente 10 mm em indivíduos sem patologia de ombro, com o membro superior ao lado do corpo (FLATOW *et al.*, 1994; LUDEWIG e COOK, 2000). Esse espaço diminui com a elevação do braço para até 5 mm, aos 100° a 110° de elevação no plano escapular (FLATOW *et al.*, 1994; LUDEWIG e COOK, 2000). Assim, uma sutil diminuição no tamanho do espaço subacromial pode contribuir para início de um processo de impacto e inflamação dos tecidos presentes nesse espaço, como tendões e bursas.

Há dois mecanismos principais propostos para a etiologia da síndrome do impacto (NEER, 1972; BUDOFF *et al.*, 1998; MICHENER *et al.*, 2003; MCCLURE *et al.*, 2006). No primeiro, a compressão mecânica ocorre devido a uma estrutura externa aos tendões, como o acrômio (NEER, 1972; MICHENER *et al.*, 2003). Essa compressão causa inflamação e degeneração dos tendões do manguito rotador, além da redução do espaço subacromial (NEER, 1972; MICHENER *et al.*, 2003). No segundo mecanismo, o comprometimento do espaço subacromial ocorre devido à ruptura parcial ou total dos tendões do manguito rotador, como resultado de um processo degenerativo, pelo uso excessivo ao longo do tempo, sobrecarga de forças tensionais ou trauma nesses tendões (BUDOFF *et al.*, 1998; MICHENER *et al.*, 2003). Assim, o manguito rotador se torna incapaz de manter a cabeça umeral centralizada na cavidade glenóide e de se opor efetivamente à força de deslizamento superior da cabeça umeral realizada pelo músculo deltóide durante a elevação do braço, resultando em estreitamento do espaço subacromial e potencial formação de osteófitos subacromiais devido ao aumento de carga local (BUDOFF *et al.*, 1998). Dessa forma, os dois mecanismos apresentados, como etiologia da síndrome do impacto, podem se associar a alterações da cinemática escapular, uma vez que alterações no movimento escapular durante atividades com elevação do membro superior podem contribuir para a diminuição do espaço subacromial e sobrecarga do manguito rotador.

Alguns pesquisadores investigaram a cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto e encontraram alterações no padrão de movimento escapular (LUDEWIG *et al.*, 2009; LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; LUDEWIG e COOK, 2000; ENDO *et al.*, 2001; HÉBERT *et al.*, 2002; MICHENER *et al.*, 2003; SU *et al.*, 2004; MELL *et al.*, 2005; LAUDNER *et al.*, 2006; MCCLURE *et al.*, 2006 LIN *et al.*, 2011). A compreensão dessas alterações contribui para a identificação de disfunções do movimento durante a avaliação fisioterápica e para a determinação da conduta terapêutica durante a tomada de decisão clínica, como intervenções que visam um padrão de movimento que gere menor sobrecarga no ombro do paciente. Embora o tratamento da síndrome do impacto estabeleça a correção de alterações no padrão de movimento escapular, o conhecimento das alterações do padrão de movimento que favoreçam o surgimento dessa síndrome ainda é necessário para tornar as intervenções mais específicas. Portanto, o reconhecimento desses padrões e dos fatores passíveis de intervenção é essencial para a prática clínica do



fisioterapeuta no tratamento de pacientes com essa síndrome. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre as características da cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto para auxiliar na compreensão da biomecânica escapular nesses indivíduos.

## 2 METODOLOGIA

Foi realizada uma busca na literatura de estudos que investigaram a cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto publicados até fevereiro de 2012, nos bancos de dados: MEDLINE (PubMed), SciELO e LILACS. As palavras chave utilizadas na busca foram: *“impingement syndrome”*, *“impingement subacromial”*, *“impingement,”* combinadas separadamente com os termos *“scapular kinematic”*, *“scapular motion”* e *“scapular rotation”*. Esses termos também foram traduzidos para o português e espanhol de forma que a pesquisa realizada considerou estudos da língua inglesa, portuguesa e espanhola. A partir dos resultados da busca, a seleção dos estudos ocorreu primeiramente pelo título e posteriormente pelo resumo. Além disso, foi realizada busca nas referências bibliográficas de cada artigo selecionado.

