

Método pilates em revista: aspectos biomecânicos de movimentos específicos para reestruturação postural – Estudos de caso

Pilates method in review: biomechanical aspects of specific movements for postural reorganization – Cases report

SACCO, I.C.N.; ANDRADE, M.S.; SOUZA, P.S.; NISIYAMA, M.; CANTUÁRIA, A.L.; MAEDA, F.Y.I.; PIKEL, M. Método pilates em revista: aspectos biomecânicos de movimentos específicos para reestruturação postural – Estudos de caso. **R. bras. Ci e Mov.** 2005; 13(4): 65-78.

RESUMO – A proposta deste estudo foi analisar por uma visão cinesiológica e biomecânica alguns exercícios do método Pilates e compará-los entre si para uma melhor descrição do método e dos benefícios desta atividade. Duas professoras do método foram fotografadas realizando tais exercícios nos aparelhos Mat, Cadillac, Chair e Reformer e, posteriormente os músculos trabalhados, de forma concêntrica e excêntrica, e os alongados foram comparados com os ângulos articulares mensurados no programa Corel Draw. Para o cálculo dos torques resistentes a partir do modelo antropométrico de Dempster, foi aplicado o método segmentar nas fotografias digitalizadas para determinar os centros de gravidade dos segmentos do corpo. Concluímos que há uma grande variação dos torques resistentes em função do posicionamento dos membros superiores e inferiores, tronco e cabeça nos exercícios analisados e que a musculatura abdominal é o principal grupo muscular trabalhado.

PALAVRAS-CHAVE: fisioterapia, biomecânica, técnica pilates, postura, cinesiologia.

SACCO, I.C.N.; ANDRADE, M.S.; SOUZA, P.S.; NISIYAMA, M.; CANTUÁRIA, A.L.; MAEDA, F.Y.I.; PIKEL, M. Pilates method in review: biomechanical aspects of specific movements for postural reorganization – Cases report. **R. bras. Ci e Mov.** 2005; 13(4): 65-78.

ABSTRACT – The purpose of this study was to describe some of the Pilates technique's exercises under biomechanical and kinesiological considerations. Two subjects (Pilates' technique teachers) were photographed while performing the exercises in different equipments – Mat, Cadillac, Chair and Reformer. The relationship among the articular angles – analyzed in the Corel Draw – and the muscles working eccentrically or concentrically, or that were elongated has been established. The segmental model was applied on the digitalized photos in order to locate the gravity center and the resistant torques were calculated by Dempster's anthropometric model. We concluded that there is a great variation of the resistant torques in relation to upper limbs, lower limbs, head and trunk positions in the exercises and the abdominal muscles are the main group functioning in the exercises analyzed.

KEYWORDS: physical therapy, biomechanics, pilates technique, posture, kinesiology.

Isabel C. N. Sacco,
Mariane S. Andrade,
Priscila S. Souza,
Maurício Nisiyama,
Anita L. Cantuária,
Fabiana Y. I. Maeda,
Marina Pikel

Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e
Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina –
Universidade de São Paulo, São Paulo.

Recebimento: 9/12/2004
Aceite: 15/01/2005

Correspondência: Professora Dra. Isabel de C. N. Sacco. Depto. Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional - Faculdade de Medicina – USP R. Cipotânia, 51, Cidade Universitária – São Paulo – SP, Brazil, 05360-000. tel:(11) 30917451; FAX:(11) 30917462. email: icensacco@usp.br

R. bras. Ci. e Mov. 2005; 13(4): 65-78

Introdução

Atualmente, a população busca muitas formas para a melhora da qualidade de vida. Cada indivíduo apresenta suas preferências e procura atividades que trabalhem o corpo de uma forma global e interessante. Nota-se um grande aumento no número de técnicas disponíveis para esses objetivos e entre elas está a moderna e discutida técnica Pilates. Na realidade, apesar de o método Pilates só começar a ser difundido entre os brasileiros durante a década de 90, foi em 1923, que o alemão Joseph Hubertus Pilates levou-o para os Estados Unidos^{18,23}. O método Pilates já é usado por milhares de pessoas no Brasil e em outros países. Nos EUA existem mais de 300 centros especializados.

Joseph Hubertus Pilates criou uma série de exercícios baseados nos movimentos progressivos que o corpo é capaz de executar. Durante a I Guerra Mundial, Pilates iniciou o uso das molas nas camas de hospital, desenvolvendo um sistema que inspirou a criação de seus equipamentos e de seu método¹⁸.

Os seis princípios do Método são: concentração, consciência, controle, “centramento”, respiração, movimento harmônico. É uma técnica dinâmica que visa trabalhar força, alongamento e flexibilidade, preocupando-se em manter as curvaturas fisiológicas do corpo e tendo o abdômen como centro de força, o qual trabalha constantemente em todos os exercícios da técnica, realizados com poucas repetições.

Os aparelhos, dotados de um mecanismo de molas e elásticos que colocam uma maior resistência ou facilitam a execução de movimentos e simulam situações rotineiras da atividade física¹⁸, apresentam diferentes graus de dificuldade, podendo então, ocorrer uma evolução do indivíduo praticante, na medida que se aperfeiçoa, visando alcançar a posição de máximo esforço e eficiência para aquele exercício.

