

Jefferson Abreu Gonçalves

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE EXERCÍCIOS ABDOMINAIS:
uma revisão de literatura.

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

Jefferson Abreu Gonçalves

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DE EXERCÍCIOS ABDOMINAIS:
uma revisão de literatura.

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

Orientador: Prof. MS. Ricardo Luiz Carneiro

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2011

AGRADECIMENTO

Obrigado Deus por me dar vida e saúde para correr atrás dos meus sonhos. Agradeço à minha mãe Lúcia, responsável pela pessoa que sou e por tudo que acontece de bom na minha vida, sem ela nada disso seria possível.

Ao meu pai Álisson e a minha maravilhosa família pelo apoio e confiança.

À Vanessa e família pelo amor, incentivo e companheirismo.

Aos meus colegas de infância Luiz e Jojó e aos meus verdadeiros irmãos, Vinícius, Thales, Marcos, Júlio, Brunão, Robert e Henrique que estiveram do meu lado me dando força ao longo de toda essa jornada.

A todos os Cornetas que fizeram com que esse caminho fosse mais agradável.

Agradeço a todos os professores e funcionários da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, que passaram seus conhecimentos para que pudesse me tornar um profissional de Educação Física.

Agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para esta conquista, muito obrigado!

RESUMO

A musculatura abdominal é uma das mais importantes do sistema músculo esquelético. Estes músculos são de extrema importância para a estabilização da coluna lombar e para a contenção do conteúdo abdominal, além de possuir papel de destaque na manutenção de uma boa postura. Desta forma, a prática de exercícios abdominais tem aumentado na última década visando à prevenção e/ou reabilitação de lombalgia e à melhoria da estética (BIRD *et al.*, 2006; DRYSDALE *et al.*, 2004). Segundo Cram *et al.* (1998), a eletromiografia (EMG) é um método de medição que pode determinar diretamente parâmetros biomecânicos internos do corpo humano durante o movimento, e de maneira não invasiva. Através da mesma, investigações têm sido conduzidas a fim de determinar a maneira mais eficiente e correta de se realizar exercícios abdominais (VAZ *et al.*, 1991; SHIRADO *et al.*, 1995; WILLETT *et al.*, 2001). No entanto, ainda não está descrito na literatura qual exercício seria mais indicado para cada músculo da região abdominal. A partir deste pressuposto, o objetivo deste estudo foi revisar a literatura sobre análises eletromiográficas dos músculos abdominais, observando dentre os vários exercícios investigados e suas variações, quais produzem maiores ativações elétricas e, discutir, quais desses exercícios são mais efetivos para o treinamento dos músculos: reto abdominal (porção superior e porção inferior), oblíquo externo e reto femoral. Este trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura do período de 1991-2011. Somente cinco estudos observaram diferença significativa na ativação das porções superior e inferior do músculo reto abdominal. A variação da posição dos membros inferiores não mostrou diferença significativa no sinal EMG de ambas as porções do reto abdominal para o exercício abdominal convencional. Para o músculo reto femoral os exercícios que tem como característica a flexão do quadril tiveram um maior sinal EMG em comparação aos que só realizam a flexão do tronco. Realizar exercícios abdominais em superfícies instáveis aumenta a atividade da musculatura abdominal, principalmente do oblíquo externo. A utilização de aparelho para a execução do abdominal, se comparado ao abdominal convencional, não apresenta diferença significativa na EMG dos músculos responsáveis por esse exercício. Para intensificar o treinamento dos músculos abdominais, a utilização de cargas adicionais e inclinação da superfície foram constatadas como medidas eficientes para o alcance desse objetivo. O abdominal convencional mostrou-se como o exercício mais eficaz no treinamento do músculo reto abdominal como um todo, e na diminuição da ativação dos músculos flexores de quadril, quando executado de forma correta.

Palavras-chave: Exercício abdominal. Eletromiografia. Músculos abdominais.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Coluna vertebral.....	17
FIGURA 2. Músculos do dorso: Vista posterior (Camada intermediária).....	18
FIGURA 3. Músculos do dorso: Vista posterior (Camada profunda).....	19
FIGURA 4. Músculos da região abdominal: Vista anterior (Camada superficial).....	21
FIGURA 5. Músculos da região abdominal: Vista anterior (Camada profunda).....	22
FIGURA 6. Músculos da região pélvica.....	23
FIGURA 7. Flexão toracolombar.....	27
FIGURA 8. Extensão toracolombar.....	28
FIGURA 9. Rotação axial toracolombar.....	29
FIGURA 10. Flexão lateral toracolombar.....	30
FIGURA 11. Compressão.....	32
FIGURA 12. Cisalhamento.....	33
FIGURA 13. Tensão.....	33
FIGURA 14. Torção.....	34
FIGURA 15. Abdominal convencional.....	38
FIGURA 16. Abdominal convencional com peso.....	39
FIGURA 17. Abdominal convencional com caneleiras de 10% da massa corporal.....	39
FIGURA 18. Abdominal convencional com aparelho.....	40
FIGURA 19. Abdominal convencional em uma prancha inclinada 15°.....	40
FIGURA 20. Abdominal convencional na bola (pés apoiados no chão).....	41
FIGURA 21. Abdominal convencional na bola (pés apoiados em um banco).....	42
FIGURA 22. Abdominal convencional na bola (pés apoiados em um banco).....	42
FIGURA 23: Abdominal convencional na tábua propioceptiva redonda.....	43
FIGURA 24: Abdominal convencional na tábua propioceptiva redonda.....	43

FIGURA 25: Abdominal com máxima extensão de cervical.	44
FIGURA 26: Abdominal com máxima flexão de cervical.	44
FIGURA 27: Abdominal com máxima flexão de cervical com a pélvis estabilizada.	45
FIGURA 28: Abdominal com bola (apoiando os pés).	46
FIGURA 29: Abdominal inverso.	46
FIGURA 30: Abdominal inverso na prancha inclinada 15°.	47
FIGURA 31: Abdominal inverso com elevação de quadril na prancha inclinada 15°.	47
FIGURA 32: Abdominal oblíquo solo.	48
FIGURA 33: Abdominal completo.	49
FIGURA 34: Aparelho Ab Swing com suas diferentes zonas de intensidade (A, B e C).....	49
FIGURA 35: Abdominal no aparelho AB swing: Principiante.....	50
FIGURA 36: Abdominal no aparelho AB swing: Intermediário.	50
FIGURA 37: Flexão de quadril em suspensão no espaldar.....	50
FIGURA 38: Abdominal remador.....	51
FIGURA 39: Canivete.....	51
FIGURA 40: Abdominal utilizando Ab-slide.	52

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 Terminologia que descreve a osteocinémática da coluna vertebral	26
QUADRO 2 Ações de alguns músculos do tronco.....	31
QUADRO 3 Resumo dos estudos	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMG	–	Eletromiografia
CV	–	Coluna vertebral
MS	–	Membros superiores
MI	–	Membros inferiores
FIG	–	Figura
CL	–	Contralateral
IL	–	Ipsilateral
BL	–	Bilateral
UL	–	Unilateral
SÉR	–	Séries
REP	–	Repetições
DUR	–	Duração
INT	–	Intervalo
VEL	–	Velocidade
MIN	–	Minutos
“	–	Segundos
MÁX	–	Máximo
CVM	–	Contração voluntária máxima
ISO	–	Isométrico
DIN	–	Dinâmico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos.....	12
1.1.1 Objetivos gerais	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
1.2 Justificativa	12
2 METODOLOGIA.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Anatomia	15
3.1.1 Anatomia Esquelética da Coluna Vertebral	15
3.1.2 Anatomia Muscular da Coluna Vertebral.....	17
3.1.3 Anatomia Esquelética da Caixa Torácica.....	19
3.1.4 Anatomia Muscular da Região Abdominal	20
3.1.5 Estrutura e Função do Músculo Estriado Esquelético	23
3.1.6 Força Muscular	24
3.2 Cinesiologia	26
3.2.1 Osteocinemática da coluna vertebral.....	26
3.2.2 Cinemática da flexão e extensão na região toracolombar	27
3.2.3 Cinemática da flexão lateral	28
3.2.4 Cinemática da flexão lateral	29
3.2.5 Ações musculares	30
3.3 Biomecânica	31
3.3.1 Compressão axial.....	32
3.3.2 Cisalhamento	32
3.3.3 Tensão.....	33
3.3.4 Torção	34
3.4 Eletromiografia.....	34
3.5 Exercício abdominal.....	36
3.6 Descrição dos exercícios abdominais.	37
3.6.1 Abdominal convencional.....	38
3.6.2 Abdominal convencional com peso.....	38
3.6.3 Abdominal convencional com caneleiras presas aos braços.	39
3.6.4 Abdominal com aparelho.	39
3.6.5 Abdominal convencional em uma prancha inclinada 15°.	40

3.6.6 Abdominal convencional na bola (pés apoiados no chão).	41
3.6.7 Abdominal convencional na bola (pés apoiados em um banco).	41
3.6.8 Abdominal convencional com os pés apoiados em um banco.	42
3.6.9 Abdominal convencional na tábua proprioceptiva redonda.	42
3.6.10 Abdominal convencional (braços estendidos e paralelos ao tronco com as palmas das mãos apoiadas no colchão os dedos esticados).	43
3.6.11 Abdominal com máxima extensão de cervical.	44
3.6.12 Abdominal com máxima flexão de cervical.	44
3.6.13 Abdominal convencional com máxima flexão de cervical e pélvis estabilizada.	45
3.6.14 Abdominal com bola (apoiando os pés).	45
3.6.15 Abdominal inverso.	46
3.6.16 Abdominal inverso na prancha inclinada 15°.	46
3.6.17 Abdominal inverso com elevação de quadril na prancha inclinada 15°.	47
3.6.18 Abdominal oblíquo solo.	48
3.6.19 Abdominal completo.	48
3.6.20 Abdominal realizado no aparelho AB swing em dois níveis: Principiante e intermediário.	49
3.6.21 Flexão de quadril em suspensão no espaldar.	50
3.6.22 Abdominal remador.	51
3.6.23 Canivete.	51
3.6.24 Abdominal utilizando Ab-slide.	52
4 RESULTADOS	53
5 DISCUSSÃO	65
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e tecnológicos têm ampliado suas áreas de conhecimento em diversas disciplinas, o que possibilita melhorias significativas em diversos aspectos relacionados à vida do ser humano. Hoje em dia, a prática de atividade física vinculada às academias é cada vez mais comum. Dentre as diversas modalidades de prática encontram-se a musculação e as aulas coletivas de ginástica, nas suas mais variadas formas. Independente do tipo de treino observa-se um crescente interesse nos exercícios abdominais. Além desta prática nas academias, o mesmo fenômeno também pode ser observado nas aulas de ginástica realizadas em escolas, clubes e na própria residência. Dessa forma, há uma crescente variedade de movimentos elaborados para fortalecer a musculatura abdominal.

Este interesse pelos exercícios abdominais parece estar vinculado, na grande maioria das vezes, a estética corporal, ou seja, os praticantes de maneira errônea visam reduzir as gorduras localizadas nessa região e dão muita importância à aparência como uma forma de satisfazer seus desejos e de mostrar uma imagem confiante. Naturalmente, isso depende de cada indivíduo, já que também existem aqueles que se preocupam com a postura e, por isso, desejam fortalecer seus músculos abdominais, uma vez que esta musculatura é utilizada para estabilização do tronco além de a mesma ser usada na respiração.

Os músculos anteriores e laterais do tronco, além de suas funções na sustentação das vísceras abdominais e na respiração, estão relacionados com os movimentos do tronco como flexão, inclinação lateral e rotação. Estes músculos são formados por grandes bainhas musculares dispostas em várias camadas. As fibras de cada camada correm em direção diferente das camadas seguintes, o que contribui para a força das camadas combinadas. Uma disposição similar de fibras é vista na região torácica, na qual os intercostais internos e externos representam duas camadas correspondentes aos músculos oblíquos abdominais internos e externos, segundo Lehmkuhl; Smith (1989). Afirma Shankar (2002), que os exercícios abdominais são aceitos como os exercícios de fortalecimento mais importantes para a região lombar. São muitas as formas de realizar esses exercícios como, por exemplo, abdominais com joelhos flexionados e os pés no solo, contrações isométricas e abdominais com quadril e joelhos flexionados a 90° dentre outros.

De acordo com Axler e McGill (1997), vários exercícios são necessários para treinar todos os músculos abdominais e, esses exercícios, para serem prescritos dependem de uma

série de variáveis, como nível de condicionamento físico, objetivos, histórico de lesões ou dores na região lombar e quaisquer outros fatores específicos para o indivíduo.

Investigações têm sido conduzidas a fim de determinar a maneira mais eficiente e correta de se realizar exercícios abdominais, principalmente por meio da eletromiografia (EMG) (BIRD *et al.*, 2006; ESCAMILLA *et al.*, 2006; NEGRÃO FILHO *et al.*, 2003; BANKOFF e FURLANI, 1986). Esta, segundo Cram *et al.* (1998), é um método de medição, que pode determinar diretamente parâmetros biomecânicos interno do corpo humano durante o movimento e de maneira não invasiva. A EMG fornece fácil acesso aos processos fisiológicos que são causados por estímulos neurais que geram tensão muscular para realizar movimentos articulares. A utilização da EMG auxilia a compreensão da participação muscular nas atividades físicas e propicia um melhor entendimento do desempenho (GOWAN *et al.*, 1987), esse método reflete a soma algébrica dos potenciais de ação das unidades motoras ativas no mesmo instante (DeLUCA, 1997).

Na literatura observaram-se diferentes resultados comparando a porção superior do reto abdominal com a porção inferior desse mesmo músculo. Enquanto que Willett *et al.* (2001), Lima e Pinto (2006) não acharam em seus estudos diferenças significantes entre as duas porções, Pardal *et al.* (2003) obtiveram maior ativação do sinal eletromiográfico para a porção inferior. Segundo Ross *et al.* (1993) ,quando bem desenvolvidos estes músculos tendem a aumentar a lordose lombar.

Também já foi documentado na literatura que durante a prática de exercícios abdominais a atividade elétrica dos músculos reto abdominal e oblíquo externo não apresenta diferença significativa quando realizada com e sem a utilização de aparelhos específicos para este exercício (VAZ *et al.*, 1999).

Entretanto, ainda existem dúvidas na literatura acerca da eficácia da utilização de aparelhos em exercícios abdominais (LIZARDO *et al.*, 2007; BIRD *et al.*, 2006; ESCAMILLA *et al.*, 2006) e, apesar disso, novos aparelhos para exercícios abdominais são lançados no mercado e muito difundidos na prática do treinamento de força, contudo, sem haver uma análise sistemática dos mesmos.

Este estudo poderá propiciar importantes contribuições para os atletas, mas principalmente para Educadores Físicos e Fisioterapeutas, já que a maior atividade elétrica dos músculos abdominais em determinados exercícios constitui a base teórica para o direcionamento do treinamento esportivo e de programas de prevenção e reabilitação para lesões articulares ou neuromusculares.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos gerais

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura a fim de verificar quais os melhores exercícios para a ativação dos músculos abdominais.

1.1.2 Objetivos específicos

O objetivo deste estudo foi revisar a literatura sobre análises eletromiográficas dos músculos abdominais observando dentre os vários exercícios encontrados quais produzem maiores ativações elétricas.

Verificar se existe ou não diferença significativa na ativação muscular nas diferentes porções (superior ou inferior) do músculo reto abdominal em diferentes tipos de exercícios abdominais.

1.2 Justificativa

A musculatura abdominal, indubitavelmente, é uma das mais importantes que compõem o nosso corpo. Esta musculatura é de extrema importância para as funções de sustentação e contenção do conteúdo abdominal, além de possuir papel de destaque na postura normal da pelve, sendo responsável indiretamente pela curvatura da coluna lombar e de grande importância na postura do corpo (DI DIO; AMATUZZI; CRICENTI, 2002; WEINECK, 1986).

A coluna lombar é a única estrutura óssea presente na região abdominal. Com isso, os órgãos desta região são protegidos pelos músculos da parede abdominal. Esta parede é formada pelos músculos: oblíquo externo, oblíquo interno, transverso do abdômen, piramidal e reto abdominal (DANGELO e FATTINI, 2004). Estes músculos são responsáveis pela flexão do tronco (HAMILL e KNUTZEN, 2008).

Desta forma, a prática de exercícios abdominais tem aumentado na última década visando à prevenção e/ou reabilitação das dores na região lombar da coluna (lombalgia), a melhoria do desempenho atlética e a crescente busca da estética que é divulgada pela nossa sociedade, especialmente na mídia (BIRD *et al.*, 2006; DRYSDALE *et al.*, 2004; NEGRÃO FILHO *et al.*, 2003; PETROFSKY *et al.*, 2005; STERNLICHT *et al.*, 2005).

Em função disso, estudos eletromiográficos relacionados com a execução de diferentes exercícios abdominais têm investigado o comportamento dos músculos abdominais e cervicais (BANKOFF; FURLANI, 1986; DRYSDALE *et al.*, 2004; NEGRÃO FILHO *et al.*, 2003; WILLETT *et al.*, 2001), da ação simultânea dos músculos abdominais e flexores do quadril (GUIMARÃES; CRESCENTE, 1984; VAZ *et al.*, 1991) e dos músculos trapézio superior e esternocleidomastóideo (CANDOTTI, 2010).

No entanto, ainda não está descrito na literatura qual exercício seria mais indicado para cada músculo da região abdominal uma vez que, trata-se de um assunto com resultados controversos.

Nesta realidade torna-se fundamental que a prática desses exercícios seja realizada de forma adequada, de modo que não gere compensações e ajustes musculares de outros grupos musculares desnecessários.

2 METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura do período de 1991-2011, realizada através do uso da base de dados, Portal Capes, *Scielo*, *PubMed* e *Medline*. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: *Abdominal exercise*; *Electromyography* e as similares em português. Foram selecionados artigos, dissertações e monografias de interesse para o estudo, ou seja, aqueles que faziam referência, em seus dados, a aspectos relacionados aos tipos de abdominais e métodos de análise da ativação da musculatura envolvida nesta tarefa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Anatomia

Um excelente e amplo conceito de Anatomia foi proposto em 1981 pela *American Association of Anatomists*: anatomia é a análise da estrutura biológica, sua correlação com a função e com as modulações de estrutura em resposta a fatores temporais, genéticos e ambientais. Tem como metas principais a compreensão dos princípios arquitetônicos da construção dos organismos vivos, a descoberta da base estrutural do funcionamento das várias partes e a compreensão dos mecanismos formativos envolvidos no desenvolvimento destas. A amplitude da anatomia compreende, em termos temporais, desde o estudo das mudanças em longo prazo da estrutura, no curso de evolução, passando pelas das mudanças de duração intermediária em desenvolvimento, crescimento e envelhecimento; até as mudanças de curto prazo, associadas com fases diferentes de atividade funcional normal.

3.1.1 Anatomia Esquelética da Coluna Vertebral

A coluna vertebral (CV) é o eixo principal do corpo humano, sendo um suporte rígido e flexível composto por trinta e três (33) vértebras, dividido em quatro segmentos: cervical C1 – C7, torácica T1 – T12, lombar L1 – L5, sacrais S1 – S5 e coccígeas que são em número de quatro, de modo que vinte e quatro (24) delas são móveis proporcionando os movimentos do tronco (HAMILL e KNUTZEN, 2008).