### 3 RESULTADOS

Foram selecionados 10 estudos que investigaram a relação da síndrome do impacto com alterações do movimento escapular de rotação superior, inclinação posterior, rotação lateral e elevação da escápula. Todos os estudos selecionados são do tipo observacional transversal.

Entre os 10 artigos revisados (QUADRO 1), nove investigaram a rotação superior da escápula, sendo que três artigos encontraram uma rotação superior diminuída em indivíduos com síndrome do impacto (LUDEWIG e COOK, 2000; ENDO *et al.*, 2001; SU *et al.*, 2004), um estudo identificou rotação superior aumentada nesses indivíduos (MCCLURE *et al.*, 2006) e cinco estudos não encontraram diferenças entre indivíduos com e sem síndrome do impacto (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; GRAICHEN *et al.*, 2001; HÉBERT *et al.*, 2002; LAUDNER *et al.*, 2006; LIN *et al.*, 2011). Oito estudos investigaram a inclinação posterior, sendo que quatro encontraram uma inclinação posterior diminuída da escápula em indivíduos com síndrome do impacto (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; LUDEWING e COOK, 2000; ENDO *et al.*, 2001; LIN *et al.*, 2011); dois encontraram inclinação aumentada da escápula nesses indivíduos (MCCLURE *et al.*, 2006; LAUDNER *et al.*, 2006), enquanto que dois não encontraram diferenças entre indivíduos com e sem síndrome do impacto (HÉBERT *et al.*, 2002; MELL *et al.*, 2005). Seis artigos investigaram a rotação medial, sendo que dois encontraram rotação medial aumentada em indivíduos com síndrome do impacto (LUDEWIG e COOK, 2000; HEBERT *et al.*, 2002) e quatro não encontraram diferenças entre indivíduos com síndrome do impacto e assintomáticos (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; ENDO *et al.*, 2001; LAUDNER *et al.*, 2006; MCCLURE *et al.*, 2006). Todos os quatro estudos que investigaram a elevação escapular, ou clavicular, verificaram um aumento dessa variável naqueles com síndrome do impacto (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; MCCLURE *et al.*, 2006; LAUDNER *et al.*, 2006, LIN *et al.*, 2011).

QUADRO 1: Alterações da cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto

Estudo	Amostra	Métodos	Alteração investigada	Resultado
Lukasiewicz <i>et al.</i> , 1999	17 indivíduos com impacto unilateral (12 homens; 5 mulheres) 20 indivíduos sem impacto (8 homens; 12 mulheres) 25 a 66 anos	Digitalização estática por dispositivo eletromecânico 3D Plano de movimento: escapular Intervalo: 0° - máx.	Rotação superior	Nenhuma diferença significativa
			Inclinação posterior	Diminuída no ombro com impacto em relação ao ombro contralateral, e ao grupo sem impacto, nas posições horizontal (abdução à 90°) e máxima (pico da diferença = 8° a 9°)
			Rotação medial	Nenhuma diferença significativa
			Elevação	Aumentada no grupo com impacto na elevação à 90° e máxima em ambos lados. (pico da diferença= 2,3 cm)
Ludewig e Cook, 2000	26 indivíduos com impacto 26 indivíduos sem impacto 20 a 71 anos Trabalhadores da construção civil do sexo masculino	Sensores eletromagnéticos de superfície Plano de movimento: escapular 3 condições: sem peso; com 2,3 kg; e 4,6 kg Intervalo: 0° - 120°	Rotação superior	Diminuída em indivíduos com impacto à 60° (diferença média = 4,1°)
			Inclinação posterior	Diminuída em indivíduos com impacto à 120° (diferença média= 5,8°)
			Rotação medial	Aumentada em indivíduos com impacto, com carga (2,3 Kg e 4,6 Kg) (diferenças médias= 5,2° e 4,4°)
Graichen <i>et al.</i> , 2001	20 indivíduos com impacto unilateral (7 mulheres e 13 homens): 14 indivíduos sem ruptura de manguito rotador 6 indivíduos com ruptura 14 indivíduos sem impacto (8 mulheres e 6 homens) 22 a 62 anos	Ressonância magnética Plano de movimento: escapular Intervalo: 30° - 120°	Rotação Superior	Nenhuma diferença significativa