A literatura aponta como vantagens do método Pilates: estimular a circulação, melhorar o condicionamento físico, a flexibilidade, a amplitude muscular e o

alinhamento postural. Pode melhorar os níveis de consciência corporal e a coordenação motora. Tais benefícios ajudariam a prevenir lesões e proporcionar um alívio de dores crônicas⁷.

A técnica Pilates apresenta muitas variações de exercícios, pode ser realizada por pessoas que buscam alguma atividade física, por indivíduos que apresentam alguma patologia ou cirurgia músculo-esquelética onde a reabilitação é necessária, e também por esportistas que visam melhorar sua performance.

Diante deste contexto, o presente trabalho buscou descrever e comparar a cinesiologia e a biomecânica de exercícios semelhantes dentro da técnica Pilates, porém executados em diferentes aparelhos.

Métodos

O estudo foi realizado no Centro de Ginástica Postural Angélica (CGPA), local onde o método Pilates é aplicado. Os sujeitos participantes da pesquisa foram duas professoras da técnica, que realizaram alguns exercícios selecionados na técnica Pilates para posterior avaliação cinesiológica e biomecânica. As idades, pesos e alturas dos sujeitos se encontram na tabela 1.

Todas as análises foram feitas a partir de observações cinesiológicas qualitativas e do cálculo de ângulos, curvaturas e torques resistentes durante os exercícios selecionados.

Fotografias digitais foram tiradas durante a execução dos exercícios, sendo a máquina utilizada uma Cannon 1.3 Mpixels. As fotos foram feitas nas posições iniciais, intermediárias e finais de cada um dos exercícios e, posteriormente, digitalizadas no programa Corel Draw 10 para a realização de cálculos dos ângulos articulares e dos torques resistentes nas posições de interesse.

Foram marcados pontos anatômicos ósseos de interesse utilizando-se etiquetas nos sujeitos que executaram os exercícios. As etiquetas foram colocadas sobre o próprio ponto ou em sua projeção no plano sagital, no qual foram realizadas as fotografias. Esses pontos foram:

Tabela 1 - Caracterização antropométrica e idade dos sujeitos analisados.

| Sujeito | Idade (anos) | Massa (Kg) | Estatura (m) |
|--------------|--------------|------------|--------------|
| Professora 1 | 24 | 59,8 | 1,74 |
| Professora 2 | 34 | 52,5 | 1,57 |

processo mastóideo, projeção da vértebra C7, ângulo inferior da escápula (ao nível de T8), tuberosidade maior do úmero, epicôndilo lateral, processo estilóide da ulna, 5º metacarpo, projeção da vértebra T12, espinha ilíaca ântero-superior, crista ilíaca, projeção da espinha ilíaca pósterio-superior, trocânter maior do fêmur, côndilo femoral lateral, maléolo lateral, a cabeça do 5º metatarso e calcâneo, os quais foram usados para o cálculo dos ângulos articulares no Corel Draw.

Para a determinação desses ângulos, foram definidas referências, as quais são descritas na tabela 2. Os ângulos articulares foram calculados a partir da posição anatômica tomada como referência a fim de descrever a posição articular, sendo que valores positivos correspondem a movimentos de flexão, e valores negativos, a movimentos de extensão. Os ângulos definidos partem de definições de trabalhos anteriores já aprovados pela comunidade científica da área, apenas ajustados aos propósitos do presente trabalho ^{22,23}.

Para as medidas de retroversão e anteversão da pelve convencionou-se que os valores desta variável seriam negativos quando a espinha ilíaca ântero-superior estivesse à direita da reta vertical, portanto em retroversão, tomando-se em consideração que a visão do indivíduo fotografado estava

voltada para a direita. Quando a espinha ilíaca ântero-superior estivesse à esquerda da reta vertical, a pelve estaria em anteversão, e os valores das distâncias seriam positivos.

Através da observação da realização da seqüência de movimentos de cada exercício, foram determinados os músculos trabalhados de forma excêntrica ou concêntrica e os músculos alongados em cada etapa. Assim, pôde-se relacioná-los com dados obtidos com os ângulos mensurados no Corel Draw para então comparar os exercícios selecionados.

Em relação ao cálculo dos torques resistentes, foi necessária a determinação de centros de gravidade de segmentos do corpo, aplicando-se o método segmentar nas fotografias digitalizadas no Corel Draw ¹¹. O método segmentar consiste no cálculo da posição do centro de gravidade de um determinado membro ou do corpo todo a partir de uma média das posições de cada segmento ponderada pela sua massa. A massa dos segmentos foi estimada a partir do modelo antropométrico de Dempster ⁸. As medidas finais dos torque resistentes foram calculadas a partir do valor obtido da média do cálculo de três ângulos para cada segmento em cada exercício.

Os exercícios selecionados e comparados entre si estão descritos na tabela 3.