Segundo Rasch (1991), o segmento da coluna apresenta três curvaturas fisiológicas, sendo a torácica considerada primária por estar presente ao nascimento e a cervical e a lombar consideradas secundárias se desenvolvendo devido o bebê começar a sustentar a cabeça (cervical), e a sentar-se por vontade própria (lombar).

As vértebras apresentam elementos básicos que são o corpo vertebral e o arco neural, porém esses elementos podem apresentar formas diferentes em cada região da coluna (KAPANDJI, 2000).

A região cervical é composta por sete (7) vértebras que formam uma curvatura convexa no lado anterior do corpo, sendo que as duas (2) primeiras vértebras dessa região diferem-se das demais. A primeira vértebra cervical é denominada atlas e não apresenta corpo vertebral. Já segunda vértebra é conhecida como áxis e apresenta o processo odontóide, uma

proeminência óssea que se articula com a vértebra atlas proporcionando os movimentos da cabeça. Já a sétima vértebra cervical, C7, é denominada vértebra proeminente, pois seu processo espinho é mais longo do que os das vértebras de C3 a C6. (SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997).

Quanto à região torácica, é considerada a região da coluna vertebral com maior restrição de movimentos, devido a suas vértebras se articularem com as costelas. Esta região é formada por vértebras que aumentam de tamanho no sentido craniocaudal, sendo que T12 é maior que T1 (HAMILL e KNUTZEN, 2008). As vértebras dessa região, além de serem maiores que as vértebras cervicais, elas também apresentam as fôveas costais, região que se articula com as costelas (MOORE e DALLEY, 2001).

A coluna lombar é a região principal para a sustentação do peso corporal e é constituída por cinco (5) vértebras. Estas vértebras são largas, tendo seus corpos alargados mais lateralmente do que ântero-posteriormente. Elas também são mais largas verticalmente na região anterior do que na região posterior, seus pedículos são curtos, os processos espinhosos são largos e os processos transversos pequenos (HAMILL e KNUTZEN, 2008). Os discos intervertebrais desta região são mais espessos, contribuindo para a mobilidade desta região da coluna vertebral (KAPANDJI, 2000).

Já a região sacral é a fusão de cinco (5) vértebras sacrais. O sacro tem formato de cunha e situa-se entre os ossos do quadril, fechando posteriormente a pelve. Logo abaixo do sacro encontra-se o cóccix, que é formado pela fusão de três (3) a quatro (4) vértebras coccígenas.

A coluna vertebral tem como função proteger a medula espinhal e os nervos, suportar o peso do corpo, atuar na postura e locomoção, além de desempenhar um importante papel nas funções dos membros superiores (MS) e membros inferiores (MI).

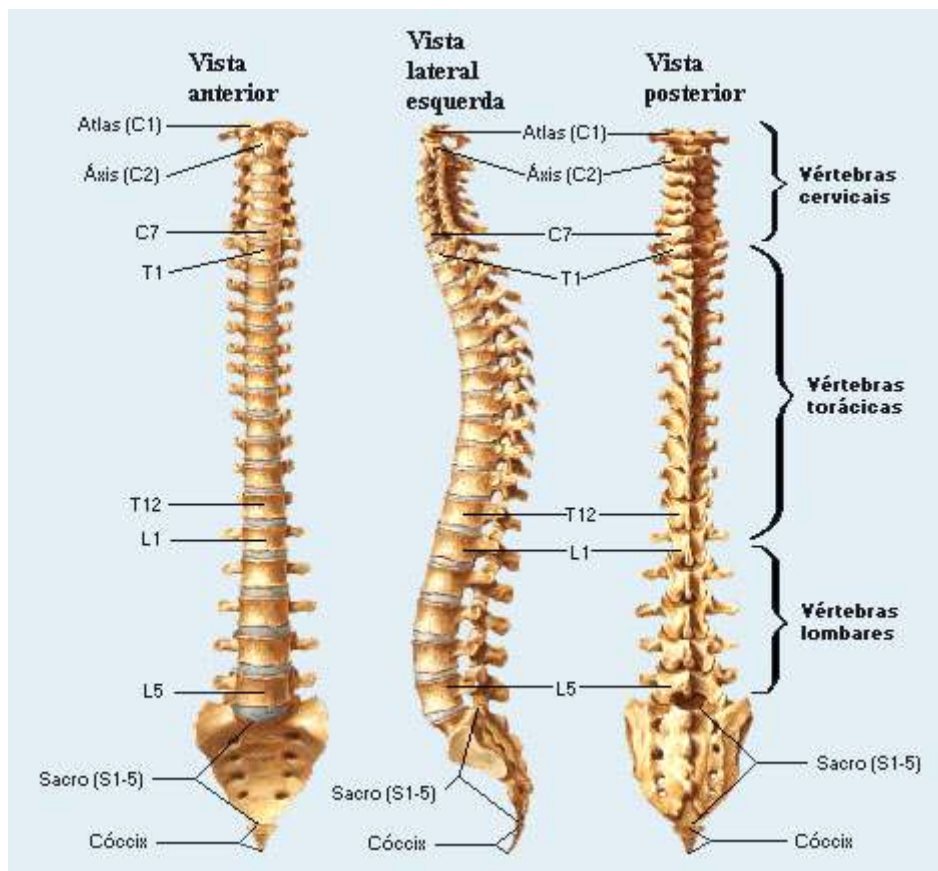


FIGURA 1. Coluna vertebral.

Fonte: NETTER, 2000.

3.1.2 Anatomia Muscular da Coluna Vertebral

A estabilização da coluna vertebral, tanto lateral quanto anteroposterior, depende principalmente da força muscular. Portanto, se houver um desequilíbrio muscular a coluna vertebral fica sujeita a deformidades e lesões (BANKOFF, 2007).

Os músculos da coluna vertebral são divididos em superficiais e profundos. Os superficiais são os eretores da espinha (espinhal, longuíssimo e iliocostal) e o esplênio do pescoço. Já os músculos profundos são o longo do pescoço, inter-espinhais, inter-transversos, multífidos, psoas maior, rotadores e semi-espinhal (FLOYD e THOMPSON, 2002).

Os músculos eretores da espinha se originam na região inferior do ligamento nucal, nas espinhas cervicais, torácicas e lombares, na região inferior das nove (9) primeiras vértebras, na crista íliaca e na região posterior do sacro. Eles se inserem no processo mastóide do osso temporal, nas espinhas cervicais, torácicas e lombares e nas doze (12) costelas. Suas ações são extensão, flexão lateral e rotação do tronco (HALL, 2005).

Já o músculo esplênio do pescoço tem origem nos processos espinhas da terceira até a sexta vértebra torácica, na parte inferior do ligamento nugal, nos processos espinhosos da sétima vértebra cervical e das quatro (4) primeiras vértebras torácicas. Ele se insere no processo mastóide do osso temporal e nos processos transversos das três (3) primeiras vértebras cervicais. Suas ações são extensão da cabeça e pescoço, rotação e flexão lateral (FLOYD e THOMPSON, 2002).

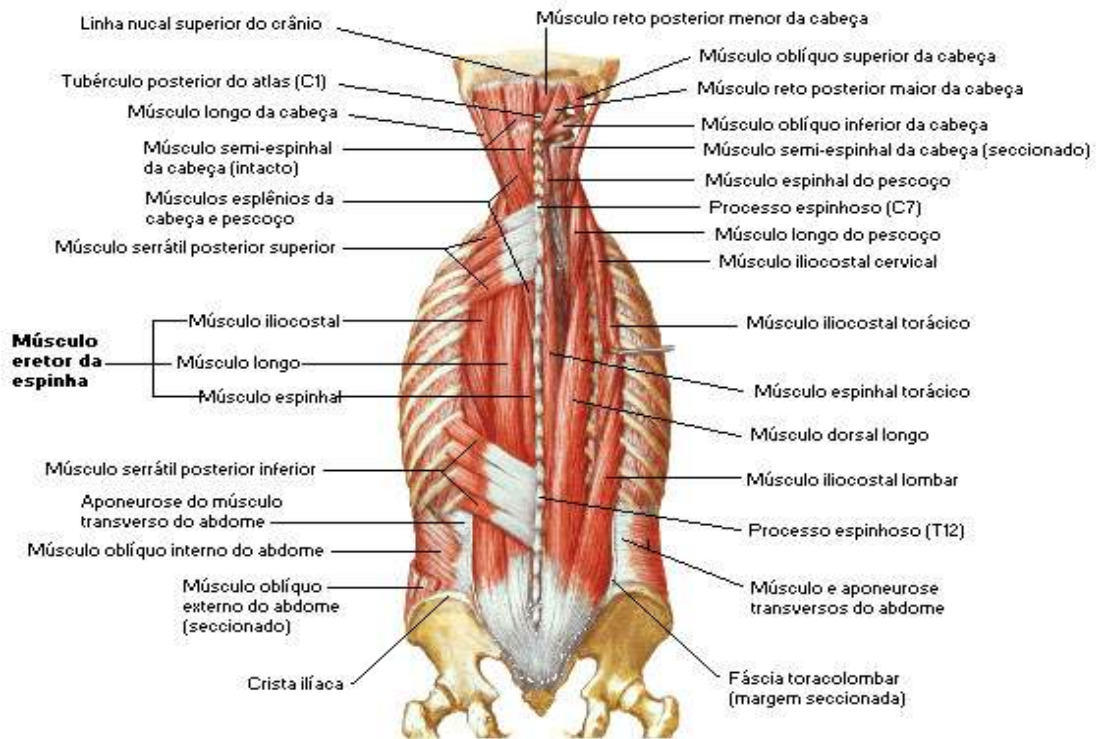


FIGURA 2. Músculos do dorso: Vista posterior (Camada intermediária).

Fonte: NETTER, 2000.

O músculo longo do pescoço é dividido em oblíquo superior, oblíquo inferior e vertical. O músculo oblíquo superior tem origem nos processos transversos da terceira a quinta vértebra cervical e se insere no arco anterior do atlas. O músculo oblíquo inferior tem origem nos corpos das três (3) primeiras vértebras torácicas e se insere nos processos transversos da quinta e da sexta vértebra cervical. Já o músculo vertical tem origem nos corpos da quinta a sétima vértebras cervicais e nas três (3) primeiras vértebras torácica e se insere na superfície anterior dos corpos da segunda à quarta vértebra cervical. Esses três (3) músculos têm a mesma ação, realizar a flexão da coluna cervical (FLOYD e THOMPSON, 2002).

Os músculos multifídios, inter-espinhais, inter-transversos, rotadores e elevadores das costelas formam os músculos espinhais profundos. Esses músculos têm origem nos processos posteriores das vértebras e no sacro posterior e se inserem nos processos espinhosos e

transversos das vértebras. Esses músculos proporcionam a extensão, flexão lateral e rotação do tronco (HALL, 2005).

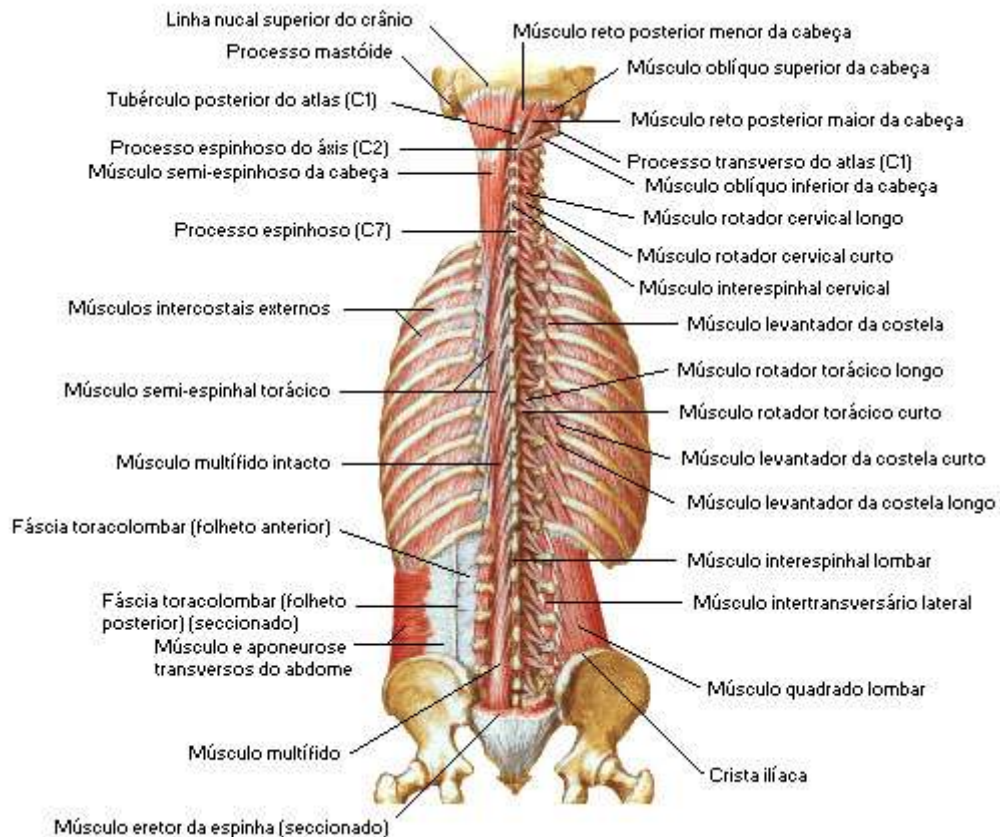


FIGURA 3. Músculos do dorso: Vista posterior (Camada profunda).

Fonte: NETTER, 2000.

3.1.3 Anatomia Esquelética da Caixa Torácica

O tórax fica entre o pescoço e o abdômen é considerado a região superior do tronco. Ele é formado por doze (12) pares de costelas, pelo osso esterno e pelas doze (12) vértebras torácicas (DANGELO e FATTINI, 2004).

O esterno se localiza na região anterior do tórax sendo um osso plano e estreito, dividido em três (3) partes, manúbrio, corpo e processo xifóide. O manúbrio é a parte superior do esterno e se articula com a primeira costela e com as duas (2) clavículas. O corpo do esterno articula-se com as cinco (5) primeiras costelas e pode variar de largura, afilando-se na direção crânio-caudal. Já o processo xifóide é a parte mais inferior do esterno. Não há nenhuma costela articulada ao xifóide, porém ele serve como ponto de inserção para alguns músculos abdominais. (TORTORA, 2000).

As costelas estão divididas em verdadeiras, que se fixam na região anterior diretamente ao esterno, e em falsas que não se fixam diretamente ou nem se prendem ao esterno. Os sete (7) primeiros pares são considerados costelas verdadeiras e os outros cinco (5) pares considerados costelas falsas. Dos cinco (5) pares falsos, três (3) pares prendem-se indiretamente ao esterno e dois (2) pares ficam com suas extremidades livres. Posteriormente, todas as costelas se articulam com as vértebras torácicas (FLOYD e THOMPSON, 2002).

3.1.4 Anatomia Muscular da Região Abdominal

A única estrutura óssea presente no abdômen é a coluna lombar, de modo que os órgãos da cavidade abdominal são protegidos pela musculatura da parede abdominal. Esta musculatura age sobre os movimentos do tronco, na manutenção da postura ereta e estabiliza a pelve quando os MI se movem. A parede abdominal anterior consiste de quatro músculos divididos em dois grupos: o reto abdominal e o oblíquo externo, que são superficiais e o oblíquo interno e o transverso abdominal, que são profundos. O iliopsoas também pode ser considerado por estar na parede abdominal ântero-inferior e estar envolvido na maioria dos exercícios abdominais.

O músculo reto abdominal é o músculo mais superficial da parede abdominal, ele é envolvido por uma bainha fibrosa (a bainha do reto), que é formada pelas aponeuroses dos músculos oblíquos interno e externo e do transverso abdominal. Estas aponeuroses se unem centralmente para formar a linha Alba. A porção superior da bainha do reto possui características distintas da sua porção inferior.

Na porção superior do músculo, a aponeurose do músculo oblíquo interno se divide em duas, uma parte que passa atrás e a outra, em frente do reto. A aponeurose do transverso abdominal se funde com a porção posterior da bainha e a aponeurose do oblíquo externo se funde com a bainha anterior.

Na porção inferior, as aponeuroses dos músculos transverso abdominal e oblíquos, passam em frente ao músculo reto abdominal. Isto faz com que o reto abdominal seja menos visto nessa região.

Sua origem ocorre no processo xifóide e na quinta, sexta e sétima cartilagem costal. Já sua inserção é feita na sínfise púbica e crista púbica (KAPANDJI, 2000). Ele é o principal músculo flexor da CV, de modo que seu fortalecimento previne lesões e deformidades provocadas por hiperextensão da coluna lombar (HALL, 2005).

O músculo oblíquo externo localiza-se na região anterior e lateral do abdômen (SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997). Ele tem origem nas sete (7) últimas costelas e se interdigita com os músculos serrátil anterior e grande dorsal (KAPANDJI, 2000). A inserção das fibras posteriores ocorre na crista ilíaca, já as fibras anteriores fixam-se a uma aponeurose que se liga a linha alba (DANGELO e FATTINI, 2004).

O músculo oblíquo interno fica abaixo do músculo oblíquo externo e basicamente se localiza na mesma região, de modo que suas fibras se cruzam. Sua origem ocorre no ligamento inguinal, na crista do ílio e na aponeurose toracolombar (SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997). A sua inserção ocorre na bainha do músculo reto abdominal que se fixará a linha alba (DANGELO e FATTINI, 2004).