QUADRO 1 (continuação): Alterações da cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto

Endo <i>et al.</i> , 2001	27 indivíduos com impacto unilateral (14 homens e 13 mulheres) 41 a 73 anos	Radiografias estáticas Plano de movimento: frontal Intervalo: 0° - 90°	Rotação superior	Diminuída no lado com impacto a 90° (diferença média = 3,6°)
			Inclinação posterior	Diminuída no lado com impacto a 45° e 90° (diferença média= 3,3°; 4,9°)
			Rotação medial	Nenhuma diferença significativa
Hébert <i>et al.</i> , 2002	41 indivíduos com impacto unilateral (21 homens e 20 mulheres) 10 indivíduos sem impacto (4 homens e 6 mulheres) 30 a 60 anos	Sensores ópticos de superfície Planos de movimento: sagital e frontal Intervalo: 0° - 110°	Rotação superior	Nenhuma diferença significativa
			Inclinação posterior	Nenhuma diferença significativa
			Rotação medial	Aumentada no ombro com impacto à 110° no plano sagital (diferença média = 12°)
Su <i>et al.</i> , 2004	20 nadadores com impacto (11 mulheres e 9 homens) 20 nadadores sem impacto (10 mulheres e 10 homens) 18 a 35 anos	Medida estática com inclinômetro Plano de movimento: escapular Intervalo: 0° - 135°	Rotação superior	Diminuída após treino de natação em grupo com impacto, principalmente nos ângulos correspondentes a maior elevação do membro superior (a 45°, 90° e 135°) (pico da diferença = 4°)
Mell <i>et al.</i> , 2005	13 indivíduos com tendinopatia, sem ruptura de manguito rotador (3 mulheres e 10 homens) 14 indivíduos com ruptura (4 mulheres e 10 homens) 15 indivíduos saudáveis (9 mulheres e 6 homens) 30 a 74 anos	Sensores eletromagnéticos de superfície Plano de movimento: sagital e escapular Intervalo: 0° - 100°	Ritmo escapuloumeral	Indivíduos com ruptura apresentaram maior grau de movimento escapular
			Inclinação Posterior	Nenhuma diferença significativa
			Protração	Nenhuma diferença significativa

QUADRO 1 (continuação): Alterações da cinemática escapular em indivíduos com síndrome do impacto