Tabela 2 - Descrição e definição das variáveis utilizadas para o estudo a partir das fotografias digitalizadas no Corel Draw.

| Variável | Descrição da Variável |
|---|---|
| ÂO Ângulo do Ombro | Vértice no centro articular do ombro. Um segmento de reta une o vértice ao epicôndilo lateral do úmero e o outro segmento de reta sai do vértice e segue paralelamente ao tronco. |
| ÂC Ângulo do Cotovelo | Vértice no epicôndilo lateral. Um segmento de reta sai do vértice e segue ao longo da ulna ou do rádio. O outro lado une o vértice ao centro articular do ombro. |
| ÂQ Ângulo do Quadril | Vértice no trocânter maior do fêmur. Um segmento de reta une o vértice ao epicôndilo lateral do fêmur e o outro une o vértice à projeção da vértebra L5. |
| ÂJ Ângulo do Joelho | Vértice no epicôndilo lateral. Um segmento de reta une o vértice ao maléolo lateral e o outro une o vértice ao trocânter maior do fêmur. |
| ÂT Ângulo do Tornozelo | Vértice no maléolo lateral. Um segmento de reta une o vértice à base do quinto metatarso e o outro une o vértice ao trocânter maior do fêmur. |
| ÂTor. Ângulo da Coluna Torácica | Vértice em T7. Um segmento de reta une o vértice à projeção da vértebra C7 e o outro une o vértice à projeção da vértebra T12. |
| ÂL Ângulo da Lombar | Vértice em L5. Um segmento de reta une o vértice à projeção da vértebra T12 e o outro une o vértice à espinha ilíaca pósterio-superior. |
| Prot/Retr. Protração/retração da Cabeça | Distância ortogonal entre o centro de gravidade da cabeça e o segmento de reta que une o centro articular do ombro à projeção da vértebra C7. |
| Retro/Ant Retroversão/Anteversão da Pelve | Distância ortogonal entre a espinha ilíaca ântero-superior e a reta vertical que passa pelo trocânter maior do fêmur. |

Resultados

A partir dos parâmetros descritos nos métodos, uma análise qualitativa e quantitativa do ponto de vista cinesiológico e biomecânico foi descrita. Além dos ângulos articulares, os músculos trabalhados e alongados nos exercícios foram descritos, analisados e comparados.

A análise dos ângulos articulares foi feita descrevendo-se os movimentos, mas os resultados estudados priorizaram algumas articulações, as quais modificam seu posicionamento durante os exercícios em questão, podendo assim, compará-los. Os resultados das variáveis descritas aqui se referem às posições iniciais, intermediárias, quando houver, e finais dos movimentos em questão, destacando-se o momento do exercício em que a musculatura envolvida está sendo mais exigida.

Comparação 1

Os resultados referentes aos exercícios Hamstring Stretch no aparelho Chair (figura 1a) e Spine Stretch no aparelho Cadillac (figura 1b) estão apresentados na tabela 4. Apresentam-se nesta tabela os ângulos articulares iniciais e da posição de maior esforço muscular.

Já em relação aos trabalhos e alongamentos musculares destes dois exercícios, ambos levam a um alongamento da cadeia muscular posterior, apresentando algumas diferenças, pois em bipedestação essa musculatura trabalha para sustentar o peso do corpo e estabilizar a pelve, possibilitando um menor alongamento em relação à posição de

sedestação, na qual os membros inferiores não têm essa função e, por estarem mais relaxados, são mais passíveis ao alongamento. Além disso, ambos os exercícios fortalecem a musculatura extensora de cotovelo devido ao movimento realizado nessa articulação. Esse movimento é realizado de maneiras distintas em cada um dos exercícios, pois no Hamstring Stretch é necessário que a barra seja empurrada para baixo no momento em que a flexão de tronco já ocorreu e é total, e no Spine Stretch, juntamente com a extensão de cotovelo, ocorre flexão de tronco, o que ajuda no movimento de levar a barra para frente.

Comparação 2

Os resultados referentes aos exercícios Torso Press Sit na Chair (figura 2a), Teaser 1 no Mat (figura 2b) e Short Box na Reformer (figura 2c e d) estão apresentados na tabela 5. Apresentam-se os ângulos articulares das posições finais, isto é, a de esforço máximo de cada segmento em cada exercício analisado nesta comparação.

Nessas posições, os torques resistentes são máximos, então, a musculatura envolvida está realizando seu maior torque potente para igualar-se ou vencer esse torque resistente. Portanto, é nesse momento que a musculatura abdominal tem seu maior trabalho. Nos exercícios Torso Press Sit e Teaser 1 existe o torque resistente de membros inferiores devido ao posicionamento dos mesmos, já no exercício Short Box, eles permanecem apoiados no aparelho, não apresentando torque resistente exclusivo de membros

Tabela 3 - Exercícios da técnica Pilates selecionados para as comparações biomecânicas.

| Estudos | Mat | Cadillac | Chair | Reformer |
|--------------|----------|---------------|-------------------|----------------|
| Comparação 1 | | Spine Stretch | Hamstring Stretch | |
| Comparação 2 | Teaser 1 | | Torso Press Sit | Short Box |
| Comparação 3 | Swan | | Swan From Floor | Pulling Straps |
| Comparação 4 | Hundred | Hundred | | Hundred |

Tabela 4 - Variáveis angulares avaliadas em nas condições inicial e de esforço máximo nos exercícios de Hamstring Stretch e Spine Stretch.

| Ângulo | Hamstring Stretch | | Spine Stretch | |
|--------|-------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
| | Posição Inicial | Posição de esforço máximo | Posição Inicial | Posição de esforço máximo |
| ÂQ | 160° | 140° | 99° | 108° |
| ÂTor. | 160° | 135° | 177° | 123° |
| ÂL | 172° | 176° | 175° | 178° |
| ÂO | 140° | 160° | 166° | 180° |
| ÂC | 176° | 180° | 169° | 172° |

inferiores e, por isso, exigindo menos da musculatura trabalhada em relação aos outros dois exercícios. Além disso, existe uma diferença entre os exercícios Torso Press Sit e Teaser 1, pois mesmo que possuam uma seqüência de movimentos e uma posição final semelhantes, o primeiro apresenta um movimento adicional, no início do exercício, que se caracteriza pela extensão de ombro contra a resistência das molas da barra do

aparelho, ocorrendo nesse momento o trabalho da musculatura extensora do ombro.