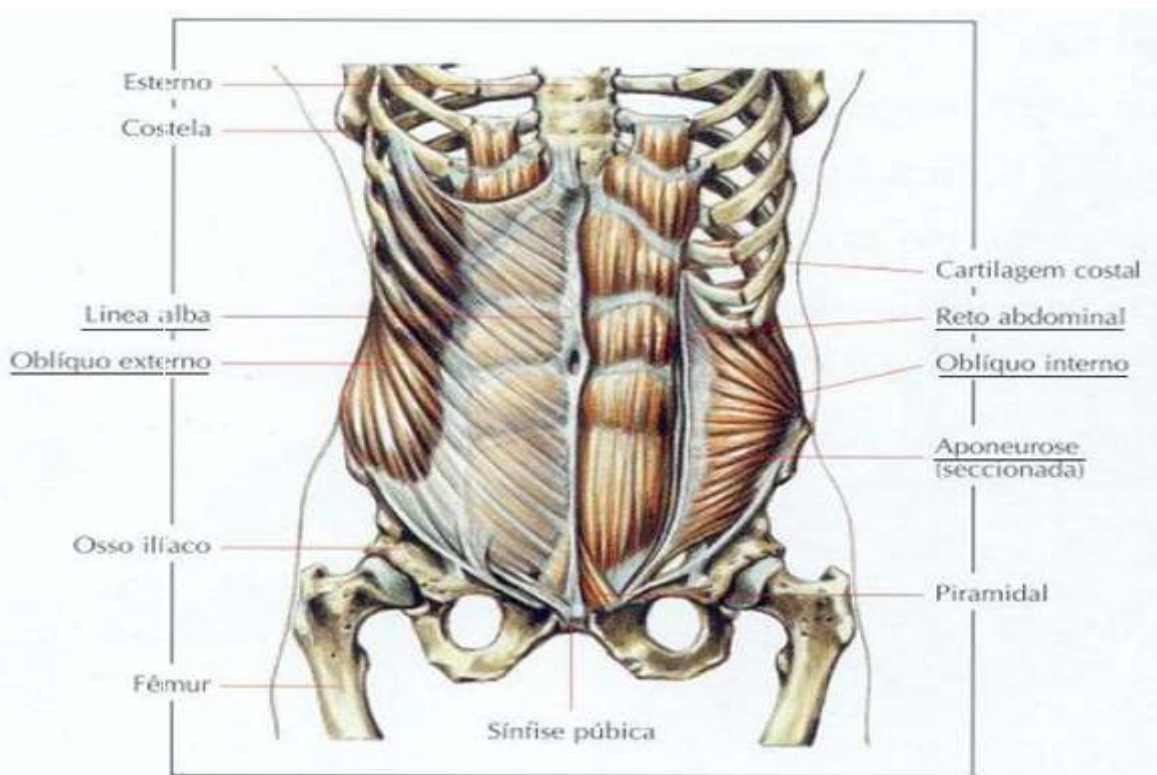


FIGURA 4. Músculos da região abdominal: Vista anterior (Camada superficial).

Fonte: DELAVIER, F., 2000.

O músculo transverso do abdômen tem suas fibras dispostas transversalmente e é o músculo mais interno da parede abdominal (KAPANDJI, 2000). Este músculo tem sua origem nas últimas costelas, na aponeurose toracolombar e na crista ilíaca. Este músculo se insere através de uma aponeurose na linha alba, na crista púbica e na linha pectínea do púbis (MOORE e DALLEY, 2001).

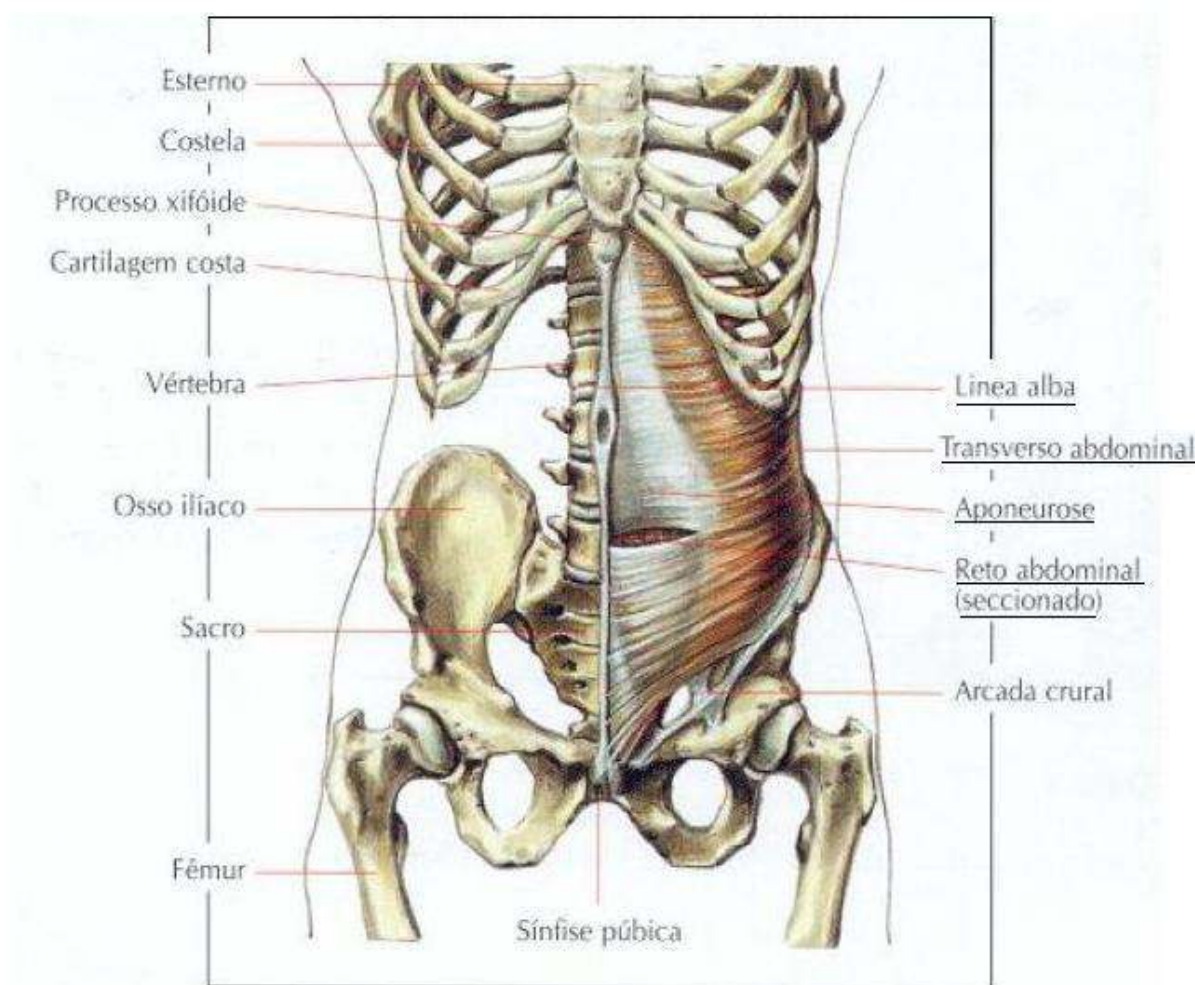


FIGURA 5. Músculos da região abdominal: Vista anterior (Camada profunda).

Fonte: DELAVIER, F. 2000.

O grupo iliopsoas é dividido em três músculos: psoas maior, psoas menor e íliaco. Como suas ações são as mesmas, estes músculos são geralmente definidos como músculo iliopsoas. O músculo psoas maior tem como origem as superfícies ventrais dos processos transversos de todas as vértebras lombares, lado dos corpos e discos intervertebrais das últimas vértebras torácicas e de todas as vértebras lombares e sua inserção no aspecto posterior do trocânter menor do fêmur. Já o músculo psoas menor tem sua origem no corpo vertebral de T12 e L1 e sua inserção na eminência iliopectínea. O Músculo íliaco tem sua origem nos dois terços superiores da fossa ilíaca, lábio interno da crista ilíaca e nos ligamentos iliolumbar e sacroilíaco e sua inserção no Trocânter menor do fêmur.

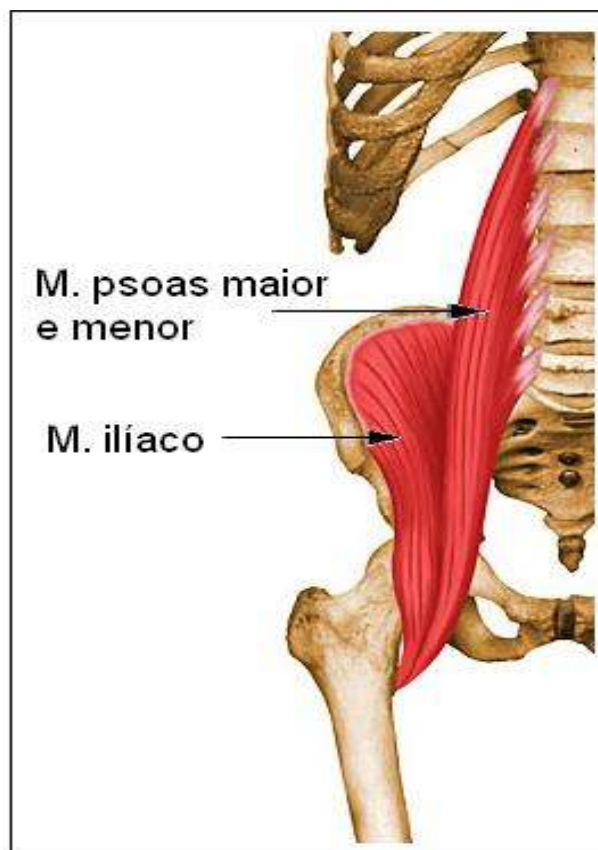


FIGURA 6. Músculos da região pélvica.

Fonte: figura extraída da internet, disponível em: <http://acidolatico.wordpress.com/2011/03/19/entenda-a-anatomia-do-musculo-abdominal/>

3.1.5 Estrutura e Função do Músculo Estriado Esquelético

O corpo humano é constituído por mais de quatrocentos (400) músculos esqueléticos, de modo que os mesmos representam de 40 a 50% do peso corporal total (HALL, 2005). Esse tipo de musculatura prove força e proteção aos ossos distribuindo cargas e absorvendo impactos. O músculo esquelético executa trabalhos dinâmicos, que permitem a locomoção e o posicionamento dos segmentos corporais no espaço, e trabalhos estáticos, que mantêm a postura ou posição corporal (NORDIN e FRANKEL, 2003).

A musculatura esquelética fixa-se aos ossos através de tecidos conjuntivos resistentes sem nenhuma propriedade contrátil ativa, os tendões. Uma das extremidades do músculo fixa-se a um osso que não se mova, sendo então seu local de origem. Já a outra extremidade une-se a um osso que se move durante a contração, sendo então seu local de inserção. Quando, em uma contração, o músculo diminui o ângulo articular ele é denominado flexor, quando o

músculo aumenta o ângulo articular durante uma contração, ele é denominado extensor (POWERS e HOWLEY, 2005).

O músculo estriado esquelético tem contração rápida, vigorosa e sujeita ao controle voluntário. Ele é composto por feixes de células cilíndricas, longas, com muitos núcleos e que apresentam estrias transversais. Esses feixes são denominados fibras musculares (BANKOFF, 2007).

Cada músculo esquelético é recoberto por uma camada de tecido conjuntivo denominada epimísio, sendo que cada feixe de fibra muscular é envolvido por uma outra camada de tecido conjuntivo conhecido como perimísio. Já as fibras musculares são revestidas, uma a uma, por um tecido conjuntivo denominado endomísio (NORDIN e FRANKEL, 2003). Essas camadas de tecido conjuntivo permitam que as fibras musculares fiquem unidas. Com isso, a força de contração gerada por cada fibra atua sobre o músculo em sua totalidade e é transmitida a outras estruturas como tendões, ossos e ligamentos (BANKOFF, 2007).

Segundo Powers e Howley (2005), as fibras musculares são formadas por inúmeras miofibrilas. Essas são estruturas fusiformes que se situam dentro do sarcoplasma (citoplasma da fibra muscular), ficando paralelas umas as outras, se estendendo por toda a fibra muscular e onde encontramos as proteínas contrateis da musculatura esquelética. Essas miofibrilas podem ser subdivididas em vários sarcômeros. Cada sarcômero é delimitado por duas linhas Z e são formados por filamentos grossos (miosina) e filamentos finos (actina).

Junto a proteína actina encontramos duas proteínas adicionais, a troponina e a tropomiosina. Essas outras duas proteínas desempenham papel importante na regulação do processo contrátil (BANKOFF, 2007).

3.1.6 Força Muscular

Força muscular é a capacidade que o músculo tem produzir força e gerar tensão ativa. Essa força pode também ser definida como a força máxima produzida em uma contração voluntária única (SHARKEY, 2006).

São muitos os fatores que afetam a força muscular, além de fatores neurológicos, metabólicos, endócrinos e psicológicos, outros fatores interferem na força muscular ou em uma contração voluntária máxima. Estes outros fatores são: tipos de fibra muscular, comprimentos do músculo no momento da contração, braço de alavanca, velocidade de contração, sexo e idade (SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997).

As fibras musculares podem ser de contração lenta ou de contração rápida. As fibras rápidas apresentam um maior potencial para o desenvolvimento de tensão, portanto, pessoas com uma quantidade maior de fibras de contração rápida têm uma predisposição maior para o desenvolvimento da força (BANKOFF, 2007). Evidências atuais indicam que os tipos de fibras musculares crescem mais com o treinamento de força, porém nas fibras de contração rápida este crescimento é pronunciado. Sabe-se então que o treino de força melhora a capacidade dos dois tipos de fibras musculares, porém não há provas de que o treino transforme um tipo de fibra em outro (SHARKEY, 2006).

Quanto o comprimento do músculo no momento da contração, sabe-se que o músculo quando estendido gera mais força, pois as proteínas contráteis apresentam um recuo elástico e um alinhamento favorável. Assim, o comprimento ideal para gerar tensão muscular é um levemente maior que o comprimento do músculo em repouso (BANKOFF, 2007).

A alteração no braço de alavanca mecânica na amplitude do movimento articular é outra maneira que o músculo encontra para evitar a fraqueza em uma contração ativa (SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997). Em uma posição neutra grande parte da força muscular é transmitida ao longo do comprimento do osso, porém conforme o segmento move-se por uma amplitude média do movimento articular, o ângulo de inserção aumenta e direciona mais força para mover o segmento. Consequentemente, iniciar um movimento a partir da posição estendida é mais difícil do que iniciar o movimento a partir de uma flexão na articulação (BANKOFF, 2007).

Segundo o autor supracitado, as fibras musculares encurtam-se em uma velocidade específica ao mesmo tempo em que desenvolve força para mover um segmento ou peso. Durante o encurtamento os músculos criam uma força ativa que se iguala ao peso e que se ajusta, continuamente, à velocidade com que o sistema contrátil se move. Em situações de baixo peso, a força ativa é ajustada aumentando a velocidade de contração. Já em situações de pesos altos, a força ativa reduz a velocidade de encurtamento.

A relação entre força e velocidade foi observada inicialmente por Hill em 1938, quando ele descreveu essa curva para velocidades maiores ou iguais a zero. Anos mais tarde, Edman e colaboradores (1988) descreveram o comportamento da força muscular quando a velocidade era negativa, durante uma ação excêntrica. Essa nova curva descrita por Edman *et al.* (1988) era bastante parecida com a descrita por Hill (1938) na área que representava a ação concêntrica, e quando a velocidade tornava-se negativa, o músculo era alongado ativamente em uma ação excêntrica e a força superava P_0 . No entanto, diferentemente da ação

concêntrica, a velocidade parece não influenciar a força muscular produzida durante a ação excêntrica, pois esta se mantém relativamente constante com a variação de velocidade.

Sabe-se que os homens são mais fortes que as mulheres e que em ambos os sexos a força muscular é ganha desde o nascimento até a adolescência, chegando ao seu máximo entre vinte (20) e trinta (30) anos e com o passar da idade começa a diminuir. Na adolescência a força muscular é aproximadamente igual em meninos e meninas, porém desta época em diante a força no sexo masculino passa a ser maior. Isto ocorre, pois a partir da puberdade a massa muscular dos homens torna-se torno de cinquenta por cento (50%) maior do que nas mulheres, assim como a razão entre a massa corporal magra e a massa corporal total (SMITH, WEISS, LEHMKUHL, 1997).

3.2 Cinesiologia

A cinesiologia é o estudo do movimento humano (NEUMANN, 2006). De forma mais específica, estuda os movimentos do corpo humano. O nome *Cinesiologia* vem do grego *kinesis* = movimento + *logos* = tratado, estudo. A cinesiologia estuda o corpo humano e a sua maneira de movimentar-se, e os fisioterapeutas e educadores físicos que muitas vezes estudam a cinesiologia para entender os músculos e ligamentos e como esses se movimentam.

3.2.1 Osteocinémática da coluna vertebral

Osteocinémática é o movimento dos ossos em relação aos três planos de movimento. A coluna vertebral pode realizar seis movimentos:

QUADRO 1

Terminologia que descreve a osteocinémática da coluna vertebral

Movimento	Plano de movimento	Eixo de rotação
Flexão e extensão	Sagital	Medial- lateral
Flexão lateral para a direita ou esquerda	Frontal	Anterior- posterior
Rotação axial para a direita ou esquerda*	Horizontal	Vertical

* A rotação axial da coluna vertebral é definida pela direção de um ponto no lado anterior do corpo vertebral.

3.2.2 Cinemática da flexão e extensão na região toracolombar

Cinemática é o ramo da mecânica que descreve o movimento de um corpo sem considerar as forças ou torques que podem produzir o movimento.

Embora a amplitude de movimento de cada articulação intervertebral seja relativamente pequena, o movimento acumulado sobre toda a parte torácica da coluna vertebral é considerável. Aproximadamente 30 a 40 graus de flexão e 20 a 25 graus de extensão estão disponíveis em toda a região torácica.

Os extremos da extensão são limitados devido ao choque potencial entre os processos espinhosos que se inclinam para baixo, especialmente os das vértebras médio-torácicas. Em geral a magnitude da flexão e da extensão aumenta na direção de superior para inferior. A flexão entre T5–T6 e L2-L3 ocorre por um deslizamento superior e ligeiramente anterior das superfícies da face inferior de T5 e L2 nas superfícies da face superior de T6 e L3. A extensão ocorre por um processo reverso.

Na FIG. 7 a cinemática da flexão toracolombar está mostrada por um arco de 85 graus: a soma de 35 graus da flexão torácica e 50 graus da flexão lombar. Os tecidos alongados e tensos estão indicados por setas pretas delgadas.

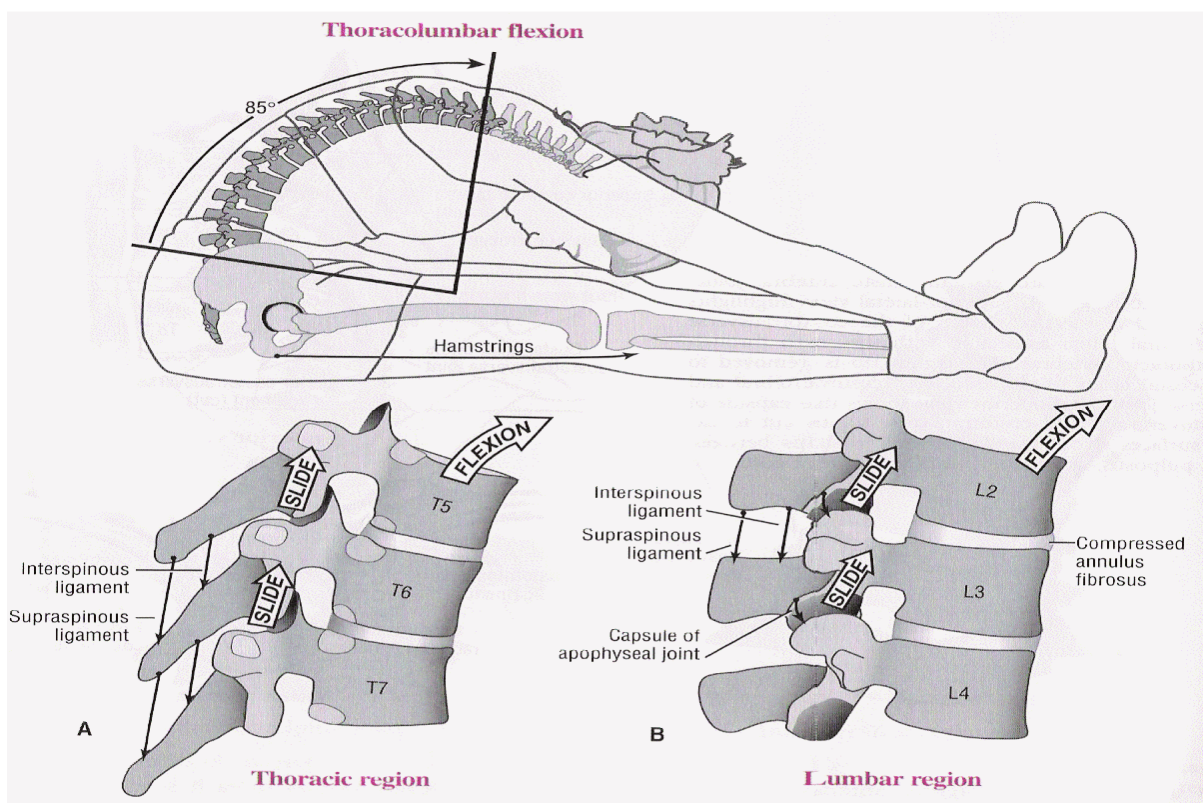


FIGURA 7. Flexão toracolombar.