Laudner <i>et al.</i> , 2006	11 indivíduos com impacto interno 11 indivíduos sem história de dor no ombro 18 a 30 anos Jogadores de baseball sexo masculino	Sensores eletromagnéticos de superfície Plano de movimento: escapular Intervalo: 0° - 120°	Rotação superior	Nenhuma diferença significativa
			Inclinação posterior	Aumentada em grupo com impacto interno (independente do ângulo) (diferença média= 4,9°)
			Elevação	Aumentada em grupo com impacto em ângulo correspondente a maiores elevações do membro superior (30° a 120°; e 60° a 120°) (diferença média= 3.6°)
McClure <i>et al.</i> , 2006	45 indivíduos com impacto (21 mulheres e 24 homens) 45 indivíduos sem impacto (21 mulheres e 24 homens) 24 a 74 anos	Sensores eletromagnéticos de superfície Plano de movimento: sagital e escapular Intervalo: 0° - máx.	Rotação superior	Aumentada durante elevação no plano sagital a 90° e 120° (diferença média = 4,9°) e no plano escapular a 90° (diferença média= 3,8°).
			Inclinação Posterior	Aumentada durante elevação no plano escapular a 120° (diferença média= 3,3°).
			Rotação medial	Nenhuma diferença significativa
Lin <i>et al.</i> , 2011	14 indivíduos com síndrome do impacto (7 atletas amadores e 7 atletas estudantes universitários) 7 indivíduos saudáveis 24,6±1,0 a 26,4± 3,1 anos Atletas de beisebol Sexo masculino	Sensores eletromagnéticos de superfície Plano de movimento: escapular	Rotação superior	Nenhuma diferença significativa
			Inclinação posterior	Diminuída em atletas amadores e estudantes (diferença média=14,1°; 7,1°)
			Elevação	Aumentada em atletas amadores e estudantes (diferença média= 16,4mm; 7,4mm)

## 4 DISCUSSÃO

Este estudo buscou revisar as principais alterações da cinemática escapular de indivíduos com síndrome do impacto. Dentre os estudos que investigaram alterações de rotação superior, os resultados foram divergentes, sendo que a maioria não verificou diferença entre indivíduos com e sem impacto (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; HÉBERT *et al.*, 2002; GRAICHEN *et al.*, 2001; LIN *et al.*, 2011). Porém, dos que verificaram diferenças significativas, a maior parte encontrou rotação superior diminuída (LUDEWIG e COOK, 2000, ENDO *et al.*, 2001; SU *et al.*, 2004), e apenas um estudo encontrou a rotação superior aumentada em indivíduos com impacto (MCCLURE *et al.*, 2006). Ludewig e Cook (2000) encontraram uma ativação diminuída do serrátil anterior nas fases de 31° a 60° de elevação, consistente com a diminuição da rotação superior nessa fase (60°). Após essa fase, a rotação superior ocorreu simultaneamente ao aumento de ativação das porções superior e inferior do trapézio. Esses achados sugerem que essas alterações na atividade do trapézio são usadas para compensar a baixa atividade do serrátil anterior na produção da rotação superior da escápula em indivíduos com síndrome do impacto. Considerando que a população avaliada por Ludewig e Cook (2000) foi composta por trabalhadores da construção civil, que continuaram a trabalhar, apesar dos períodos intermitentes de dor, eles podem ter desenvolvido estratégias de compensação. No estudo de Su *et al.* (2004) a diminuição da rotação superior da escápula de nadadores com síndrome do impacto, após treino de natação, além de dor durante e após o treino, diminuição da força de serrátil anterior e trapézio superior sugerem fadiga dos rotadores superiores da escápula, devido o treino. Em alguns estudos (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999, LAUDNER *et al.*, 2006; LIN *et al.*, 2011), a não observação de diferença significativa pode ser devido ao pequeno tamanho da amostra desses estudos, uma vez que foi verificada uma tendência a uma menor rotação superior em indivíduos com impacto, mas que não foi significativa estatisticamente, ou devido ao fato de ter como referência o ombro contralateral do mesmo indivíduo (HÉBERT *et al.*, 2002), que pode apresentar alteração bilateral, sem diferença detectável entre ombros, considerando que não foram avaliados outros fatores de predisposição à síndrome unilateral. A maior rotação superior da escápula observada no estudo de Mc Clure *et al.*, (2006), pode ser uma estratégia de compensação, devido à restrição de

movimento da articulação glenoumeral, uma vez que o grupo com impacto demonstrou também menor amplitude de movimento de ombro e menor força de manguito rotador. Assim, a maior rotação superior pode ocorrer na tentativa de evitar o impacto subacromial, reduzindo a exigência de movimento na glenoumeral, já que o manguito rotador está ineficiente para estabilizar a cabeça umeral e realizar a elevação do braço.