Comparação 3

Os resultados referentes aos exercícios Pulling Straps na Reformer (figura 3a), Swan from Floor na Chair (figura 3b) e Swan no Mat (figura 3c) estão apresentados na tabela 6. Considera-se nesta tabela os ângulos articulares referentes à posição inicial, intermediária e final dos exercícios analisados, quando for pertinente.

Tabela 5 - Variáveis angulares finais e torques resistentes máximos avaliados em uma posição de esforço máximo nos exercícios Torso Press Sit, Teaser 1 e Short Box, onde Short Box (A): com os membros superiores cruzados junto ao peito e Short Box (B): com os membros superiores atrás da cabeça.

| Exercício | ÂQ | ÂJ | ÂT | ÂO | Torque tronco+membros superiores +cabeça (N.m) | Torque membros inferiores (N.m) |
|-----------------|------|------|------|------|--|---------------------------------|
| Torso Press Sit | 120° | 170° | 145° | 85° | 80 | 34,7 |
| Teaser 1 | 98° | 170° | 150° | 90° | 55,6 | 28,9 |
| Short Box (A) | 165° | 150° | 130° | 40° | 66,3 | ----- |
| Short Box (B) | 150° | 150° | 110° | 155° | 80,5 | ----- |

Tabela 6 - Variáveis angulares avaliadas nas posições iniciais, intermediárias e finais dos exercícios Pulling Straps na Reformer, Swan from Floor na Chair e Swan no Mat.

| Ângulo | Pulling Straps | | | Swan from Floor | | Swan | |
|--------|-----------------|---------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | Posição Inicial | Intermediária | Final | Posição Inicial | Final | Posição Inicial | Final |
| ÂO | 120° | -3° | -6° | 175° | 127° | -18° | 65° |
| ÂC | 161° | 99° | 180° | 161° | 154° | 40° | 175° |
| ÂQ | 165° | 166° | 170° | 178° | 175° | 166° | -172° |
| ÂJ | 170° | 168° | 172° | 172° | 171° | 173° | 166° |
| ÂT | 146° | 146° | 146° | 163° | 162° | 165° | 173° |
| ÂL | -178° | -173° | -170° | 173° | -159° | 174° | -144° |
| ÂTor. | 145° | 170° | 177° | 173° | 169° | 164° | 137° |

Tabela 7 - Variáveis angulares e lineares avaliadas nas posições iniciais e finais do exercício Hundred na Cadillac, no Mat e na Reformer.

| Variáveis | Mat | | Reformer | | Cadillac | |
|-----------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | Posição Inicial | Final | Posição Inicial | Final | Posição Inicial | Final |
| ÂO (graus) | 85° | 0° | 90° | 20° | 0° | 40° |
| ÂC (graus) | 0° | 0° | 15° | 0° | 85° | 11° |
| ÂQ (graus) | 93° | 22° | 80° | 30° | 86° | 12° |
| ÂJ (graus) | 89° | 5° | 80° | 5° | 67° | 1° |
| Prot/ret (cm) | 6,5 | 4,5 | 0 | 10,9 | 6,3 | 5,8 |
| Retro/Ante (cm) | 3,8 | 5,8 | 7,6 | 10,9 | 4,0 | 6,5 |
| ÂTor. (graus) | 0° | 5° | 5° | 40° | 3° | 26° |

Tabela 8 - Torques articulares resistivos máximos avaliados no exercício Hundred na Cadillac, no Mat e na Reformer.

| Torque resistivo | Mat | Reformer | Cadillac |
|--------------------------|-------|----------|----------|
| Membros superiores (N.m) | 5,95 | 7,15 | 5,40 |
| Membros inferiores (N.m) | 21,87 | 21,95 | 22,20 |

Comparação 4

Os resultados referentes ao exercício Hundred executado no Mat, na Cadillac e na Reformer estão apresentados nas tabelas 7 e 8. Considera-se nestas tabelas os ângulos articulares referentes à posição inicial e final do exercício analisado e os torques resistentes máximos.

Entre os três aparelhos, o mais simples é o Mat, que é apenas uma prancha onde o exercício é realizado. O outro aparelho, a Reformer, é uma prancha de apoio para o tronco, o quadril e a cabeça, onde os membros inferiores ficam livres. Esta prancha desliza para frente e para trás e há dois elásticos que partem de uma das extremidades dos aparelhos. Na Cadillac a base de apoio é fixa e apóia todo o corpo, como no Mat, porém há duas molas fixas no aparelho que o indivíduo segura, aumentando o grau de dificuldade do exercício.

A principal diferença na realização do exercício nos três aparelhos ocorre nos membros superiores. No Mat e na Reformer o movimento é semelhante, porém quando o exercício é realizado na Reformer há a resistência dos elásticos. Já na Cadillac, o exercício é iniciado com o ombro em posição neutra, diferentemente dos demais aparelhos, onde o exercício se inicia com aproximadamente 90° de flexão do ombro. Além disso, devido à resistência das molas, a amplitude de movimento do membro superior é menor do que nos demais aparelhos. Outra diferença importante diz respeito à posição da cabeça na posição inicial. Enquanto no Mat e na Cadillac o exercício já começa com protração de cabeça, na Reformer o exercício se inicia com a cabeça apoiada na base.