Fonte: NEUMANN, 2006.

Na FIG. 8 a cinemática da extensão toracolombar está mostrada com um arco de 35-40 graus: a soma de 20 a 25 graus de extensão torácica e 15 graus de extensão lombar. Os tecidos alongados e tensos estão indicados por setas delgadas; o tecido afrouxado está indicado por uma linha preta ondulada.

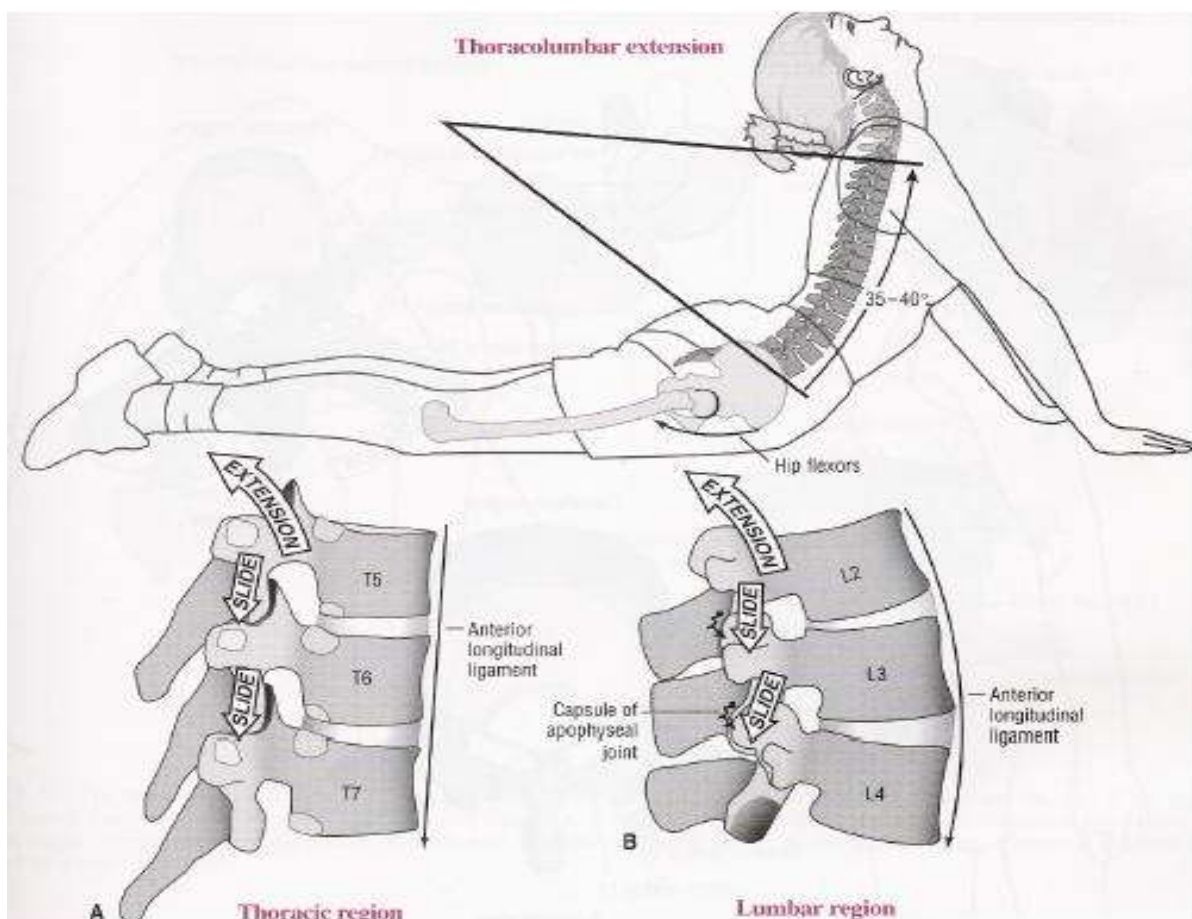


FIGURA 8. Extensão toracolombar.

Fonte: NEUMANN, 2006.

3.2.3 Cinemática da flexão lateral

Aproximadamente 30 graus de rotação (axial) no plano horizontal ocorrem de casa lado em toda a região torácica. A rotação entre T6 e T7, por exemplo, ocorre quando o plano frontal contíguo alinhado com as faces articulares inferiores de T6 desliza por uma pequena distancia contra as faces articulares superiores semelhantemente alinhadas de T7. Em geral, a liberdade de rotação axial diminui na parte torácica da coluna vertebral em uma direção de superior para inferior. Do meio pra baixo da parte torácica da coluna vertebral, as maiores

articulações dos processos articulares, verticalmente orientadas, tendem a bloquear o movimento no plano horizontal.

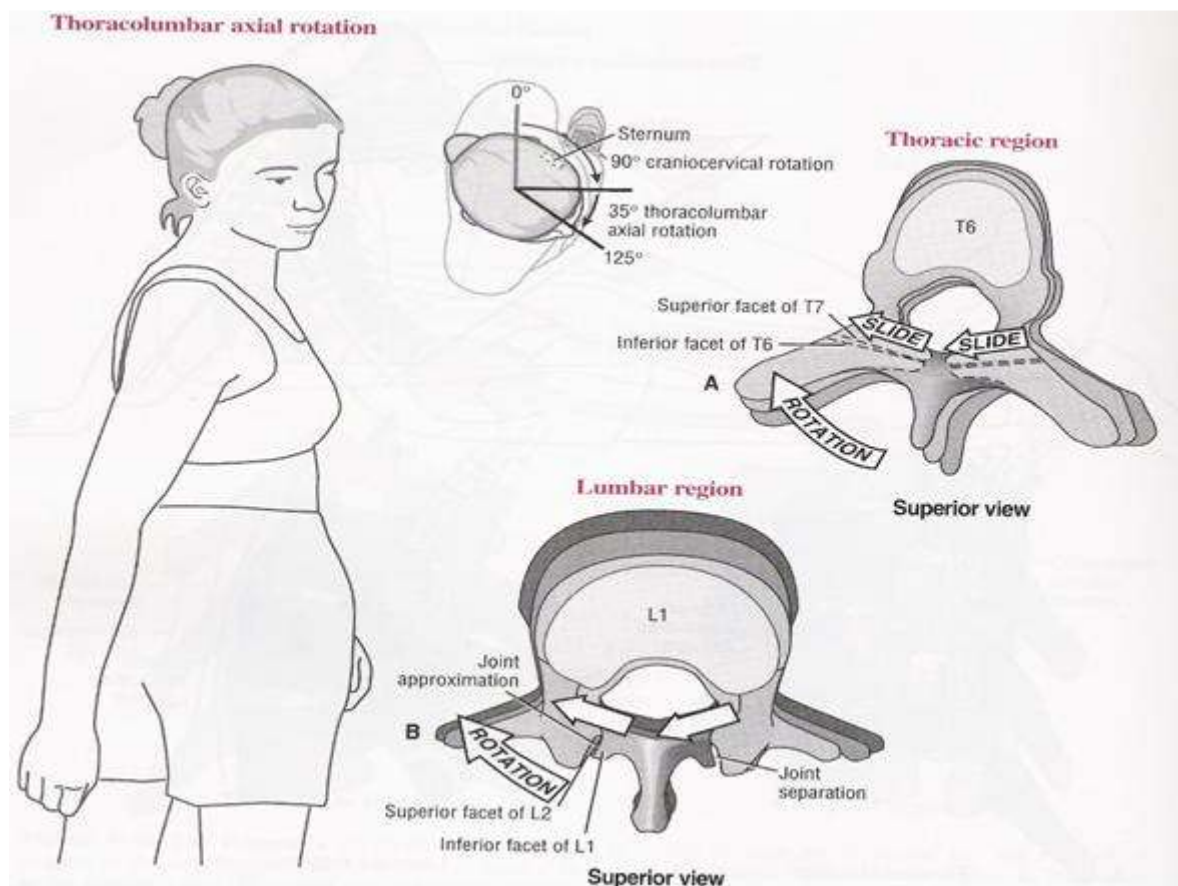


FIGURA 9. Rotação axial toracolombar.

Fonte: NEUMANN, 2006.

3.2.4 Cinemática da flexão lateral

A orientação predominante no plano frontal das superfícies das faces torácicas sugere uma liberdade relativa de flexão lateral. Entretanto, esse potencial para o movimento nunca é completamente manifestado, devido à estabilização proporcionada pelas fixações das costelas.

Aproximadamente 25 graus de flexão lateral ocorrem na região torácica, a flexão de T6 sobre T7 ocorre quando a superfície inferior de T6 desliza, superiormente, sobre o lado contralateral a flexão lateral e, inferiormente, sobre o lado ipsilateral a flexão lateral.

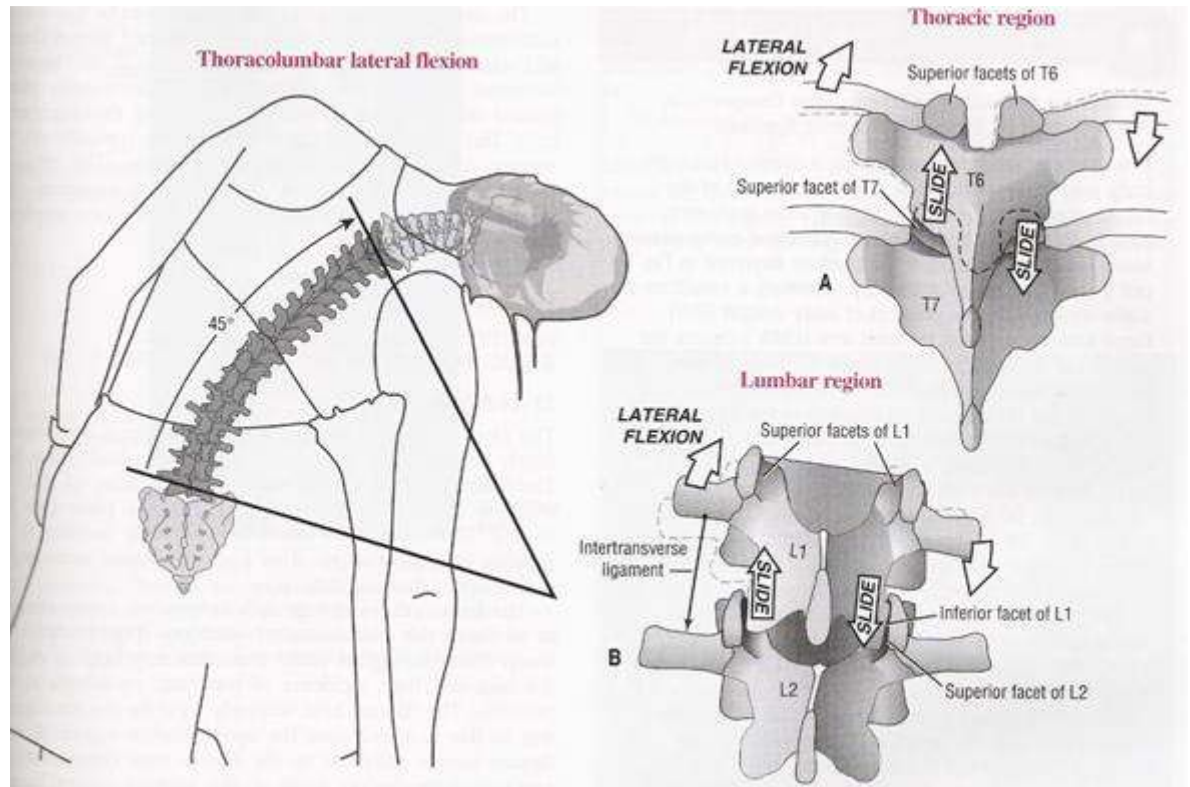


FIGURA 10. Flexão lateral toracolombar.

Fonte: NEUMANN, 2006.

3.2.5 Ações musculares

Por convenção, a “força” de ação dos músculos no esqueleto axial é expressa com um torque interno, definido para os planos sagital, frontal e horizontal. Em cada plano, o potencial de torque interno máximo é igual ao produto da força muscular gerada paralelamente ao plano e do comprimento do braço de momento interno disponível para o músculo. A orientação espacial da linha de força de um músculo determina sua eficiência na produção de uma ação específica.

A maior parte da massa muscular total do tronco é disposta mais vertical do que horizontalmente. Isto explica, em parte, por que torques de esforço máximo são geralmente maiores para movimentos nos planos frontal e sagital do que no horizontal (BEIMBORN D. MORRISEY M., 1988 *apud* NEUMANN, 2006).

Para compreender a ação muscular no esqueleto axial é necessário primeiro considerar o músculo durante as ativações uni e bilaterais. A ativação bilateral normalmente produz extensão ou flexão puras do esqueleto axial. Qualquer potencial para flexão lateral ou rotação é neutralizado pelas forças de oposição do músculo contralateral. A ativação unilateral tende a

produzir flexão ou extensão do esqueleto axial com alguma combinação de flexão lateral ou rotação contralateral ou ipsilateral.

QUADRO 2

Ações de alguns músculos do tronco

Músculos	Flexão	Extensão	Flexão Lateral	Rotação
Eretores da espinha (como um grupo)	-	XX	XX	XX (CL)
Longuíssimo	-	XXX (BL)	XX (UL)	XX (IL,UL)
Iliocostal	-	XXX (BL)	XXX (UL)	XX (IL,UL)
Semi-espinhal	-	XXX (BL)	X (UL)	X (CL,UL)
Multífido	-	XXX	X (UL)	XX (CL,UL)
Rotadores	-	XX	X (UL)	XX (CL,UL)
Inter-espinhais	-	XX	-	-
Inter-transversos	-	X	XX (UL)	-
Reto do abdome	XXX	-	XX	-
Oblíquo externo	XXX (BL)	-	XXX (UL)	XXX (CL,UL)
Oblíquo interno	XXX (BL)	-	XXX (UL)	XXX (IL,UL)
Transverso do abdome*	-	-	-	-
Psoas maior	X	X	XX	-

Legenda: CL = contralateral, IL= ipsilateral, BL= bilateral, UL= unilateral.

* Age primariamente para aumentar a pressão intra-abdominal e, via inserções da aponeurose toracolombar, para estabilizar a região toracolombar. Um potencial relativo do músculo para mover ou estabilizar uma região está assinado **X**, **mínimo**; **XX**, **moderado**; e **máximo**, baseado no braço de momento, área de secção transversa e direção das fibras; - indica nenhuma ação muscular efetiva

3.3 Biomecânica

Segundo Campos (2002), a coluna vertebral está sujeita a diversas forças que atuam não somente durante alguma atividade física ou funcional, mas também durante o repouso. São elas: compressão axial, tensão, rotação e cisalhamento. A capacidade da coluna de resistir a estas sobrecargas varia de acordo com a região onde a força é aplicada, bem como de acordo com a intensidade e duração da força. Para McIlwain (1994) a idade, postura, nível de

condicionamento do indivíduo e da integridade do sistema nervoso também devem ser considerados para se avaliar estas sobrecargas.

3.3.1 Compressão axial

A compressão axial é uma força translatória que atua através do eixo longitudinal da coluna vertebral, a 90 graus, com os discos intervertebrais. Esta força ocorre por causa da força da gravidade que atua sobre a coluna (na postura de pé ou sentada, por exemplo) e devido às forças produzidas pelos ligamentos da coluna e contrações musculares ao redor do tronco (CAMPOS, 2002).

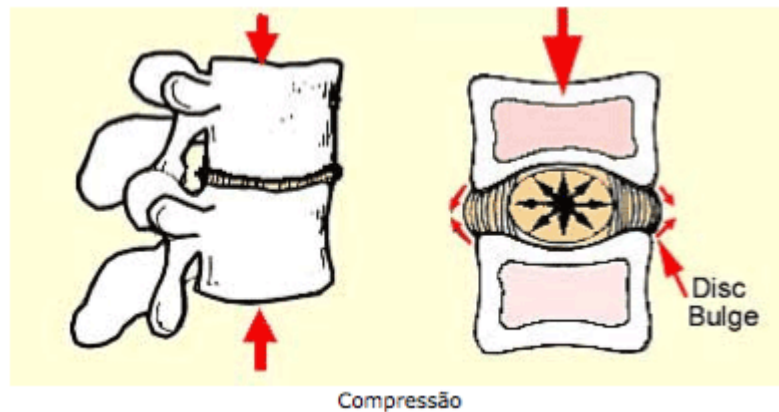


FIGURA 11. Compressão

Fonte: figura extraída da internet, disponível em:

<http://www.fm.usp.br/fofito/fisio/pessoal/isabel/biomecanicaonline/articulacoes/coluna.php>

3.3.2 Cisalhamento

As forças de cisalhamento são aquelas que tendem a fazer com que cada vértebra se desloque de maneira translatória ou linear no plano transversal. Esta translação pode ocorrer anteriormente em relação à vértebra inferior. Na coluna vertebral lombar, são as articulações zigapofisárias e os discos intervertebrais que resistem a estas forças.



FIGURA 12. Cisalhamento.

Fonte: figura extraída da internet, disponível em:

<http://www.fm.usp.br/fofito/fisio/pessoal/isabel/biomecanicaonline/articulacoes/coluna.php>

3.3.3 Tensão

Uma inclinação da coluna causa compressão e tensão sobre as duas estruturas. A flexão da coluna (plano sagital e eixo frontal), por exemplo, provoca uma compressão da porção anterior do disco intervertebral, dos ligamentos e músculos anteriores enquanto a porção posterior do disco intervertebral, os ligamentos e músculos posteriores são submetidos à tensão (descompressão ou distração) a estabilidade durante a flexão é, portanto oferecida pelas fibras posteriores do anel fibroso, pelas capsulas articulares das articulações zigapofisárias e pelos ligamentos posteriores da coluna.

A maioria dos exercícios abdominais gera forças de compressão e tensão. O exercício abdominal convencional de flexão anterior da coluna aumenta a compressão das estruturas anteriores e a tensão das estruturas posteriores da coluna (CAMPOS, 2002).