A maioria dos estudos verificou diferenças de inclinação posterior da escápula em indivíduos com impacto. A alteração mais observada foi a diminuição dessa variável em maiores ângulos de elevação do úmero (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; LUDEWING e COOK, 2000; ENDO *et al.*, 2001; LIN *et al.*, 2011). Nos estudos de Ludewig e Cook (2000) e Lin *et al* (2011), a menor inclinação posterior da escápula foi associada à baixa ativação do serrátil anterior. Porém, essa ativação muscular não foi investigada nos outros estudos citados. A maior inclinação posterior verificada em dois estudos (MCCLURE *et al.*, 2006; LAUDNER *et al.*, 2006) pode ser interpretada como uma resposta compensatória para aumentar o espaço subacromial. Embora a amplitude de inclinação posterior que ocorre durante a elevação do úmero seja substancialmente menor do que a de rotação superior, ela pode ser mais crítica para a adequada obtenção do espaço para os tendões do manguito rotador (FLATOW *et al.*, 1994). O padrão de inclinação posterior diminuído contribui para a aproximação do acrômio aos tendões do manguito rotador, e aumenta o potencial para impacto (FLATOW *et al.*, 1994), principalmente quando a tuberosidade maior se aproxima do aspecto anterior do acrômio, sendo a inclinação posterior importante para elevar a parte anterior do acrômio durante a elevação umeral (LUDEWIG e COOK, 2000). Este tipo de alteração, por ser mais sutil para ser visualizada, é provavelmente, mais difícil de ser avaliada na clínica.

Dos seis estudos que investigaram a rotação medial, dois (LUDEWIG e COOK, 2000; HÉBERT *et al.*, 2002) verificaram diferenças dessa variável, sendo que foi encontrada uma rotação medial aumentada em indivíduos com síndrome do impacto. No estudo de Ludewig e Cook (2000) o fato desse aumento (5.2° e 4.4°) ter variado com o aumento da carga de elevação (2,3 Kg e 4,6 Kg) e não com a fase (sem carga), sugere que essa variável seja mais suscetível de alterações durante atividades com sobrecarga, condição que não foi investigada nos outros estudos (HEBERT *et al.*, 2002; LUKASIEWICZ *et al*, 1999; ENDO *et al*, 2001; LAUDNER *et al.*, 2006; MCCLURE *et al.*, 2006).



Todos os estudos que investigaram a elevação escapular verificaram um aumento dessa variável, principalmente nos ângulos de maior elevação do membro superior. No estudo de Lin *et al.* (2011), a maior elevação da escápula foi associada a uma maior ativação do trapézio superior em atletas com síndrome do impacto. Essa elevação pode ser uma estratégia para aumentar o espaço subacromial e evitar a dor, ou um padrão compensatório secundário à fraqueza ou inadequada ativação dos músculos relacionados a glenoumeral (deltóide e manguito rotador), ou até a uma restrição do movimento glenoumeral devido a alteração na rigidez capsular (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999). Mell *et al.* (2005) sugere que a maior elevação escapular pode ser uma adaptação para lidar com a fraqueza ou ruptura de manguito, sendo que a elevação escapular proporciona melhor tensão no deltóide e no manguito rotador remanescente para a realização da elevação do braço. No entanto, a maioria dos estudos não utilizou estudos de imagem para diagnosticar o estado dos tendões.