Discussão

Comparação 1

Dentro da categoria de exercícios de alongamento e flexibilidade da cadeia muscular posterior, dois exercícios da técnica foram analisados: Spine Stretch, no aparelho Cadillac e Hamstring Stretch, do aparelho Chair.

Para Blanke⁴ (1997) e Werlang²⁴ (1997), flexibilidade é a capacidade que cada articulação tem de mover-se em amplitudes de movimento específicas. Segundo Werlang²⁴ (1997), no indivíduo sadio a amplitude articular é influenciada pelos ligamentos, comprimento dos músculos e tendões. Já em pessoas com patologias, as limitações podem ser agravadas

por processos inflamatórios, redução da quantidade de líquido sinovial, presença de corpos estranhos na articulação e lesões cartilaginosas. Uma vez que a amplitude articular de determinada articulação esteja comprometida, alguma limitação se manifestará e poderá comprometer o desempenho esportivo, laboral ou de atividades da vida diária. Podem, ainda, haver movimentos compensatórios em outras articulações para realizar a função prejudicada, aumentando o gasto energético, podendo sobrecarregar tais articulações envolvidas no processo de compensação. As principais causas de limitações articulares podem ser devido a problemas de natureza mecânica ou a patologias que atingem as estruturas articulares.

Dentre os fatores que mais favorecem a redução dos níveis de amplitude articular destacam-se: atrofia devido ao desuso articular, aumento da idade e hereditariedade. Os fatores endógenos que influenciam nos graus de flexibilidade são: idade, sexo, individualidade biológica, condição física, respiração e concentração. Os fatores exógenos são: temperatura ambiente e hora do dia²⁴. Assim, o comprimento dos músculos e sua capacidade de extensibilidade são fatores importantes para a qualidade da flexibilidade do indivíduo.

No exercício Hamstring Stretch na Chair, o indivíduo em bipedestação, com o cotovelo estendido e ombro flexionado a 180°, inicia-se uma flexão de tronco e uma leve extensão relativa de ombro até apoiar as mãos na barra do aparelho que se encontra na altura dos joelhos, mantendo cotovelo estendido e a cabeça alinhada com a coluna cervical. Nesse momento a barra, a qual apresenta resistência por molas, é empurrada no sentido do chão, alongando toda a cadeia muscular posterior. Em seguida, dois movimentos são realizados com a posição do tronco e do ombro mantidas, flexão de cotovelo e sua posterior extensão, sendo trabalhado o músculo tríceps do braço de formas excêntrica e concêntrica, respectivamente. Finalmente, mantendo os cotovelos estendidos e realizando extensão de tronco, o indivíduo volta à posição inicial descrita.

Já no exercício Spine Stretch realizado na Cadillac, o indivíduo apresenta-se em sedestação, com membros inferiores paralelos e apoiados sobre o aparelho, joelhos estendidos, tornozelos em posição neutra,

quadril a 90°, coluna ereta, ombros flexionados, cotovelos estendidos e pronados, mãos apoiando na barra do aparelho ao alto, a qual está presa por uma espécie de elástico, conferindo resistência. O movimento se inicia com extensão relativa do ombro, puxando a barra para baixo, sem mover a coluna. Ao atingir-se 90° de ombro e cotovelo, ocorre extensão de cotovelo e flexão de tronco, continuando a empurrar a barra para baixo e também para frente. Após tê-la empurrado até um certo limite, o indivíduo faz o movimento de volta, ou seja, flexão de cotovelo, extensão de tronco e, em seguida, flexão de ombro, terminando o movimento na posição inicial acima descrita.

Na prática clínica são comuns os casos de pacientes que apresentam encurtamento muscular de cadeia posterior, sendo necessária uma intervenção fisioterapêutica. Uma das inúmeras possibilidades de intervenção seria a utilização dos exercícios desta técnica.

Segundo Anderson ¹ (1983), dentre os benefícios que se pode atingir com os exercícios de alongamento destacam-se: redução das tensões musculares, benefícios para a coordenação, maior grau de mobilidade articular, desenvolvimento da consciência corporal, ativação da circulação, liberação de movimentos bloqueados por tensões emocionais, melhora da capacidade mecânica dos músculos e articulações.

Deve-se considerar, segundo Blanke ⁴ (1997), que a falta de flexibilidade gera um mau desempenho esportivo e aumenta as chances de lesões tais como as distensões musculares, porém, a flexibilidade excessiva pode provocar instabilidade articular gerando entorses articulares, osteoartrite e dores articulares.

Pelos valores dos ângulos da coluna lombar e torácica, nota-se que eles modificam-se muito mais na coluna torácica do que na lombar, isso confirma o conceito de que a flexão da coluna como um todo ocorre em sua maior parte na cervical e na torácica, havendo movimento mínimo de flexão na lombar. No entanto, ambos levam à flexão de toda a coluna e, portanto, ao recrutamento dos músculos abdominais e iliopsoas e ao alongamento de toda a cadeia muscular posterior.

Outra semelhança entre eles é que a sequência dos dois exercícios inclui, em certo

momento, a extensão de cotovelo, levando ao fortalecimento do músculo tríceps do braço, sendo este maior no Hamstring Stretch, no qual a barra com resistência deve ser empurrada para baixo.