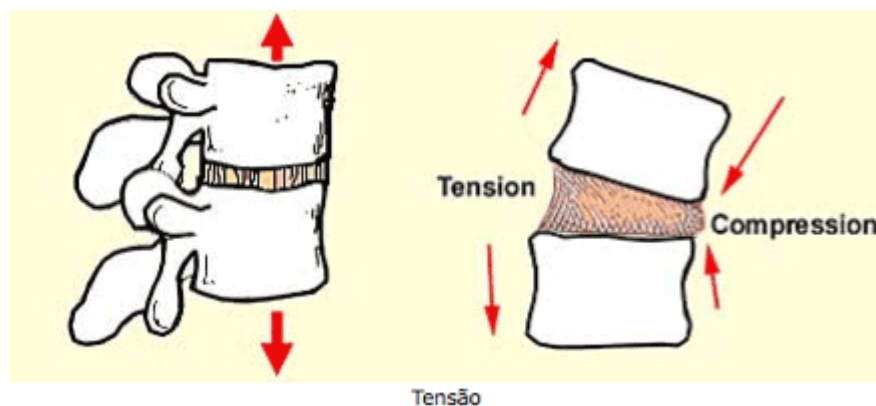


FIGURA 13. Tensão

Fonte: figura extraída da internet, disponível em:

<http://www.fm.usp.br/fofito/fisio/pessoal/isabel/biomecanicaonline/articulacoes/coluna.php>

3.3.4 Torção

As forças torcionais são criadas durante a rotação axial, que ocorre na coluna vertebral. A maior rigidez torcional é encontrada na região da junção toracolombar e é proporcionada pelas camadas externas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais e pela orientação das facetas articulares nesta região. Nas situações de torção, metade das fibras do anel fibroso do disco intervertebral resiste à rotação para a direita e a outra metade resiste a rotação para a esquerda. O anel fibroso é a estrutura mais eficaz para se opuser as forças torcionais na região lombar. A combinação de torção com compressão axial e inclinação aumenta drasticamente o risco de ruptura das fibras do disco intervertebral (FRACCAROLI, 1981).

Os exercícios abdominais que aumentam as forças torcionais na coluna são aqueles em que ocorre rotação para a direita ou esquerda, que são utilizados para proporcionar uma maior atividade dos músculos oblíquos interno e externo do abdômen (BANKOFF, 1986).

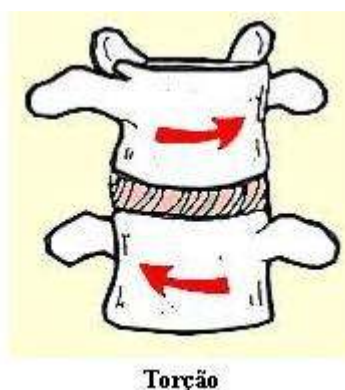


FIGURA 14. Torção

Fonte: figura extraída da internet, disponível em:

<http://www.fm.usp.br/fofito/fisio/pessoal/isabel/biomecanicaonline/articulacoes/coluna.php>

3.4 Eletromiografia

A Eletromiografia é uma técnica de monitoramento da atividade elétrica das membranas excitáveis, representando a medida dos potenciais de ação do sarcolema, como efeito de voltagem em função do tempo. (MARCHETTI e DUARTE, 2006). É o estudo ou método que visa o registro gráfico ou sonoro das correntes elétricas (fenômenos bioelétricos) geradas nas membranas celulares de um músculo esquelético em fase de repouso contração isométrica, e isotônica, onde são processados e reproduzidos na tela de um microcomputador.

A contração muscular e a produção de forças são provocadas pela mudança relativa de várias moléculas ou filamentos no interior do músculo. O deslizamento dos filamentos é provocado por um fenômeno elétrico conhecido como potencial de ação (AÑEZ, 2000 *apud* ANDRIOLI, 2008).

Dessa forma, um impulso nervoso constitui-se de um potencial de ação transmitido ao longo de uma fibra nervosa, enquanto detectável através de eletrodos sobre a pele (superficiais) ou por eletrodos de agulha (intramusculares) inseridos no músculo, sendo que, em ambos os casos, o distúrbio elétrico registrado, nada mais é, do que a soma dos potenciais de ação produzidos por todas as fibras musculares ativadas na realização movimento e/ou contração muscular (TORRIANI, 2003).

O sinal eletromiográfico é o somatório algébrico de todos os sinais detectados em certa área, podendo ser afetado por propriedades musculares, anatômicas e fisiológicas, assim como pelo controle do sistema nervoso periférico e a instrumentação utilizada para a aquisição dos sinais (ENOKA, 2000). Para esta captação do sinal eletromiográfico se faz necessário o uso de eletrodos, sejam eles de superfície ou intramusculares (MALTA *et al.*, 2006). A função do eletrodo é monitorar o sinal EMG convertendo a corrente bioelétrica (energia iônica) em uma corrente formada por elétrons (FORTI, 2005).

Os eletrodos podem ser dispostos sobre o músculo que se deseja avaliar nos modos monopolar ou bipolar. No modo monopolar, o eletrodo é colocado sobre a fonte de sinal. Em contrapartida, o bipolar tem dois eletrodos sobre a fonte de sinal e o resultado é a diferença entre os sinais detectados pelos eletrodos (ENOKA, 2000).

Os eletrodos de superfície, mais comumente usados, podem ser ativos ou passivos. Os passivos são sistemas simples que têm como constituição a área de captação, cabo e o pino conector; enquanto os ativos são sistemas mais complexos, com dispositivos eletrônicos que excluem sinais comuns por diferenciação e ampliam o sinal próximo de sua origem, reduzindo os ruídos ambientes e a interferência causada pela movimentação dos cabos (FORTI, 2005).

Os eletrodos geralmente utilizados são os passivos, que não possuem amplificação direta nos eletrodos, isto possibilita a detecção apenas do sinal EMG, enquanto que em movimentos mais dinâmicos, onde ocorre movimentação dos cabos com produção de ruídos externos, faz-se interessante a utilização de eletrodos ativos, que realizam a amplificação dos sinais captados antes de enviá-los ao condicionador (MARCHETTI e DUARTE, 2006).

Em se tratando de qualidade na aquisição do sinal EMG, faz-se necessárias algumas precauções antes da utilização do método de avaliação muscular tais como: limpeza da pele,

remoção de pêlos (tricotomia) e leve abrasão para remoção de células mortas, sendo todos estes cuidados relacionados à diminuição da impedância pele/eletrodo (HERMENS *et al.*, 2000 *apud* MARCHETTI e DUARTE, 2006).

O sinal eletromiográfico gerado durante a contração muscular permite avaliar, controlar, estudar a ativação muscular, sua função e aplicações, tanto na área clínica como na pesquisa básica. (SODERBERG e KNUTSON, 2000). A eletromiografia pode ser aplicada para vários objetivos de acordo com Turkey *et al.* (1993); Hillstron e Triollo (1995, 2000); Zaro (1998); Pullman *et al.* (2000) *apud* Araújo (2003):

- Avaliação da função muscular antes após exercícios,
- Fornecer *biofeedback* para pacientes,
- Fornecer o tempo inicial, duração ou estabilização das unidades motoras,
- Especificar o local treinado,
- Determinar a quantidade relativa da fadiga,
- Estimar a força muscular,
- Determinar disfunções ou anormalidades,
- Em ergonomia comparar posturas e movimentos,
- Em tratamentos fisioterapêuticos na observação da recuperação de um determinado feixe muscular,
- Nos esportes determinar as situações musculares de atletas e desportistas.

3.5 Exercício abdominal

Exercícios abdominais são prescritos por diferentes razões como, reabilitação de lesões da coluna lombar e como componente dos programas de treinamento de força. No entanto, alguns pesquisadores têm demonstrado preocupação em relação à segurança dos exercícios abdominais utilizados atualmente. Alguns destes exercícios podem aumentar os riscos de lesões da coluna lombar por causa de sobrecargas compressivas sobre esta região da coluna vertebral. Vários exercícios abdominais, apesar de trazerem uma sobrecarga positiva de trabalho para a musculatura abdominal, sobrecarregam demasiadamente a coluna. Isto pode acontecer por vários fatores como falta de condicionamento físico, desequilíbrio entre os músculos anteriores e posteriores da coluna e do quadril, falta de flexibilidade, técnica de execução inadequada, desproporções de tamanho entre o tronco e os membros inferiores, entre outros. Desta forma, não existe um exercício abdominal que seja ideal para todo mundo

(DOMINGUES FILHO, 2000). O exercício abdominal assim como qualquer outro tipo de exercício deve ser prescrito de forma individualizada, respeitando o princípio da individualidade biológica uma vez que, uma forma de execução que não é lesiva para uma pessoa pode acarretar e/ou agravar uma lesão em outro indivíduo. O profissional de Educação Física é quem deve analisar, depois de uma minuciosa avaliação, quais são os exercícios abdominais mais indicados e seguros para um determinado indivíduo. A função principal dos músculos abdominais (reto abdominal, oblíquo interno, oblíquo externo), relacionada com movimento, é flexionar a coluna vertebral. Portanto, a base de todo exercício abdominal deve ser o ato de flexionar a coluna para produzir estímulos específicos nesta musculatura provocando adaptações também específicas. O exercício abdominal parece simples, porém é muito mais complexo do que se imagina. Dependendo de qual exercício é realizado, outros músculos além dos abdominais podem se contrair para ajudar na realização do exercício podendo aumentar o risco de lesão da coluna lombar. Os músculos flexores do quadril (principalmente iliopsoas e reto femoral) que se contraem junto com os abdominais puxam a coluna vertebral aumentando sua curvatura anterior, diminuindo os espaços entre as vértebras e comprimindo os discos intervertebrais. Esta composição de fatores coloca a coluna vertebral sob um alto risco de lesão. Nos exercícios abdominais, as pressões mecânicas sobre as articulações das vértebras, associadas ao arqueamento da coluna vertebral, empurra o núcleo pulposo do disco intervertebral para trás. Se durante a execução dos exercícios abdominais, não ocorrer uma contração intensa do reto abdominal, dos oblíquos, e do transversos do abdômen, o psoas maior tende a acentuar a curvatura da coluna lombar, levando os discos intervertebrais (que não são estabilizados pela pressão vertical), para frente (DELAVIER, 2000).

3.6 Descrição dos exercícios abdominais.

Neste tópico, estão descritos a grande maioria dos exercícios abdominais que foram utilizados nas pesquisas participantes deste estudo. Para dar início à execução dos exercícios, os voluntários variaram a posição inicial e acordo com a tarefa, alterando a posição dos ombros, cotovelos, quadris e joelhos além da posição de decúbito ventral, de joelhos ou suspensos pelas mãos.

3.6.1 Abdominal convencional.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, as mãos apoiadas ao lado da orelha. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com o solo e retornar a posição inicial.



FIGURA 15. Abdominal convencional.

Fonte: RITA, *et al.* 2005.

3.6.2 Abdominal convencional com peso.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, A carga foi constituída a partir de uma barra de 9 kg e anilhas alocadas em suas extremidades. Tal barra foi posicionada na parte superior do tronco, próximo ao osso esterno, na direção dos ombros. Para evitar o deslocamento da barra durante a execução do exercício, a mesma foi fixada com a utilização dos braços sobre a mesma. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com o solo e retornar a posição inicial.



FIGURA 16. Abdominal convencional com peso.

Fonte: MOURA *et al.*, 2011.

3.6.3 Abdominal convencional com caneleiras presas aos braços.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, as mãos apoiadas na nuca, porém com caneleiras de aproximadamente 10% de sua massa corporal, presas aos braços. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com o solo e retornar a posição inicial.



FIGURA 17. Abdominal convencional com caneleiras de 10% da massa corporal presas aos braços.

Fonte: RITA *et al.*, 2005.

3.6.4 Abdominal com aparelho.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, com a cabeça e as mãos apoiando-se no aparelho. O voluntário deverá

flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com o solo e retornar a posição inicial.



FIGURA 18. Abdominal convencional com aparelho.

Fonte: RITA *et al.*, 2005.

3.6.5 Abdominal convencional em uma prancha inclinada 15°.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés fixos na prancha inclinada a 15°, as mãos apoiadas na nuca. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com a prancha e retornar a posição inicial.



FIGURA 19. Abdominal convencional em uma prancha inclinada 15°.

Fonte: RITA, *et al.*, 2005.

3.6.6 Abdominal convencional na bola (pés apoiados no chão).

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, com a coluna lombar apoiada sobre a bola, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril e apoiados no chão, as mãos posicionadas ao lado da orelha. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com a bola e retornar a posição inicial.

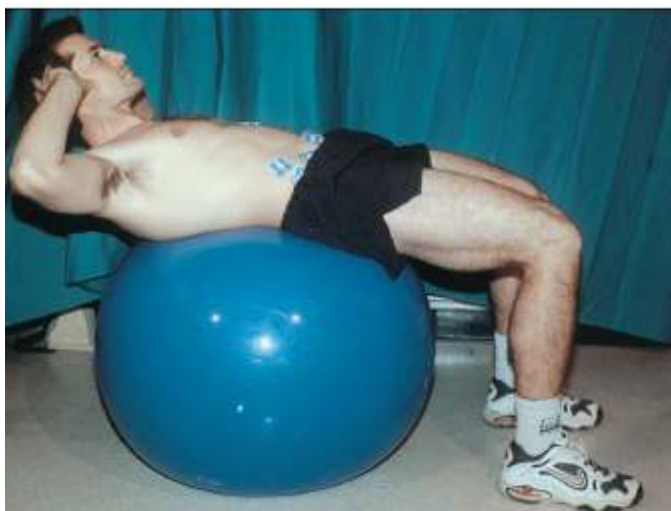


FIGURA 20. Abdominal convencional na bola (pés apoiados no chão).

Fonte: VERA-GARCÍA *et al.*, 2000.

3.6.7 Abdominal convencional na bola (pés apoiados em um banco).

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, com a coluna lombar apoiada sobre a bola, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril e apoiados em um banco da mesma altura que a bola, as mãos posicionadas ao lado da orelha. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com a bola e retornar a posição inicial.



FIGURA 21. Abdominal convencional na bola (pés apoiados em um banco).

Fonte: VERA-GARCÍA *et al.*, 2000.

3.6.8 Abdominal convencional com os pés apoiados em um banco.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos e quadris flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, apoiados sobre um banco as mãos apoiadas ao lado da orelha. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com o solo e retornar a posição inicial.



FIGURA 22. Abdominal convencional na bola (pés apoiados em um banco).

Fonte: DRYSDALE *et al.*, 2004).

3.6.9 Abdominal convencional na tábua proprioceptiva redonda.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, com a coluna lombar apoiada sobre a tábua proprioceptiva redonda, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril e apoiados no chão, as mãos posicionadas ao lado da orelha. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com a bola e retornar a posição inicial.



FIGURA 23: Abdominal convencional na tábua proprioceptiva redonda.

Fonte: VERA-GARCÍA *et al.*, 2000.

3.6.10 Abdominal convencional (braços estendidos e paralelos ao tronco com as palmas das mãos apoiadas no colchão os dedos esticados).

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, braços estendidos e paralelos ao tronco com as palmas das mãos apoiadas no colchão os dedos esticados encostando-se à borda superior de uma faixa com 11,5 cm. posicionada transversalmente ao voluntário. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que seus dedos encostem-se à borda inferior da faixa e retornar posição inicial. (*Fitnessgram test administration manual. 1999, the cooper institute of aerobics research. apud Marques, 2009*).



FIGURA 24: Abdominal convencional na tábua proprioceptiva redonda.

Fonte: figura extraída da internet, disponível em: <http://www.fitnessgram.net/protocols/curlup.pdf>

3.6.11 Abdominal com máxima extensão de cervical.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 45°, pés afastados na largura do quadril, as mãos apoiando a coluna lombar. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com o solo, mantendo o pescoço em máxima extensão e retornar a posição inicial.



FIGURA 25: Abdominal com máxima extensão de cervical.

Fonte: LEHMAN; MCGILL., 2001.

3.6.12 Abdominal com máxima flexão de cervical.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, cotovelos estendidos. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que, a mão toque no joelho, mantendo o pescoço em máxima flexão e retornar a posição inicial.

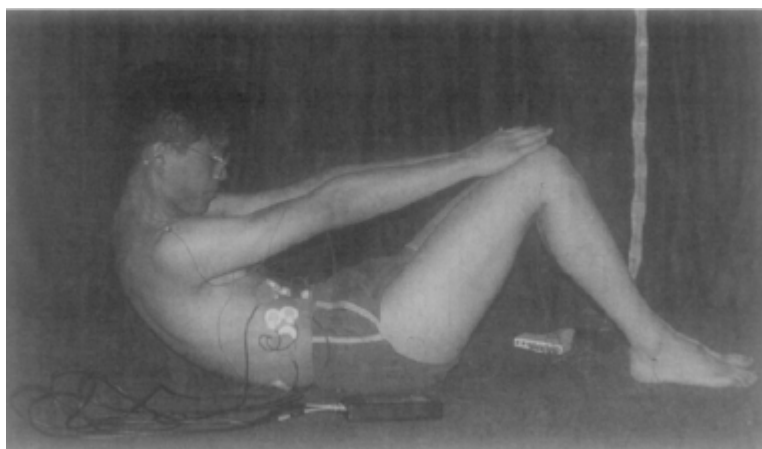


FIGURA 26: Abdominal com máxima flexão de cervical.

Fonte: SHIRADO *et al.*, 1995

3.6.13 Abdominal convencional com máxima flexão de cervical e pélvis estabilizada.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, cotovelos estendidos e quadril estabilizado. A estabilização do quadril foi realizada através da contração do glúteo máximo durante o exercício. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com o solo mantendo o pescoço em máxima flexão e retornar a posição inicial.

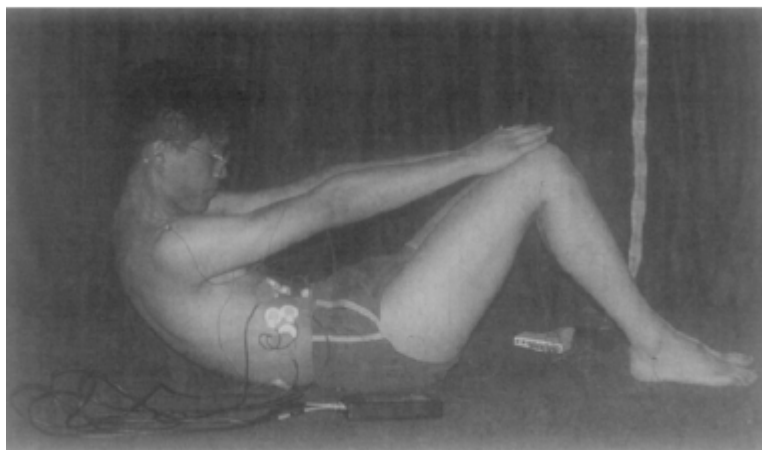


FIGURA 27: Abdominal com máxima flexão de cervical com a pélvis estabilizada.