Além da baixa ativação muscular (LUDEWIG e COOK, 2000; LIN *et al.*, 2005), outros fatores podem estar associados a essas alterações cinemáticas observadas, e devem ser considerados. Alguns estudos (KEBAETSE *et al.*, 1999; FINLEY *et al.*, 2003), verificaram relação entre postura torácica de cifose ou flexão aumentada e menor inclinação posterior da escápula, menor rotação lateral e menor força muscular de abdutores de ombro. Borstad e Ludewig (2005) investigaram a relação entre comprimento de peitoral menor e cinemática escapular, e verificaram que indivíduos com peitoral menor encurtado apresentaram menor inclinação posterior e maior rotação interna da escápula durante a elevação do braço (BORSTAD e LUDEWIG, 2005). Devido às diversas ligações entre os músculos dos segmentos da coluna e ombro, a postura ou movimentação de um segmento modifica o comprimento de um músculo que atua em outro segmento e conseqüentemente a capacidade do músculo em gerar tensão. São necessários mais estudos que investiguem a relação da cinemática escapular com alinhamento postural de coluna, pelve e membros inferiores, além da possível influência mútua entre musculaturas relacionadas, como oblíquos e serrátil anterior, que se conectam por interdigitações comuns (MYERS, 2003). Além disso, as ligações miofasciais entre os músculos devem ser consideradas e melhor investigadas, uma vez que a miofascia permite a transmissão de tensão entre os músculos (HUIJING *et al.*, 2003), ressaltando a importância de uma visão mais ampliada dos fatores ligados às disfunções

biomecânicas do ombro. Estudos que investiguem esses fatores podem contribuir para o entendimento da patogênese biomecânica da síndrome do impacto.

Anormalidades bilaterais de cinemática escapular foram encontradas em alguns estudos (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; HÉBERT *et al.*, 2002) em indivíduos com síndrome do impacto unilateral. Hebert *et al.* (2002) especula que foi usada uma estratégia neuromuscular que afetou ambos os ombros. Outra possibilidade seria a de uma rigidez capsular generalizada, além da indicação de que a cinemática alterada precede o impacto. Porém, nenhum desses estudos registrou dados eletromiográficos, ou tiveram acompanhamento longitudinal. Além disso, ambos os estudos fizeram a análise da posição estática, limitando sua generalização para atividades dinâmicas.

Dos 10 estudos selecionados para esta revisão, 9 apresentaram diferença em pelo menos uma variável. No entanto, algumas discrepâncias entre os achados de alguns estudos podem refletir as diferenças nas características das amostras para representar a população acometida e detectar as reais diferenças, além de diferentes instrumentos utilizados, tarefas e planos de movimento. Muitos indivíduos saudáveis também apresentam alterações da cinemática escapular, considerando a natureza multifatorial da síndrome, ainda que a cinemática normal seja considerada crucial para a função adequada do complexo do ombro. Além disso, a maioria dos estudos não considerou outros fatores que podem ter interferido na alteração da cinemática quando se comparou indivíduos diferentes, como postura da coluna, rigidez de cápsula, encurtamento e ativação muscular e exposição. Alguns estudos utilizaram métodos de análise do movimento em posições estáticas sucessivas (LUKASIEWICZ *et al.*, 1999; GRAICHEN *et al.*, 2001; ENDO *et al.*, 2001; HEBERT *et al.*, 2002; SU *et al.*, 2004), outros avaliaram o movimento de forma dinâmica (LUDEWIG e COOK, 2000; MELL *et al.*, 2005; LIN *et al.*, 2005; LAUDNER *et al.*, 2006; MCCLURE *et al.*, 2006; LIN *et al.*, 2011). Além da complexidade de avaliar um movimento tridimensional, uma das principais dificuldades da análise do movimento escapular, está no fato do movimento da pele não acompanhar o da escápula, o que dificulta uma fixação externa de um ponto para medida durante o movimento. O uso de marcadores tem adicionais limitações, pois, ou eles são invasivos (intraósseos), ou são “perturbados” pelo movimento da pele (marcadores externos). Por outro lado, estudos que utilizam métodos de imagem capturam a posição estática, o que limita sua generalização para aspectos dinâmicos. Assim, futuros estudos são desejáveis

para tornar a evidência mais consistente e abordar os aspectos não explorados nos estudos apresentados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, as alterações mais observadas em indivíduos com síndrome do impacto foram: diminuição da rotação superior e da inclinação posterior e aumento da elevação e rotação medial da escápula. Como se tratam de estudos transversais, não é possível determinar se as alterações escapulares contribuem para o surgimento da patologia ou seriam uma consequência, como forma de compensação. Estudos longitudinais são necessários para direcionar essa relação e determinar se padrões cinemáticos são preditivos ou consequentes ao desenvolvimento de impacto subacromial. Mas, podemos inferir que uma adequada cinemática é importante para a manutenção do espaço subacromial fisiológico.