Existem algumas diferenças entre eles. Uma delas refere-se aos ângulos do quadril, o que ocorre em função das posições iniciais de cada exercício. No Hamstring Stretch, esse ângulo diminui com a realização dos movimentos, pois o sujeito parte da posição de bipedestação e realiza a flexão de coluna e quadril para alcançar a barra do aparelho. Já no início do Spine Stretch, esse ângulo já está diminuído devido à posição de sedestação e, no decorrer do movimento, ocorre flexão de toda a coluna. Entretanto, a coluna lombar e sacral posicionam-se mais posteriormente, provocando um pequeno aumento no ângulo do quadril, isto é, uma leve extensão. Além dessa diferença, no Hamstring Stretch, em função da sua posição em bipedestação, ocorre o recrutamento do músculo glúteo máximo para estabilizar a pelve, fato que não precisa ocorrer no Spine Stretch, onde o indivíduo sentado já tem uma maior estabilidade dessa articulação.

Sendo assim, há um melhor alongamento muscular posterior dos membros inferiores no Spine Stretch, já que, sem estarem sustentando peso, essa musculatura fica mais relaxada e, portanto, mais passível ao alongamento. No Hamstring Stretch deve-se evitar o aumento do ângulo tibiotársico, promovendo um alongamento mais eficiente do músculo sóleo, mesmo que a barra a ser empurrada forneça um apoio para o indivíduo realizar a flexão do tronco, auxiliando-o na manutenção do equilíbrio.

Ambos podem ser indicados para pacientes com encurtamento dos músculos da cadeia posterior, isto é, fundamentalmente, músculos tríceps da perna, isquiotibiais e paravertebrais. São contra-indicados para sujeitos com hiper mobilidade de coluna lombar ou mesmo dores na coluna. Pacientes com frouxidão ligamentar e hiperextensão de joelho devem evitar o Hamstring Stretch ou realizá-lo com semiflexão dessa articulação. Hipertensos também devem evitar esse exercício, devido ao aumento de fluxo sanguíneo para a cabeça na posição de máximo esforço.

Comparação 2

O segundo grupo de exercícios avaliados é composto por: Torso Press Sit, Teaser 1 e Short Box, executados na Chair, Mat e Reformer respectivamente. O objetivo principal dos três exercícios é o mesmo, fortalecimento da musculatura abdominal, isto é, dos músculos flexores de tronco e de quadril, através de trabalho excêntrico e concêntrico. Os músculos abdominais são muito importantes, pois em coordenação com os músculos dorsais, eles são o suporte contra a ação da gravidade e manutenção para uma postura alinhada.

Segundo Palastanga¹⁹ (1998), a flexão de tronco é produzida pelo trabalho concêntrico dos músculos oblíquo externo, oblíquo interno e reto do abdome. Se o gradil costal for o ponto fixo, estes músculos levantam a parte anterior da pelve, levando a uma retroversão da pelve, tendo um efeito importante de diminuição da lordose lombar. Mello¹⁶ (1983) descreve que os primeiros graus de flexão do tronco sobre os membros inferiores são resultado do trabalho dos músculos oblíquo externo e iliopsoas, já a amplitude de movimento restante, dos músculos oblíquo interno e reto abdominal.

No Torso Press Sit o indivíduo encontra-se sentado sobre o aparelho Chair com os membros inferiores paralelos ao chão, ou estendidos. Com os ombros estendidos, cotovelos estendidos e pronados, as mãos apoiadas sobre a barra do aparelho, que se encontra atrás do indivíduo, ele realiza os movimentos de extensão de tronco e de ombros, empurrando essa barra para baixo até o chão. No final desse movimento, o tronco encontra-se paralelo ao solo, assim como os membros inferiores, que permaneceram na posição inicial. Em seguida, o indivíduo realiza flexões de tronco, quadril e ombro, simultaneamente, através do trabalho concêntrico dos músculos, atingindo uma posição final na qual o ângulo do quadril é 120°, com apoio no osso sacro e os cotovelos e joelhos mantêm-se estendidos.

O Teaser 1 é realizado no MAT e é bastante semelhante ao movimento do Torso Press Sit. O indivíduo posiciona-se, inicialmente em decúbito dorsal, com os ombros flexionados em 180°, os quadris flexionados em 90°, com joelhos e cotovelos estendidos. Ocorre simultaneamente a flexão do tronco e extensão relativa dos ombros até cerca de 90°,

atingindo a posição final semelhante à do Torso Press Sit, já descrita a partir do trabalho concêntrico da musculatura abdominal e isometria dos músculos flexores do quadril.

No Short Box, o indivíduo encontra-se sentado sobre o aparelho Reformer, com os pés apoiados e joelhos semiflexionados. O movimento consiste em simples flexão de tronco sobre os membros inferiores, onde na posição inicial o tronco se encontra em 90° de flexão em relação aos membros inferiores, passando para uma extensão relativa de tronco de aproximadamente 145° na posição intermediária e retornando à flexão da posição inicial. Foram realizadas duas variações de posicionamento de membros superiores: uma com as mãos suportando a cabeça por trás, e outra com os braços cruzados entre si junto ao tronco, na altura do peito. Entretanto, além destas, Mello¹⁶ (1983) descreve outras duas variações possíveis de posicionamento de membros superiores quando ocorre flexão de tronco sobre os membros inferiores. São elas: ao longo do lado do tronco, sem apoio no solo, ou então, as mãos atrás da nuca sem movimentos de cotovelos.