Fonte: SHIRADO *et al.*, 1995

3.6.14 Abdominal com bola (apoiando os pés).

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos e quadril com 90° de flexão, pernas apoiados em uma bola suíça, mãos posicionadas ao lado das orelhas. O voluntário deverá flexionar o tronco sobre os MI, subindo o mesmo até que a borda inferior da escápula perca o contato com o solo e retornar a posição inicial.



FIGURA 28: Abdominal com bola (apoiando os pés).

Fonte: CANDOTTI *et al.*, 2010.

3.6.15 Abdominal inverso.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos e quadris flexionados a 90°, pés afastados de acordo com a largura do quadril, braços estendidos paralelos ao corpo. O voluntário deverá flexionar o quadril, trazendo os joelhos em direção ao peito mantendo a coluna torácica em contato com o solo e retornar a posição inicial.



FIGURA 29: Abdominal inverso.

Fonte: LIMA E PINTO, 2006.

3.6.16 Abdominal inverso na prancha inclinada 15°.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos e quadris flexionados a 90°, pés afastados de acordo com a largura do quadril, braços flexionados e mãos segurando na

prancha. O voluntário deverá flexionar o quadril, trazendo os joelhos em direção ao peito mantendo a coluna torácica em contato com a prancha e retornar a posição inicial.



FIGURA 30: Abdominal inverso na prancha inclinada 15°.

Fonte: SPERANDEI *et al.*, 2007.

3.6.17 Abdominal inverso com elevação de quadril na prancha inclinada 15°.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos e quadris flexionados a 90°, pés afastados de acordo com a largura do quadril, braços flexionados e mãos segurando na prancha. O voluntário deverá flexionar o tronco, levando os joelhos em direção ao teto mantendo a coluna torácica em contato com a prancha e retornar a posição inicial.



FIGURA 31: Abdominal inverso com elevação de quadril na prancha inclinada 15°.

Fonte: SPERANDEI *et al.*, 2007.

3.6.18 Abdominal oblíquo solo.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelho esquerdo flexionado a 90°, tornozelo direito apoiado na coxa esquerda (próximo ao joelho), a mão esquerda tocando levemente no pescoço e o ombro direito abduzido a um ângulo de 45° em relação ao solo. O voluntário deverá realizar uma rotação do tronco sobre os membros inferiores, trazendo o cotovelo esquerdo em direção ao joelho direito e retornar a posição inicial.

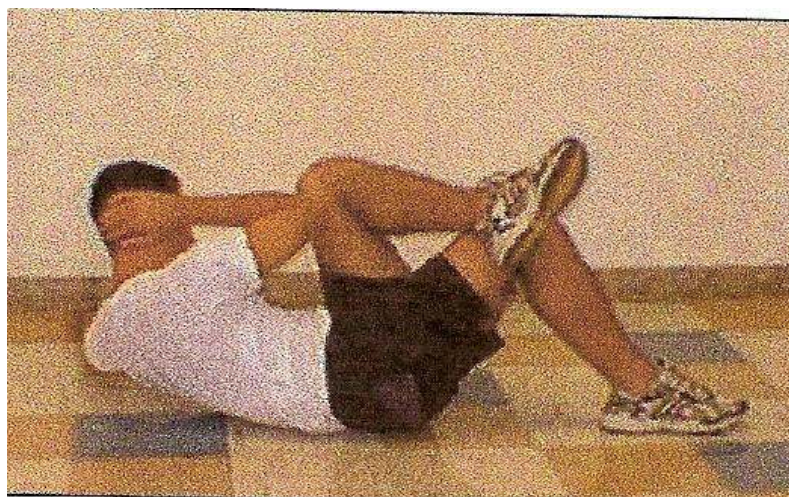


FIGURA 32: Abdominal oblíquo solo.

Fonte: ARAÚJO, 2003.

3.6.19 Abdominal completo.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos flexionados a 90°, pés afastados na largura do quadril, a mão esquerda no ombro direito e a mão direita no ombro esquerdo. O voluntário deverá flexionar os quadris até atingir a posição sentada até que os cotovelos toquem nos joelhos e retornar a posição inicial.

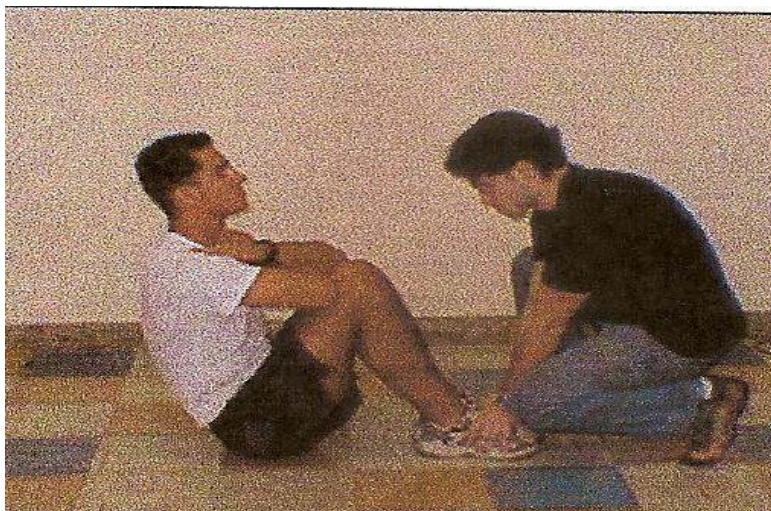


FIGURA 33: Abdominal completo.

Fonte: ARAÚJO, 2003.

3.6.20 Abdominal realizado no aparelho AB swing em dois níveis: Principiante e intermediário.

Após posicionamento adequado no aparelho (Zonas A principiante e B intermediário), os sujeitos realizaram o movimento de inclinar levemente o corpo para frente e elevação das pernas na direção do tronco em cada repetição, executando simultaneamente flexão do tronco e do quadril. Houve uma recomendação para que fosse evitado o deslocamento da Pelve da posição correta no assento. Para determinar a posição inicial foi utilizado um goniômetro universal determinando um ângulo de 140° entre a coxa e o tronco no nível principiante e na posição intermediária esta angulação foi modificada para em torno de 70° . (LIZARDO *et al.* 2009)

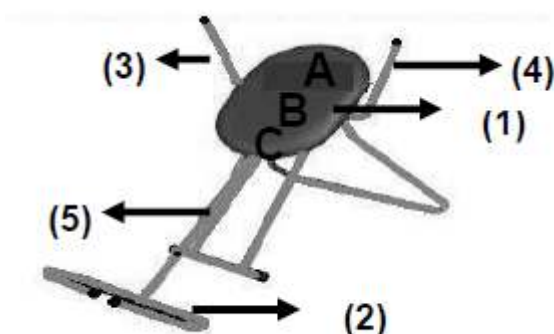


FIGURA 34: Aparelho Ab Swing com suas diferentes zonas de intensidade (A, B e C) e seus componentes como assento acoplado (1), a extensão do Apoio dos pés (2), manoplas direita (3) e esquerda (4) e o aparelho é regulável de acordo com a altura do executante (5).

Fonte: LIZARDO *et al.*, 2009.



FIGURA 35: Abdominal no aparelho AB swing:
Principiante.

Fonte: LIZARDO *et al.*, 2009.



FIGURA 36: Abdominal no aparelho AB swing:
Intermediário.

Fonte: LIZARDO *et al.*, 2009.

3.6.21 Flexão de quadril em suspensão no espaldar.

Partindo da posição inicial suspenso pela mão no plano vertical em um espaldar, com cotovelos, joelhos e quadris estendidos. O voluntário deverá elevar os membros inferiores flexionando o quadril até 90° sem realizar a flexão da coluna torácica e retornar a posição inicial.



FIGURA 37: Flexão de quadril em suspensão no espaldar.

Fonte: figura extraída da internet, disponível em:

<http://treinonutricao.blogspot.com/2011/07/exercicios-para-o-abdomen.html>

3.6.22 Abdominal remador.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, com joelhos estendidos, braços paralelos à cabeça com cotovelos estendidos e com o dorso da mão tocando o solo. O voluntário deverá flexionar os quadris e os joelhos até atingir a posição sentada, os cotovelos deverão passar da linha do joelho e retornar a posição inicial.

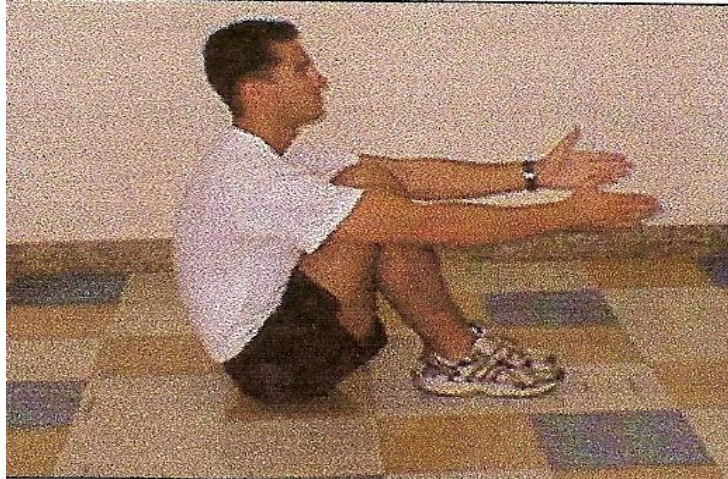


FIGURA 38: Abdominal remador.

Fonte: ARAÚJO, 2003.

3.6.23 Canivete.

Partindo da posição inicial em decúbito dorsal, joelhos estendidos, ombros estendidos com o dorso das mãos tocando o solo. O voluntário deverá flexionar o tronco e os quadris simultaneamente levando a mão em direção aos pés mantendo os cotovelos e os joelhos estendidos e retornar a posição inicial.



FIGURA 39: Canivete.

Fonte: figura extraída da internet, disponível em:

http://sportsmedicine.about.com/od/abdominalcorestrength1/ss/Quick-Core-Workout_3.htm.

3.6.24 Abdominal utilizando Ab-slide.

Partindo da posição inicial de joelhos (no plano vertical, joelhos fletidos e quadril levemente flexionado, com os joelhos tocando o solo) segurando as alças do AB-slide, um dispositivo de aproximadamente 30,48 cm de largura com duas rodas na parte inferior. O voluntário então rola o AB-slide sobre o solo na frente do corpo, estendendo os joelhos e quadris enquanto flexiona os ombros com os cotovelos estendidos e em decúbito ventral até que o corpo chegue próximo ao solo e retorna a posição inicial flexionando os quadris e joelhos e estendendo os ombros.



FIGURA 40: Abdominal utilizando Ab-slide.

Fonte: HILDENBRAND *et al.*, 2004.

4 RESULTADOS

Os músculos abdominais (reto abdominal, oblíquo externo, iliopsoas e reto femoral), flexores do pescoço (esternocleidomastóideo) e alguns músculos da parte posterior do tronco (erectores da espinha, trapézio superior) foram estudados por diversos autores com EMG em diferentes exercícios abdominais e com diferentes cargas de treinamento.

Vaz *et al.* (1991) estudaram a ativação eletromiográfica dos músculos reto abdominal (porção superior e inferior) e reto femoral em doze exercícios abdominais variando a fixação dos pés e posições dos segmentos corporais além da inclinação em vinte voluntários treinados. Foi constatado que para a porção inferior do músculo reto abdominal, apenas os exercícios abdominais canivete e flexão de quadris no espaldar obtiveram atividades elétricas maiores e significativamente diferentes. Os autores concluíram que a tentativa de flexionar ou estender os quadris, fixar ou não os pés, não refletiram significativamente nos resultados. Para a porção superior do reto abdominal, foram verificados que apenas dois exercícios possuíam atividades elétricas menores e significativamente diferentes, os exercícios em decúbito dorsal com elevação dos membros inferiores com apoio dos cotovelos e com apoio nas mãos. Quanto à musculatura do reto femoral, os autores verificaram que dentre os doze exercícios, havia cinco grupos significativamente diferentes, e os exercícios com os pés fixos tiveram uma maior ativação do músculo reto femoral, do que com os pés livres e com os quadris em 90°.

Sarti *et al.* (1996) também encontraram diferenças na ativação das diferentes porções do músculo reto abdominal durante dois exercícios abdominais (abdominal convencional e abdominal inverso) em dois grupos distintos (treinados e destreinados) e concluíram que, o reto abdominal, porção superior mostrou diferença significativa durante a execução do abdominal convencional para o grupo treinado e concluíram também, que houve diferença significativa na ativação das unidades motoras da porção inferior deste mesmo músculo durante a execução do abdominal inverso se comparado ao abdominal convencional.

Ripani *et al.* (2008) analisaram a ativação elétrica do músculo reto abdominal (porção superior, inferior) nos exercícios abdominal convencional e abdominal completo em dezesseis mulheres, treinadas. Eles encontraram diferença significativa na ativação na porção inferior do reto abdominal no exercício abdominal completo em relação ao abdominal convencional. Assim como no estudo de Vaz *et al.* (1991), a comparação das diferentes posições das pernas (pernas flexionadas no abdominal convencional e pernas estendidas no abdominal convencional; pernas flexionadas no abdominal completo e pernas estendidas no abdominal

completo), não mostrou diferença estatística significativa no sinal EMG de ambas as porções do músculo reto abdominal, seja na comparação entre os exercícios ou quando se comparam as diferentes fases (concêntrica e excêntrica).

Investigando o comportamento dos músculos reto abdominal (porção superior e inferior) e oblíquo externo em 25 voluntários utilizando cinco exercícios de maneira isométrica e dinâmica (somente quatro exercícios) Willet *et al.* (2001) confirmam que, pelo menos para a porção inferior do reto abdominal e para o grupo muscular dos oblíquos, havia de fato diferenças significativas na quantidade de atividade EMG provocada por variações dos exercícios abdominais testados. O exercício abdominal inverso aparece com maior probabilidade de atingir a porção inferior do reto abdominal, enquanto que o canivete e o abdominal inverso tendem a provocar maior atividade dos oblíquos externos. Para a porção superior do reto abdominal, todos os exercícios, exceto o vácuo, produziram níveis semelhantes de atividade. Finalmente, embora o exercício vácuo tenha produzido atividade um pouco menor do oblíquo externo do que outros exercícios testados, a constatação de que ele tenha provocado níveis extremamente baixos de atividade no reto abdominal sugere que esse exercício pode ser útil para reforçar o oblíquo externo sem o reforço concomitante do músculo reto abdominal.

No estudo de Baldissera *et al.* (2007) que obteve uma carga de treinamento maior do que os estudos supracitados (3 séries de 10 repetições) o músculo reto abdominal foi mais ativado do que o oblíquo externo e reto femoral durante a realização de exercício abdominal convencional. Os dois exercícios abdominais convencionais utilizados no estudo, com os pés no chão joelhos 90° e com os pés apoiados em um banco com quadris e joelhos à 90°, apresentaram maior sinais elétricos na porção superior que na porção inferior do reto abdominal. No entanto, durante o exercício abdominal completo, não houve diferença entre a porção superior e porção inferior do reto abdominal. No abdominal completo e no abdominal inverso, houve uma maior ativação no músculo reto femoral do que nos exercícios abdominais convencionais.

Ao contrário desses estudos que encontraram diferenças significativas na ativação elétrica das diferentes porções do músculo reto abdominal, vários outros autores não encontraram essas diferenças em relação a este músculo e suas porções em diversos exercícios abdominais.

Observando a resistência da musculatura abdominal em quatro diferentes exercícios abdominais em indivíduos treinados Ribeiro *et al.* (2002) não encontraram diferença estatística entre os testes, logo nenhum dos exercícios demonstrou solicitar mais os músculos reto abdominal (porção superior e inferior) e oblíquo externo do que outros. Já o músculo

reto femoral apresentou uma atividade significativa na abdominal completo, onde houve maior intensidade do sinal EMG. Dessa forma, os autores concluíram que este exercício é o menos indicado para servir de teste de resistência abdominal e, sob os aspectos de fadiga, biomecânica e segurança, o melhor exercício para avaliar a resistência muscular localizada é o abdominal convencional.

Lehman e McGill (2001) não encontraram diferença significativa entre as duas porções do músculo reto abdominal, realizando a flexão do tronco e a elevação de pernas. Nesse estudo, os autores tiveram vários cuidados metodológicos – sinais normalizados, postura controlada, sujeitos treinados e magros –, buscando assim, minimizar a possibilidade de resultados não fidedignos.

Com o objetivo de analisar os efeitos de quatro diferentes exercícios abdominais de forma isométrica variando a posição do pescoço e alinhamento pélvico sobre os músculos reto abdominal (porção superior e inferior), oblíquo externo e eretores da espinha Shirado *et al.* (1995) descobriram que a flexão do pescoço durante a execução do abdominal convencional com a pélvis estabilizada que foi provocada através da contração do glúteo máximo, aumentaria o pico de ativação de todos os músculos investigados de forma que esse pico foi maior no músculo oblíquo externo. Além disso, observaram também que os graus da lordose lombar foram maiores na posição de extensão máxima do pescoço e foram menores na flexão máxima do pescoço com estabilização da pelve. A partir desse pressuposto, os autores concluíram que o abdominal convencional com máxima flexão de cervical e pélvis estabilizada foi visto como a postura ideal dentre as pesquisadas no estudo, para o fortalecimento dos flexores e extensores do tronco de forma mais eficaz e também para diminuir a lordose lombar durante exercícios abdominais.

Investigando a diferença da ativação elétrica dos músculos reto abdominal e eretores da espinha em dez indivíduos treinados a partir da execução de dois exercícios abdominais variando a posição dos membros superiores, Marques (2009) sugere essa variação não influencia o treino dos músculos abdominais e lombares. O fato de as diferenças encontradas entre os dois exercícios em quase todas as situações analisadas fossem pouco significativas, o autor defende que elas seriam reflexo de uma situação de maior ou menor conforto para o sujeito. Logo o exercício mais eficaz seria o que fosse, para cada indivíduo, o mais confortável, até por uma questão motivacional.

Rovêa *et al.* (2010) tiveram o objetivo de avaliar a ativação muscular do reto abdominal durante exercícios de flexão de tronco executados em diferentes velocidades. Os resultados indicaram que a ativação muscular foi maior para a velocidade de 30°/s em relação a

velocidade de 10°/s, conforme era esperado pelos autores. Eles tentaram explicar este comportamento através de fatores inerciais. A Lei da Inércia diz que todo o corpo tende a permanecer em repouso ou velocidade constante, a não ser que uma força aja sobre ele (OKUNO e FRATIN, 2003; NORDIN e FRANKEL, 2003 *apud* ROVÊA *et al.*, 2010). Nesse sentido, quanto maior for a variação da velocidade, maior é a força necessária para a aceleração do corpo (repouso→movimento) e, da mesma forma, maior é a força necessária para desacelerar o corpo (movimento→repouso). A contração muscular em resposta a estimulação nervosa depende de vários fatores como a quantidade de pontes cruzadas actina-miosina que podem ser estabelecidas, a disponibilidade de íons cálcio e de energia (ATP), o tipo de fibra muscular, entre outros (BASMAJIAN e DE LUCA, 1984 *apud* ROVÊA *et al.*, 2010). Contudo, os autores afirmam que existe certa proporcionalidade entre ambas; sem estimulação não existe contração muscular; ou seja, se o potencial de ação percebido pela eletromiografia for grande, provavelmente a força também será.