A compreensão do padrão de movimento escapular de indivíduos com síndrome do impacto é considerada importante para criar estratégias preventivas, e programas visando a restauração da cinemática adequada. Devido a grande variedade de programas de exercícios para melhorar o padrão de movimento do ombro, alguns enfatizando somente a musculatura do manguito rotador, ou exercícios para todas as musculaturas escapulotorácicas, uma análise clínica da cinemática escapular se torna fundamental. Essa análise nos permite inferir quais musculaturas ativam e geram torque adequadamente durante o movimento funcional, para em seguida usar de testes clínicos específicos e abordagens direcionadas, uma vez que a simples verificação isolada do músculo não prediz necessariamente a função muscular na execução de tarefas do dia-a-dia. Assim, identificar padrões relacionados à síndrome do impacto poderia proporcionar uma avaliação mais funcional na prática clínica. Quanto maior o entendimento da relação entre anormalidades cinemáticas e síndrome do impacto, a especificidade das intervenções terapêuticas evolui, tornando a reabilitação mais efetiva.

## REFERÊNCIAS

BORSTAD JD, LUDEWIG PM. Comparison of Scapular Kinematics Between Elevation and Lowering of the arm in the Scapular Plane. *J Orthop Sports Phys Ther*, v. 17(9–10) p.650–659, 2002.

BORSTAD JD, LUDEWIG PM. The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*. v. 35, n.4, p.227-238, 2005.

BUDOFF, J.E., NIRSCHL, R.P., GUIDI, E.J. Debridement of partial thickness tears of the rotator cuff without acromioplasty. Longterm follow-up and review of the literature. *J. Bone Joint Surg. Am.* v. 80, p.733–748, 1998.

ENDO, K., IKATA, T., KATOH, S., TAKEDA, Y. Radiographic assessment of scapular rotational tilt in chronic shoulder impingement syndrome. *J. Orthop. Sci.* v.6, p.3–10, 2001.

FINLEY MA, LEE RY. Effect of sitting posture on 3-dimensional scapular kinematics measured by skin-mounted electromagnetic tracking sensors. *Arch Phys Med Rehabil.* v. 84, p. 563-568, 2003.

FLATOW, E.L., SOSLOWSKY, L.J., TICKER, J.B., PAWLUK, R.J., HEPLER, M., ARK, J., et al. Excursion of the rotator cuff under the acromion. Patterns of subacromial contact. *Am. J. Sports Med.* v 22, p.779–788, 1994.

GRAICHEN, H., BONEL, H., STAMMBENGER, T., HAUBNER, M., ROHRER, H., ENGLMEIER, K.H., et al. Three-dimensional analysis of the width of the subacromial space in healthy subjects and patients with impingement syndrome. *AJR Am. J. Roentgenol.* v. 172, p.1081– 1086, 1999.

HÉBERT L, MOFFET H, MCFADYEN B, DIONNE C. Scapular behavior in shoulder impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehab* v. 83, p. 60–69, 2002.

HUIJING PA, BAAN GC. Myofascial force transmission: muscle relative position and length determine agonist and synergist muscle force. *J Appl Physiol*, v. 94, p.1092–1107, 2003.

INMAN VT, SAUNDERS JBM, ABBOTT LC. Observation on the function of the shoulder joint. *J Bone Joint Sur*, v. 26, p.1-31, 1944.