Segundo Mello¹⁶ (1983) os exercícios abdominais são divididos em 4 tipos fundamentais: (a) flexão de tronco sobre os membros inferiores, (b) flexão dos membros inferiores sobre o tronco, (c) flexão simultânea de quadril e de tronco, (d) flexão lateral do tronco.

Os exercícios Torso Press Sit e Teaser 1 são do terceiro tipo e podem ser chamados do tipo “canivete”, já o Short Box está no primeiro tipo, sendo menos complexo. Existe maior semelhança entre o Torso Press Sit e o Teaser, pois eles envolvem movimentos de tronco, membros superiores e membros inferiores, enquanto que no Short Box o movimento é apenas de tronco.

Em relação aos ângulos articulares, entre o Torso Press Sit e o Teaser 1, os resultados são de valores muito próximos, pois esses exercícios são muito semelhantes entre si, principalmente nas posições finais, as quais foram avaliadas nesse estudo.

A análise dos torques resistentes totais calculados mostra que este foi maior nos exercícios Torso Press Sit e Teaser 1. Isso pode ser explicado baseando-se no fato de que esses dois exercícios apresentam, além do torque resistente de tronco, cabeça e membros superiores, o torque resistente de membros

inferiores, o que não acontece no exercício Short Box, o qual possui torque resistente apenas de tronco, cabeça e membros superiores. Pôde-se, então, concluir que os exercícios Torso Press Sit e Teaser 1 exigem um torque potente maior da musculatura trabalhada, levando, portanto, a um maior fortalecimento da mesma.

Entretanto, há uma desvantagem nesses exercícios Torso Press Sit e Teaser 1, pois ocorre uma grande descarga de peso sobre o sacro, o que não ocorre no Short Box, visto que nesse exercício o sujeito fica apoiado em uma maior área e além disso a descarga de peso é menor devido ao menor torque resistente. No exercício Short Box, a diferença nos valores dos torques resistentes existe devido ao comprimento do braço de alavanca resistente nas duas posições de membros superiores descritas; quando os membros superiores estão junto ao peito, essa distância é menor e, portanto, o torque resistente também é menor, e no momento em que os membros superiores são posicionados atrás da cabeça, ocorre um aumento desse braço de alavanca, o que leva a um torque resistente maior.

Os três exercícios são contra-indicados em casos de lombalgia, hérnias discais e pubalgia. A indicação principal é o fortalecimento dos músculos flexores de tronco e quadril, sendo um benefício adicional, apenas nos exercícios Torso Press Sit e Teaser 1, o alongamento da musculatura posterior de membros inferiores. Além disso, o exercício Torso Press Sit trabalha a extensão de ombro, num movimento adicional que ocorre no início do exercício, diferenciando-o dos outros dois exercícios descritos.

Comparação 3

Através dos dados obtidos, pode-se observar que tanto a coluna torácica quanto a lombar são exercitadas intensamente nos três exercícios aqui comparados. No entanto, enquanto no Pulling Straps e no Swan From Floor observa-se uma amplitude de movimento de apenas 15° da coluna lombar, já no exercício Swan esta amplitude aumenta para 40°. Segundo Kapandji¹² (2000), a amplitude de extensão da coluna lombar, em média, é de 30°. Dessa forma, o exercício Swan ultrapassa a extensão fisiológica, o que pode causar uma sobrecarga articular, tanto das articulações zigapofisárias quanto das articulações cartilaginosas, com prejuízo dos

discos intervertebrais, uma vez que há anteriorização do núcleo pulposo, podendo levar a alterações mecânico-degenerativas, como distensão da cápsula articular, com espessamento e pregueamento do ligamento amarelo, podendo culminar com a redução dos diâmetros sagital e transversal do canal vertebral e dos forames intervertebrais, espondilólises e espondilolisteses⁵.

Um outro ponto a ser discutido é o posicionamento da coluna lombar. Mayer *et al.*¹⁵ (2002) verificaram que a atividade eletromiográfica dos músculos extensores lombares em um exercício de extensão de tronco é 25% maior se realizada com uma postura que enfatiza a manutenção da lordose lombar na sua amplitude máxima do que se realizada com uma postura que mantenha apenas a lordose fisiológica. Dessa forma pode-se gerar um melhor aproveitamento do exercício para os músculos dessa região, no que diz respeito ao fortalecimento muscular. No entanto, pode-se questionar se a manutenção desta posição poderia gerar uma sobrecarga articular da coluna lombar. Por isso, este posicionamento deve ser mais seguro se praticado por pessoas em um nível mais avançado do Método Pilates, com uma consciência corporal mais apurada. É importante lembrar que essa posição pode sobrecarregar as articulações zigapofisárias, levando a alterações degenerativas⁵.

Quanto à coluna torácica, só é observado movimento no exercício Pulling Straps, com amplitude de 10°, podendo fortalecer os músculos paravertebrais mais superiores também.

Outra articulação bastante envolvida é o ombro. No exercício Pulling Straps, a amplitude de movimento de flexão e extensão é praticamente completa, promovendo um bom fortalecimento em cadeia cinética aberta. O ombro parte de uma flexão de aproximadamente 115°, associada com extensão de 135° do cotovelo. O exercício Swan também oferece uma grande movimentação, em cadeia cinética fechada. No entanto, no exercício Swan From Floor, o ombro já parte de uma flexão máxima de ombro e extensão máxima de cotovelo, o que pode ser prejudicial para o ombro, pois o coloca em posição de desvantagem mecânica.