Analisando a ativação da musculatura abdominal em três diferentes exercícios abdominais em uma prancha com inclinação de 15° Sperandei *et al.* (2007) demonstraram que o exercício inverso com elevação pélvica provocou uma maior atividade de ambas as partes do reto abdominal, quando comparado com os outros exercícios abdominais presentes no estudo. Acredita-se que esta diferença está relacionada com maior intensidade presente neste exercício, o que poderia ser associada a dois fatores: o maior braço de alavanca e a inclinação pélvica em si. Comparando o abdominal inverso e abdominal convencional, ambos na prancha, os autores não encontraram diferenças significativas entre os exercícios. Esses resultados discordam dos resultados obtidos por Vaz *et al.* (1991), Ripani *et al.* (2008) Willett *et al.* (2001) e Sarti *et al.* (1996) que afirmaram que os indivíduos com boa técnica poderia suscitar uma maior atividade da porção inferior ao executar o exercício inverso, embora este padrão não foram observados naqueles sem boa técnica. Os participantes do estudo de Sperandei *et al.* (2007) foram altamente treinados, que é necessário para realizar o exercício inverso com inclinação pélvica, e que os resultados não foram observados.

Em um estudo comparativo da atividade elétrica dos músculos reto femoral e reto abdominal (porção superior e inferior), em abdominal convencional e abdominal realizado no aparelho AB swing em dois níveis: principiante e intermediário, Lizardo *et al.* (2009) concluíram que não houve diferenças significativas na atividade elétrica exibida pelas porções do músculo reto abdominal durante o abdominal convencional e com Ab Swing-nível intermediário, os quais foram significativamente maiores do que Ab Swing-nível principiante. Em relação ao músculo reto femoral o exercício com Ab Swing - nível intermediário

apresentou maior atividade elétrica em comparação com Ab Swing- nível principiante e abdominal convencional. Assim como Ribeiro *et al.* (2002); Marques (2009) e Shirado *et al.* (1995), Lizardo *et al.* (2009) afirmaram que o abdominal convencional é o mais eficaz no recrutamento do músculo reto abdominal como um todo e na redução da atividade dos músculos flexores do quadril quando executado de forma correta.

Hildenbrand *et al.* (2004) estudaram a ativação eletromiográfica dos músculos reto abdominal (porção superior e inferior), oblíquo externo e reto femoral no exercícios: Abdominal convencional, abdominal com aparelho, abdominal na bola, abdominal utilizando Ab-slide e concluíram que a atividade elétrica foi significativamente diferente entre as condições dos exercícios na porção superior do reto abdominal, no oblíquo externo e no reto femoral. Para a porção inferior do abdômen, o abdominal com aparelho, a bola suíça e o abdominal convencional não mostraram diferença, contudo, o ABslide resultou em uma menor atividade se comparado aos outros três exercícios. A atividade do oblíquo externo ao usar-se o ABslide foi significativamente maior se comparado aos outros três exercícios, ao passo que ao se exercitar com a bola suíça e com o abdominal convencional uma atividade significativamente maior foi produzida em comparação ao abdominal no aparelho. Comparações para o reto femoral indicaram que o AB slide e a bola suíça mostraram maior atividade que o abdominal no aparelho e o abdominal convencional.

No estudo de Vera-Garcia *et al.* (2000) que variaram a posição dos membros inferiores e a estabilidade da superfície de apoio para a execução dos exercícios abdominais os autores chegaram a conclusão de que realizar a flexão do tronco em exercícios em superfícies instáveis proporcionou um aumento da atividade muscular abdominal, principalmente no músculo oblíquo externo, no qual o aumento da atividade muscular foi maior do que no reto abdominal. Este achado sugere uma demanda maior sobre o sistema de controle de motor, que pode ser desejável para estágios específicos em um programa de reabilitação ou de treinamento de força.

Drysdale *et al.* (2004) tiveram o objetivo de investigar a ativação eletromiográfica do reto abdominal e oblíquo externo durante exercícios pélvicos e depressão abdominal realizados em posições diferentes dos membros inferiores. Eles concluíram que para o músculo reto abdominal, foi identificada uma interação significativa entre a posição e o exercício. Em todas as três posições (Joelhos 90° e pés no chão, joelhos e quadris 90° pés em um banco, joelhos e quadris 90° pés em suspensão), a inclinação pélvica registrou maior atividade eletromiográfica do reto abdominal do que a depressão abdominal. A diferença das pernas não sustentadas obteve uma maior magnitude do que as outras duas posições. Não foi

observada diferença substancial na atividade muscular entre a posição padrão (pés no chão) e as posições sustentadas no exercício de depressão abdominal, mas, a posição sustentada produziu menor atividade do que a posição padrão para o exercício de elevação pélvica. Embora a interação entre posição e atividade não fosse significativa para os oblíquos externos, os principais efeitos foram significantes para exercício e posição. Independentemente do exercício, houve uma maior atividade eletromiográfica do oblíquo externo quando os exercícios eram realizados nas posições não sustentadas do que nas posições sustentadas e padrões.

O objetivo principal do estudo de Rita *et al.* (2005) foi analisar exercícios abdominais convencionais, com o uso de equipamento, com caneleiras presas aos braços e inclinado na prancha. A atividade EMG não apresentou diferenças significativamente estatísticas entre os exercícios abdominais presentes na pesquisa. Os músculos abdominais, reto abdominal e oblíquo externo apresentaram atividade EMG menor na situação com aparelho do que nas situações restantes, sendo que a atividade foi maior no abdominal com caneleiras presas aos braços.

Moraes *et al.* (2009) com o objetivo de descrever por meio de eletromiografia de superfície a ativação dos músculos reto abdominal, oblíquo externo e reto femoral durante o exercício abdominal convencional realizado com e sem pesos. A análise dos sinais EMG retificada dos músculos monitorados demonstra claramente a maior atividade EMG durante a fase concêntrica do movimento, com a maior ativação muscular registrados na segunda metade desta fase. Em relação à fase concêntrica, o aumento progressivo da atividade EMG observada no final desta fase parece ser um interessante achado. A redução da distância perpendicular entre o ponto de aplicação de carga (barra) para o eixo de rotação ocorreu progressivamente ao longo desta fase, o que implica claramente uma redução no torque de resistência. Em princípio, esse fato deve reduzir a demanda ao nível muscular. No entanto, a maior sobreposição dos filamentos de proteínas contráteis do músculo que ocorre progressivamente durante a fase concêntrica parece ter prejudicado significativamente a produção de força em oposição à resistência, resultando em um recrutamento de mais unidades motoras na metade final desta fase. Tais circunstâncias, parecem ter sido responsáveis pelo incremento do sinal EMG durante este período de tempo.

Considerando a sinergia abdominal como uma medida representativa da musculatura abdominal, pode ser determinado que, com exceção da carga de 100% de uma repetição máxima, nenhuma diferença significativa na intensidade de ativação abdominal foram verificadas entre cada carga e a carga imediatamente acima ou abaixo. Estes resultados

sugerem que para os adultos jovens, saudáveis e fisicamente ativos semelhantes às estudadas na amostra, que, quando o objetivo é a progressão no processo de treinamento de força abdominal, a opção deveria ser por alterações de carga superior a 20% de uma repetição máxima. Isso quer dizer que: entre 20 e 40% não houve diferença significativa, porém entre 20 e 60% já existe diferença.

Em um estudo mais recente Moura, *et al.* (2011) utilizando a mesma metodologia que Moraes *et al.* (2009), obtiveram um resultado pouco semelhante. Os autores concluíram que ao analisar a utilização de sobrecarga verifica-se que em todas as cargas (20, 40, 60 e 80%) ocorreram aumentos na ativação muscular de acordo com o aumento da carga quando comparadas as repetições iniciais e finais. Já de Moraes *et al.* (2009) encontraram diferenças significativas apenas quando era aumentado mais de 20%. Moura, *et al.* (2011) tentaram explicar o ocorrido através do intenso recrutamento muscular quando das repetições finais. Os resultados demonstram que a utilização de sobrecargas no exercício abdominal pode ser uma alternativa de distinção da intensidade da aplicação do exercício de força, em relação à variável intensidade da carga, o que pode tornar-se uma ferramenta prática e útil para ser aplicada em sujeitos que desejam aumentar o nível de força abdominal.

Araújo *et al.* (2006) tiveram o propósito de determinar através da eletromiografia de superfície diferenças na ativação neuromuscular dos músculos reto femoral, reto abdominal, oblíquo externo, eretores da espinha e esternocleidomastóideo durante a execução de dois exercícios abdominais, com e sem utilização de aparelho abdominal. Os autores não encontraram diferenças significativas para os valores da ativação elétrica durante a execução do exercício abdominal convencional e para o oblíquo solo, ou seja, a intensidade da atividade elétrica da musculatura abdominal foi semelhante. Para pessoas treinadas, não existe diferença na realização dos exercícios com ou sem aparelho quanto o padrão de inervação, já que ambos refletem o comportamento das unidades motoras durante a contração muscular de modo semelhante. O aparelho abdominal seria uma ferramenta motivacional e capaz de apresentar um maior conforto postural durante a execução de exercícios abdominais.

Araújo (2003) estudando os músculos, reto abdominal (porção superior, inferior), reto femoral, oblíquo externo, eretores da espinha e esternocleidomastóideo nos exercícios abdominal convencional, abdominal remador, abdominal completo, abdominal inverso e abdominal oblíquo não identificou diferença significativa na ativação neuromuscular para o músculo esternocleidomastóideo quando comparados os cinco exercícios abdominais entre si. Também não foram encontradas diferenças significativas na ativação eletromiográfica durante a execução dos exercícios abdominais em relação aos músculos do tronco (reto abdominal e

oblíquo externo). No entanto, foram encontradas diferenças significativas em relação aos músculos eretores da espinha nos exercícios abdominal convencional com abdominal completo, remador e inverso que tiveram uma ativação maior desta musculatura. Também foi registrada uma diferença significativa na ativação do reto femoral nos exercícios abdominal completo, inverso e remador em relação ao abdominal convencional e oblíquo solo. Com base nos resultados eletromiográficos do estudo a autora concluiu que os exercícios: abdominal completo e remador não são avaliadores da força de flexores do tronco e que o exercício abdominal convencional é apropriado para avaliar e fortalecer a musculatura do tronco com uma amplitude em torno de 40°.

Em contrapartida, Candotti *et al.* (2010) analisando somente a musculatura cervical (trapézio superior e esternocleidomastóideo) nos exercícios abdominal convencional, abdominal com aparelho, abdominal com bola (apoiando os pés) concluíram que o nível de ativação neuromuscular do músculo flexor cervical esternocleidomastóideo foi influenciado pelo tipo de exercício, sendo que o exercício abdominal realizado com aparelho foi o que promoveu menor ativação neuromuscular deste músculo. Quanto ao músculo extensor cervical trapézio superior, os resultados não evidenciaram diferenças no nível de ativação entre os três diferentes tipos de exercícios abdominais, de modo que o exercício abdominal com bola não proporcionou maior ativação neuromuscular dos extensores cervicais quando comparados aos demais exercícios.

QUADRO 3

Resumo dos estudos

Autores (ano)	Músculos	Exercícios	Carga de treinamento	Amostra
VAZ <i>et al.</i> (1991)	Reto abdominal (porção superior e inferior) Reto femoral.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional (solo e prancha), • Abdominal completo (solo e prancha), • Abdominal inverso, • Flexão de quadril em suspensão. • Abdominal remador, • Canivete. 	Sér.: 1 Rep.: 4 Int.: 3 min.	20, treinados.

SHIRADO <i>et al.</i> (1995)	Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo Eretores da espinha.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional, • Abdominal convencional com máxima extensão de cervical, • Abdominal convencional com máxima flexão de cervical, • Abdominal convencional com máxima flexão de cervical e pélvis estabilizada. 	Sér.: 3 Rep.: 5'' iso.	30, masculino, treinados.
SARTI <i>et al.</i> (1996)	Reto abdominal (porção superior e inferior).	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional, • Abdominal inverso. 	Sér.: 1 Rep.: 10 Dur.: 1''/3'' Int.: 2 min.	33, masculino e feminino, treinados e destreinados.
VERA-GARCIA <i>et al.</i> (2000)	Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional, • Abdominal convencional na bola (pés apoiados no chão), • Abdominal convencional na bola (pés apoiados em um banco), • Abdominal convencional na tábua proprioceptiva redonda. 	Sér.: 1 Rep.: 6'' iso. Int.: 2 min.	8, masculino, treinados.
WILLETT <i>et al.</i> (2001)	Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional, • Abdominal inverso, • Oblíquo solo, • Canivete • Abdominal vácuo. 	(ISO) Sér.: 3 Rep.: 3'' (DIN) Sér.: 3 Rep.: 3	25, masculino e feminino, treinados.
LEHMAN e MCGILL (2001)	Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo.	<ul style="list-style-type: none"> • Flexão do tronco • Flexão do quadril 	Sér.: 5 Rep.: 4 Int.: 3 min.	11, treinados.

RIBEIRO <i>et al.</i> (2002)	Reto femoral Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional. • Abdominal inverso. • Abdominal completo. 	Sér.: 1 Rep.: Máx. em 1 min.	20, masculino, treinados.
ARAÚJO. (2003)	Reto abdominal (porção superior e inferior) Reto femoral Oblíquo externo Eretores da espinha Esternocleidomastóideo	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional, • Abdominal remador, • Abdominal completo, • Abdominal inverso, • Abdominal oblíquo solo. 	Sér.: 2 Rep.: 20 Int.: 2 min.	15, masculino, treinados.
HILDENBRAND <i>et al.</i> (2004)	Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo Reto femoral.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional, • Abdominal com aparelho, • Abdominal na bola (pés apoiados no chão), • Abdominal utilizando Ab-slide. 	Sér.: 1 Rep.: 15 Int.: 2 min.	23, masculino e feminino, treinados.
DRYSDALE <i>et al.</i> (2004)	Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo.	<ul style="list-style-type: none"> • Inclinação pélvica. • Depressão abdominal <p>Joelhos 90° e pés no chão, joelhos e quadris 90° pés em um banco, joelhos e quadris 90° pés em suspensão.</p>	Sér.: 10 a 15 Rep.: 5'' Int.: 1 min. entre séries e 5 min. entre os exercícios	26, feminino, treinados.
RITA <i>et al.</i> (2005)	Reto abdominal (porções superior e inferior) Oblíquos externos	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional. • Abdominal com aparelho. • Abdominal com caneleiras presas aos braços. • Abdominal em uma prancha inclinada 15°. 	Sér.: 1 Rep.: 8 Int.: 5 min. Dur.: 2'' /2''	14, masculino, treinados.

ARAÚJO <i>et al.</i> , (2006)	Reto femoral Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo Eretores da espinha Esternocleidomastóideo	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional, com e sem utilização de aparelho. • Abdominal oblíquo solo, com e sem utilização de aparelho. 	Sér.: 2 Rep.: 20 Int.: 2 min. Dur.: 2'' /2''	25, masculino e feminino, treinados.
BALDISSERA <i>et al.</i> (2007)	Reto femoral Reto abdominal (porção superior e inferior) Oblíquo externo.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional. • Abdominal convencional com os pés apoiados • Abdominal inverso. • Abdominal completo. 	Sér.: 3 Rep.: 10	6, masculino, treinados.
SPERANDEI <i>et al.</i> (2007)	Reto abdominal (porções superior e inferior)	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional na prancha. • Abdominal inverso na prancha. • Abdominal inverso com elevação de quadril na prancha. Prancha inclinada a 15°. 	Sér.: 1 Rep.: 5 Int.: 10 min. Dur.: 3''	20, treinados
RIPANI <i>et al.</i> (2008)	Reto abdominal (porção superior e inferior).	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional. • Abdominal completo. 	Sér.: 2 Rep.: 4 Int.: 5 min. Dur.: 1''/1'' convencional e 2''/2'' completo.	16, mulheres, treinadas.
LIZARDO <i>et al.</i> (2009)	Reto femoral Reto abdominal (porção superior e inferior)	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional • Abdominal no aparelho AB swing Principiante e intermediário.	Sér.: 3 Rep.: 4 Int.: 1 min. Dur.: 2'' /2''	9, masculino e feminino, treinados.
MORAES <i>et al.</i> (2009)	Reto femoral Reto abdominal (porções superior e inferior) Oblíquos externos.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional. 	Sér.: 1 Rep.: Máx. Int.: 5 min. Dur.: 2'' /2'' 20% à 80%, da CVM.	13, masculino e feminino, treinados.

MARQUES. (2009)	Reto abdominal Eretores da espinha.	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional, • Abdominal convencional (braços estendidos e paralelos ao tronco) 	Sér.: 1 Rep.: máx. ou 75. Dur.: 1”/2”	10, masculino, treinados.
ROVÊA <i>et al.</i> (2010)	Reto abdominal (porção superior e inferior).	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional. 	Sér.: 1 Rep.: 15 Vel.: 10°/s e 30°/s	7, masculino, treinados.
CANDOTTI <i>et al.</i> (2010)	Trapézio superior Esternocleidomastóideo	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional • Abdominal com aparelho. • Abdominal com bola (apoiando os pés). 	Sér.: 1 Rep.: 15 Dur.: 2” /2”	18, masculino e feminino, treinados.
MOURA, <i>et al.</i> , (2011)	Reto abdominal (porções superior e inferior) Oblíquos externos	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominal convencional com peso. 	Sér.: 1 Rep.: Máx. Int.: 5 min. Dur.: 2” /2” 20%, 40%, 60% e 80%, em relação à CVM.	13, masculino e feminino, treinados.

Legenda:**Sér.:** séries**Rep.:** repetições**Dur.:** duração**Int.:** intervalo**Vel.:** velocidade**Min.:** minutos**Máx.:** máximo**“:** segundos**CVM:** contração voluntária máxima**Iso.:** isométrico**Din.:** dinâmico

5 DISCUSSÃO

Atualmente, existem várias técnicas de exercícios abdominais e meios auxiliares utilizados em academias e em clínicas de reabilitação para fortalecer os músculos responsáveis por estes exercícios e melhorar a estabilidade do tronco, dentre outros benefícios como a manutenção de uma boa postura (ARAÚJO, 2003).