KEBAETSE M, MCCLURE P, PRATT NA. Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength, and three-dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil.* v. 80, p. 945–50, 1999.

LAUDNER KG, MYERS JB, PASQUALE MR, BRADLEY JP, LEPHART SM. Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *J Orthop Sports Phys Ther.* v. 36, p. 485-494, 2006.

LIN JJ, HSIEH SC, CHENG WC, CHEN WC, LAI Y. Adaptive patterns of movement during arm elevation test in patients with shoulder impingement syndrome. *Journal of Orthopaedic Research,* v. 29, n. 5, p. 653-657, 2011.

LUDEWIG PM, COOK TM, NAWOCZENSKI DA. Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *J Orthop Sports Phys Ther,* v. 24, p.57–65, 1996.

LUDEWIG, P.M., COOK, T.M. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys. Ther.* V.80, n.3, p.276–291. 2000.

LUDEWIG, PM, PHADKE V, BRAMAN JP, HASSET DR. Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. *J Bone Joint Surg Am.* v. 91, p. 378-89, 2009.

LUDEWIG PM, REYNOLDS JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.,* v. 39, p.90-104, 2009.

LUKASIEWICZ AC, MCCLURE P, MICHENER L, et al: Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. *J Orthop Sports Phys Ther* v.2, p.: 574–586, 1999.

MCCLURE PW, MICHENER LA, KARDUNA AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Phys Ther.* v. 86, p.1075-1090, 2006.

MCCLURE PW, MICHENER LA, SENNETT BJ, KARDUNA AR. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *J Shoulder Elbow Surg,* v. 10, p.269-277, 2001.

MELL AG, LASCALZA S, GUFFEY P, MACIEJEWSKI M, CARPENTER JE, HUGHES RE, et al. Effect of rotator cuff pathology on shoulder rhythm. *J Shoulder Elbow Surg*, v.14, p. 58S-64, 2005.

MICHENER, L.A., MCCLURE, P.W., KARDUNA, A.R. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)* v.18, p.369–379, 2003.

MYERS, TW. *Trilhos Anatômicos: Meridianos Miofasciais para Terapeutas Manuais e do Movimento*. Ed. 1. Editora Manole, São Paulo. 280 p., 2003.

NEER II, C.S.: Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg [Am]* v.54, p. 41-50, 1972.

NEUMANN, D.A. *Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: Fundamentos para a reabilitação física*. Ed. 1º Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. Cap. 5, p. 145-398, 2006.

OSTOR AJ, RICHARDS CA, PREVOST AT, SPEED CA, HAZLEMAN BL. Diagnosis and relation to general health of shoulder disorders presenting to primary care. *Rheumatology* ;v.44, p.800-5, 2005.

PAINE RM, VOIGHT M: The role of the scapula. *J Orthop Sports Phys Ther*, v. 18, n. 1, p.386-391, 1993.

SU KP, JOHNSON MP, GRACEY EJ, KARDUNA AR. Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: practice effects. *Med Sci Sports Exerc*. V.36, p.1117-1123, 2004.

SVENDSEN SW, BONDE JP, MATHIASSEN SE, STENGAARD-PEDERSEN K, FRICH LH. Work related shoulder disorder: quantitative exposure-response relations with reference to arm posture. *Occup Environ Med.*, v. 61, p.844–53, 2004.

TEECE RM, LUNDER JB, LLOYD AS, KAISER AP, Ciminski CJ, Ludewig PM. Three-dimensional acromioclavicular joint motions during elevation of the arm. *J Orthop Sports Phys Ther*, v. 38, n. 4, p.81–190, 2008.

VAN DER WINDT DAWM, KOES BW, DE JONG BA, BOUTER LM. Shoulder disorders in general practice: Incidence, patient characteristics, and management. *Ann Rheum Dis.* v.54, n.12, p.959–964. 1995.

VEEGER HE and VAN DER HELM FC 2007 Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability *J Biomech*, v. 40, p.2119-29, 2007.