Uma das funções dos músculos abdominais é flexionar o tronco seja no plano sagital como no plano frontal, aproximando o apêndice xifóide à sínfise púbica, tornando tensa a parede abdominal. Portanto, a base de todo exercício abdominal deve ser o ato de flexionar a coluna (GRAY, 1995; KAPANDJI, 1990). Os músculos abdominais agem concentricamente até o momento em que as escápulas perdem o contato com o solo, logo após, há mudança do eixo de rotação, tornando-se isométrica a contração deste grupo muscular. Com isso, os motores primários passam a serem os flexores do quadril uma vez que, os músculos reto abdominal e oblíquo externo, por não cruzarem a articulação do quadril são incapazes de realizar e de até mesmo auxiliar no movimento de flexão do mesmo (NORRIS, 2001). Desta forma espera-se então, uma maior ativação nos flexores do quadril nos exercícios em que a coluna é flexionada além da perda de contato da escápula com o solo e quando há a flexão do quadril. Esta afirmação foi confirmada nos estudos de Vaz *et al.*, 1991; Ribeiro *et al.*, 2002; Araújo, 2003 e Baldissera *et al.*, 2007) nos quais os resultados foram analisados pelo presente estudo e demonstraram que para o músculo reto femoral os exercícios que tem como característica a flexão do quadril, o sinal EMG foi maior em comparação aos que só realizam a flexão do tronco. Com isso, o abdominal convencional mostrou-se como o exercício mais eficaz no treinamento do músculo reto abdominal como um todo, na diminuição da ativação dos músculos flexores de quadril e por minimizar a compressão e o estresse nas vértebras lombares quando executado de forma correta (SHIRADO *et al.* 1995; RIBEIRO *et al.*, 2002; MARQUES, 2009; LIZARDO *et al.* ,2009) pois, tal exercício tem como característica a flexão do tronco sobre os membros inferiores a partir da posição de decúbito dorsal.

Segundo Ripani (2008) a posição das pernas altera o comprimento inicial do reto abdominal resultando no encurtamento deste músculo quando as pernas estão flexionadas e a pelve em retroversão. A posição do com as pernas flexionadas pode permitir que indivíduos com fraqueza abdominal pudessem controlar melhor a pélvis evitando uma possível anteroversão da mesma causando uma sobrecarga na coluna lombar. De acordo com Lima e Pinto (2006) a posição de flexão do quadril diminui o comprimento muscular do psoas, o que

reduz a tensão desse músculo sobre a coluna lombar, evitando a sua ação paradoxal de hiperextensão. Além desse aspecto de proteção da coluna lombar, estes autores ainda afirmam que a flexão do quadril aumenta a intensidade do trabalho dos abdominais por diminuir a ativação dos flexores do quadril que auxiliam na execução do movimento. No entanto, os resultados de Vaz *et al.* (1991) e Ripani *et al.* (2008) analisados pelo presente estudo não mostraram diferença significativa na ativação elétrica de ambas as porções do músculo reto abdominal para o exercício abdominal convencional quando houve a variação da posição dos membros inferiores, pernas estendidas ou flexionadas.

A utilização de aparelho para a execução do abdominal convencional mostrou não influenciar a ativação elétrica do músculo reto abdominal (ARAÚJO, 2003; HILDENBRAND *et al.*, 2004; RITA *et al.*, 2005) no entanto, Hildenbrand *et al.*, 2004 observaram que para o músculo oblíquo externo a utilização do aparelho reduz a intensidade do sinal EMG. Já para a musculatura cervical, Candotti *et al.* (2010) tiveram como resultado uma menor ativação do músculo esternocleidomastóideo no exercício abdominal com aparelho em relação ao exercício abdominal convencional e justificou esse achado afirmando que o aparelho oferece maior sustentabilidade a coluna cervical porquê possui apoio para a cabeça. Estes resultados supracitados são contrários do estudo de Araújo (2003) que não encontrou diferenças significativas nos valores do sinal EMG para o músculo esternocleidomastóideo tanto na fase concêntrica quanto na fase excêntrica. Este músculo será ativado durante todo o movimento com a finalidade de estabilizar a coluna cervical mantendo a lordose cervical fisiológica e sustentar a cabeça.

Os exercícios abdominal convencional e inverso foram por muito tempo indicados com a finalidade de enfatizar as porções superior e inferior do reto abdominal, respectivamente. Com relação aos estudos que se preocuparam em verificar alterações no padrão de recrutamento destas porções do músculo reto abdominal, nota-se enorme controvérsia.

Alguns estudos (ARAÚJO, 2003; SPERANDEI *et al.*, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2002; LEHMAN e MCGILL, 2001) demonstraram que a ativação da porção inferior do reto abdominal não se intensifica quando o exercício é realizado pelo movimento da cintura pélvica (abdominal inverso), assim como a porção superior do reto abdominal não é intensificada quando o exercício é realizado pelo movimento do tronco (abdominal convencional). Ou seja, o padrão de ativação dessas porções parece não obter diferenças significativas independentemente do exercício realizado. Não obstante, cinco estudos (VAZ *et al.*, 1991; SARTI *et al.*, 1996; RIPANI *et al.*, 2008; WILLET *et al.*, 2001; BALDISSERA *et*

al., 2007) analisados observaram diferença significativa na ativação das porções superior e inferior do músculo reto abdominal.

Segundo Rita *et al.* (2005) essas diferenças encontradas na literatura podem ser devidos à três fatores: 1- A normalização dos dados eletromiográficos não terem sido realizada nos estudos que apresentaram diferenças entre as porções do reto abdominal, os dados analisados de forma absoluta não é o modo mais indicado para comparação da EMG advinda de sujeitos diferentes. 2- A técnica de execução não foi a mesma, possivelmente modificando a variabilidade dos grupos. 3- A habilidade de executar a tarefa tem influência nas respostas de EMG.

Para intensificar o treinamento dos músculos abdominais, a utilização de cargas adicionais e inclinação da superfície foram constatadas como medidas eficientes para o alcance desse objetivo. Os autores justificaram tal resultado afirmando que, com o acréscimo da carga uma maior força de resistência foi imposta e conseqüentemente um maior torque de resistência. O aumento da exigência muscular na prancha inclinada deve-se ao fato de a inclinação proporcionar, quando na realização do movimento de flexão do tronco desta posição inicial, um torque de resistência crescente provocado pelo movimento do tronco em direção ao plano horizontal aumentando sua distância perpendicular ao eixo relativo de rotação.

Realizar exercícios abdominais em superfícies instáveis aumenta a atividade da musculatura abdominal. Esse aumento na atividade foi justificada por Vera-Garcia *et al.* (2000) devido à maior exigência de melhorar a estabilidade da coluna e de corpo inteiro para reduzir a ameaça de cair para fora da superfície instável. Além disso, a fim de reforçar essa estabilidade, parece que o sistema de controle de motor aumenta a atividade do músculo oblíquo externo mais do que o outros músculos abdominais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os músculos abdominais estão presentes em praticamente todos os movimentos diários (BOSSI, 2001). Por tal fato, devemos treiná-lo para que o mesmo se fortaleça e proporcione estabilidade à coluna vertebral.

No que diz respeito aos critérios de eficácia, os fatores mais importantes para a seleção de exercícios de condicionamento abdominal são (a) flexão e rotação da coluna sem flexão do quadril, (b) o braço de suporte, (c) o posicionamento dos membros inferiores, (d) planos inclinados, (e) a estabilidade da superfície de apoio, (f) uso de equipamentos auxiliares e (g) cargas adicionais.

Em relação aos vinte e um estudos analisados no presente estudo pode-se verificar que:

- Para o músculo reto femoral os exercícios que tem como característica a flexão do quadril tiveram um maior sinal EMG em comparação aos que só realizam a flexão do tronco.
- Somente cinco estudos observaram diferença significativa na ativação das porções superior e inferior do músculo reto abdominal.
- A variação da posição dos membros inferiores não mostrou diferença significativa no sinal EMG de ambas as porções do reto abdominal para o exercício abdominal convencional.
- Realizar exercícios abdominais em superfícies instáveis aumenta a atividade da musculatura abdominal, principalmente do oblíquo externo.
- A utilização de aparelho para a execução do abdominal convencional não indicou diferença significativa na ativação elétrica dos músculos responsáveis por esse exercício.
- Para intensificar o treinamento dos músculos abdominais, a utilização de cargas adicionais e inclinação da superfície foram constatadas como medidas eficientes para o alcance desse objetivo.
- O abdominal convencional mostrou-se como o exercício mais eficaz no treinamento do músculo reto abdominal como um todo, e na diminuição da ativação dos músculos flexores de quadril, quando executado de forma correta.

Por fim, sugere-se a continuidade do presente estudo, porém com uma amostragem maior, para que os futuros resultados possam ser ainda mais satisfatórios, melhorando assim o embasamento teórico dos profissionais de educação física para a prescrição de exercícios abdominais.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLI, I. B. **Análise eletromiográfica da funcionalidade dos músculos do manguito rotador na execução de exercícios em cadeia cinética aberta (CCA) e cadeia cinética fechada (CCF)**. 2008. 90 f. Dissertação (mestrado em Fisioterapia) – Escola de Fisioterapia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma. 2008.

ARAÚJO, S. R. S. **Análise eletromiográfica de diferentes músculos durante a execução de exercícios abdominais**. 2003. 93f. Dissertação (mestrado em Treinamento Esportivo) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

ARAÚJO, S. R. S.; ARAÚJO, F. S.; MENZEL, H-J. K. Comparação emg de dois exercícios abdominais com e sem utilização de aparelho. *Revista de educação física* - n.135, Nov. de 2006.

AXLER, C. T.; MCGILL, S. M. Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Medicine and Science in Sports and Exercise* n.29, p.804–811, 1997.

BALDISSERA, I. *et al.* Evaluation of surface electromyography during the performance of four different abdominal exercises. *XXV ISBS Symposium*, Ouro Preto – Brazil, 2007.

BANKOFF, A. D. P.; FURLANI, J. Estudo eletromiográfico dos músculos reto abdominal e oblíquo externo em diversos exercícios, na posição de decúbito dorsal. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v.7, n.2, p.69-74, 1986.

BANKOFF, A. D. P. **Morfologia e cinesiologia: aplicada ao movimento humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

BIRD, M.; FLETCHER, K. M.; KOCH, A. J. Electromyographic comparison of the ab-slide and crunch exercises. *J. Strength Cond. Res.* v.20, n.2, p.436-440, 2006.

BOSSI, L. C. P. **Ensinando musculação: exercícios resistidos**. 2.ed., São Paulo: Ícone, 2001.

CAMPOS, M. de A. **Exercícios abdominais: uma abordagem prática e científica**. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.

CANDOTTI, C. T. *et al.* Comparação da ativação neuromuscular dos músculos trapézio superior e esternocleidomastoideo durante a execução de exercícios abdominais. *Revista Digital* - Buenos Aires - Año 15 – n.146 – Jul. de 2010.

CRAM, J. R.; KASMAN, G. S.; HOLTZ, J. Introduction to surface electromyography. Gaitersburg: *Aspen Publishers, inc.*, p.408, 1998.

DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar:** para o estudante de medicina. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2004.

DELAVIER, F. Guia dos Movimentos de Musculação: abordagem anatômica. 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.

DeLUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomechanics*, v.13, p.135-163, 1997.

DI DIO, L. J. A; AMATUZZI, M. M.; CRICENTI, S. V. Sistema muscular. In: DI DIO, L. J. A. **Tratado de anatomia sistêmica aplicada.** 2ed. São Paulo: Atheneu, v.1, p. 187-288, 2002.

DOMINGUES FILHO, L. A. **Exercícios abdominais:** estratégias x resultados. São Paulo, Editora Ícone. 2000.

DRYSDALE, C. L *et al.* Surface electromyographic activity of the abdominal muscles during pelvic-tilt and abdominal-hollowing exercises. *Journal of Athletic Training*. v.3, p.32-6, 2004.

EDMAN, K. A. Double-hyperbolic force-velocity relation in frog muscle fibres. *J Physiol*. p.404:301-321, 1988.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2000.

ESCAMILLA, R. F. *et al.* T. An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, Alexandria, v.36, n.2, p.45-57, 2006.

FLOYD, R. T; THOMPSON, C. W. **Manual de cinesiologia estrutural.** 14. ed. São Paulo: Manole, 2002.

FORTI, F. **Análise do sinal eletromiográfico em diferentes posicionamentos, tipos de eletrodos, ângulos articulares e intensidades de contração.** 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Faculdade de Ciências da saúde, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba. 2005.

FRACCAROLI, J. L. **Biomecânica: análise dos movimentos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, p.251, 1981.

GOWAN, I. D. *et al.* A comparative electromyographic analysis of the shoulder during pitching. Professional versus amateur pitchers. *The American Journal of Sports Medicine.* v.15, n.6, p.586-590, 1987.

GUIMARÃES, A. C. S.; CRESCENTE, L. A. Eletromiografia de exercícios abdominais: um estudo piloto. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte.* v.6, n.1, p.110-116, 1984.

GUIRRO, E. C. de O.; GUIRRO, R. **Fisioterapia dermatofuncional: fundamentos-recursos-patologias.** 3. ed São Paulo: Manole, 2002.

HALL, S. J. **Biomecânica básica.** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano.** São Paulo: Manole, 2008.

HILL, A. V. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc Royal Soc B.* p.136-195, 1938.

HILDENBRAND, K.; NOBLE, L. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the ab roller, abslide, fitball, and conventionally performed trunk curls. *Journal of Athletic Training.* v.39, p.37, 2004.

LEHMAN, G. J.; MCGILL, S. M. Quantification of the differences in electromyographic activity magnitude between the upper and lower portions of the rectus abdominis muscle during selected trunk exercises. *Physical Therapy* . v.81, n.5, p.1096-1101, May, 2001.

LEHMKUHL, L. D.; SMITH, L. K. **Cinesiologia Clínica de Brunnstron,** 4. ed. São Paulo: Manole. 1986.

LIMA, C. S.; PINTO, R. S. **Cinesiologia e Musculação.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

LIZARDO, F. B. *et al.* Análise eletromiográfica da atividade elétrica dos músculos Reto do Abdome e Reto Femoral em exercícios abdominais com e sem bola de ginástica. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, Jundiaí, v.6, n.1, p.87-94, 2007.

LIZARDO, F. B. *et al.* Análise eletromiográfica comparativa dos músculos reto do abdome e reto femoral em exercícios abdominais com e sem a utilização do aparelho ab swing. *Biosci. J.* Uberlândia, v.25, n.3, p.92-103, May/June. 2009.

MALTA, J. *et al.* Eletromiografia aplicada aos músculos da mastigação. *Acta Ortop Bras.* 2006.

MARCHETTI, P. H.; DUARTE, M. Instrumentação em Eletromiografia Universidade de São Paulo. Laboratório de Biofísica; 2006.

MARQUES, M. B. Comparação da eficácia de dois exercícios de treino abdominal através da análise eletromiográfica. 2009. Monografia (graduação em Educação Física) - Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra. 2009.

MCILWAIN, H.; GERMAIN, B.; BRUCE, D. **Vencendo a dor nas costas**. São Paulo: Cultrix, 1994.

MOORE, K. L.; DALLEY, A. F. **Anatomia orientada para a clínica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

MORAES, A. C. EMG activation of abdominal muscles in the crunch exercise performed with different external loads. *Physical Therapy in Sport*. v.10, p.57-62, 2009.

MOURA, M. L.; TESSUTTI, L. S.; MORAES, A. C. Análise do exercício abdominal “crunch” realizado com cargas máximas e submáximas: Respostas eletromiográficas da musculatura abdominal. *Motricidade*, v.7, n.1, p.85-93, 2011.

NEGRÃO FILHO, R. de F.; BÉRZIN, F.; SOUZA, G. da C. Quantitative and Qualitative analysis of the electrical activity of rectus abdominis muscle portions. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* v.43, p.305-314, 2003.

NETTER, F. H. **Atlas de Anatomia Humana**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

NEUMANN, A. **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético**: fundamentos para a reabilitação física. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2006.

NORDIN, M.; FRANKEL, J. A. **Biomecânica básica do sistema musculoesquelético**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

PARDAL, D. M. M. *et al.* Comparação de atividade eletromiográfica de músculos abdominais durante exercícios convencionais. *Braz. J. Biomechanics*. v.4, p.29-37; 2003.

PETROFSKY, J. S. *et al.* Core muscle strengthening on a portable abdominal machine. *The Journal of Applied Research*. v.5, n.3, p. 460-472, 2005.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000.

RASCH, P. J. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

RIPANI, M. *et al.* Muscle activity of upper and lower rectus abdominis during curl-up and sit-up exercises. *MEDICINA DELLO SPORT Set.* vol.61, n.3, p.313-327, 2008.

RITA, C. B. *et al.* Comparação eletromiográfica entre quatro exercícios abdominais de flexão de tronco. XI Congresso brasileiro de Biomecânica. 2005.

ROSS, M., *et al.* effect of a lumbar support device on muscle activity during abdominal exercise. *J. Strength Cond. Res.*; v.7, n.4, 219-223. 1993.

RIBEIRO, A. H. M.; FERNANDES FILHO, J.; NOVAES, J. S. Efficacy of three abdominal exercises in order to test local muscle endurance. *Fitness e Performance Journal*, v.1, n.1, p.37-43, 2002.

ROVÊA, W. Y. *et al.* Ativação do músculo reto do abdome durante exercícios abdominais em diferentes velocidades., *Revista Digital*. Buenos Aires, *Año* 15, n.150, Nov. de 2010.

SARTI, M. A.; MONFORT, M.; FUSTER, M. A. Muscle activity in upper and lower rectus abdominus during abdominal exercises. *Arch Phys Med Rehabil*; v.77, p.1293-7, 1996.

SHANKAR, K. **Prescrição de exercícios**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2002.

SHARKEY, B. J. **Condicionamento físico e saúde**. Porto Alegre: Artmed, 5. ed. 2006.

SHIRADO, O. *et al.* Electromyographic analysis of four techniques for isometric trunk muscle exercises. *Journal Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. v.76, n.3, p.225-229, 1995.

SMITH, L.; WEISS, E. L.; LEHMKUHL, L. D. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom**. 5. ed. São Paulo: Manole, 1997.

SODERBERG, G. L.; KNUTSON, L. M. A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. *Physical Therapy*, v.80, n.5, p.485-498, 2000.

SPERANDEI, S.; BARROS, M. A. P.; SARTORATO, R. Electromyographic comparison of the upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. *XXV ISBS Symposium, Ouro Preto – Brazil, 2007*.

STERNLICHT, E.; *et al.* Electromyography analysis and comparison of selected abdominal training devices with a traditional crunch. *J. Strength Cond. Res.*, v.19, n.1, p.157-162, 2005.

TORRIANI, C.; CYRILLO, F. N. Biofeedback: conceitos básicos e aplicabilidade clínica. *Revista de Fisioterapia da UFMU*. n.1, p.11-18. 2003.

TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

VAZ, M. A.; GUIMARÃES A. C. S.; CAMPOS, M. I. Análise de exercícios abdominais: um estudo biomecânico e eletromiográfico. *Revista Brasileira de Ciências e Movimento*, v.5, n.4, p.18-40, 1991.

VAZ, M. A. *et al.* Comparação da intensidade da atividade elétrica dos músculos reto abdominal e oblíquo externo em exercícios abdominais com e sem a utilização de aparelhos. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica, UDESC, Florianópolis*, p.441-446, 1999.

VERA-GARCÍA, F. J.; GRENIER, S. G.; MCGILL, S. Abdominal response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*. v.80, p.564-9, 2000.

WEINECK, J. Aparelho locomotor ativo e passivo. In: WEINECK, J. **Anatomia Aplicada ao Esporte**. 3. ed. São Paulo: Manole. Cap. 2, p.39-54. 1986.

WILLETT, G. M. *et al.* Relative activity of abdominal muscles during commonly prescribed strengthening exercises. *J. Strength Cond. Res.*, v.15, n.4, p.480-485, 2001.