No exercício Swan, o sujeito inicia o movimento em decúbito ventral, totalmente apoiado no chão. O ombro posiciona-se a uma extensão de 10° associado com o cotovelo

fletido a 145° e a palma da mão apoiada no chão junto ao corpo e paralelo ao ombro. O movimento consiste em extensão de tronco com uma amplitude de movimento de aproximadamente 60°, flexão de ombro até 80° e extensão total de cotovelo, mantendo a palma da mão no mesmo lugar. Na extensão de tronco, ocorre uma hiperextensão da coluna lombar, mantendo as colunas torácica e cervical na mesma posição que no início.

Com relação aos membros inferiores, como já mencionado anteriormente, a atividade eletromiográfica dos músculos lombares é 18% maior com a rotação medial dos quadris quando comparado com a rotação lateral¹⁵. Não há diferença significativa na atividade dos músculos glúteo máximo e isquiotibiais. Dessa forma, no exercício Pulling Straps, deve-se posicionar o sujeito de forma mais cuidadosa, uma vez que, diferentemente dos outros dois exercícios, não há apoio completo para os membros inferiores, o que pode prevalecer a rotação medial ou lateral do quadril. Se houver prevalência da rotação lateral, a atividade muscular será menor e, conseqüentemente, haverá um pior aproveitamento do exercício.

A intensidade do exercício também é um fator importante para o recrutamento muscular. Segundo Clark et al.⁶ (2002), Na atividade isométrica de extensão de tronco com uma carga que demanda uma força igual a 50% da força considerada máxima de contração isométrica, a atividade eletromiográfica do músculo bíceps da coxa é maior do que a atividade dos músculos paravertebrais. Em um exercício que exige uma força igual a 70% da força máxima não há diferenças significantes. Assim, além do posicionamento dos membros inferiores e da coluna lombar, a quantidade de carga e a intensidade do exercício podem influenciar no recrutamento muscular.

Dessa forma, para realizar os exercícios nos três aparelhos deve-se estar atento para posicionamentos não fisiológicos, que podem causar compensações e lesões, principalmente se o sujeito não tiver uma consciência corporal adequada. Devido a uma maior ou menor complexidade de movimento e a posições de maior ou menor dificuldade, cada um dos três exercícios pode ser aplicado em diferentes níveis de aprendizado, dependendo das condições e habilidades do sujeito.

Comparação 4

Ainda dentro da categoria de exercícios para o fortalecimento da musculatura abdominal, o exercício Hundred foi analisado em três diferentes aparelhos: Mat, Reformer e Cadillac, em ordem crescente de dificuldade. O Hundred é recomendado para o fortalecimento dos músculos abdominais, glúteo máximo e reto da coxa, auxiliando na estabilização da pelve.

No Mat, o exercício original se inicia com o sujeito em decúbito dorsal, com flexão de 90° de quadril, joelho flexionado a 90°, tornozelo em extensão, ombro a 90° de flexão, cotovelo estendido, antebraço em pronação e punho neutro. A execução do movimento consiste em extensão do quadril (de 90° para 20° de flexão), extensão total de joelho, extensão do ombro (de 90° de flexão para a posição neutra de 0°), flexão de coluna cervical a 40°, flexão de coluna torácica a 25°. Os membros inferiores ficam em rotação lateral durante a extensão. A manutenção da pelve neutra e das escápulas estabilizadas é de grande importância para a realização correta do exercício.

Enquanto no Mat o movimento de membro superior é realizar a volta à posição neutra a partir de 90° de flexão de ombro, sem resistência, na Reformer, os ombros estão em posição neutra e os cotovelos flexionados em 90°, sendo realizada a extensão do cotovelo com uma resistência promovida por dois elásticos que o sujeito segura e que estão fixos no aparelho. Enquanto o movimento é realizado, a base de apoio onde o sujeito está deitado desliza em sentido contrário, facilitando a realização do movimento, já que o elástico não precisa ser esticado por inteiro.

A principal diferença na realização do exercício Hundred nos três aparelhos é o movimento dos membros superiores. Enquanto no Mat o exercício é realizado sem resistência do aparelho, na Reformer há a resistência dos elásticos. Isso faz com que na Reformer a ativação dos músculos tríceps do braço e deltóide posterior seja mais intensa do que no Mat. Já na Cadillac, a resistência das molas promovida ao movimento do membro superior é maior do que a dos elásticos. Além disso, a base de apoio na Cadillac é fixa, enquanto na Reformer é móvel. Esses dois fatores aumentam a dificuldade do exercício na Cadillac. Sendo assim, há uma maior ativação principalmente do músculo

tríceps do braço neste aparelho. Como a posição inicial do movimento na Cadillac é diferente do Mat e da Reformer, na Cadillac não se exige uma ativação importante do músculo deltóide anterior. Já no Mat e na Reformer se observa a contração excêntrica desta musculatura.

Outra diferença importante diz respeito à posição da cabeça na posição inicial. Enquanto no Mat e na Cadillac o exercício já começa com protração de cabeça, na Reformer o exercício se inicia com a cabeça apoiada na base. Apesar disso, na Reformer observou-se a maior protração na posição final. Isso provavelmente ocorreu porque no Mat e na Cadillac, os músculos escalenos e esternocleidomastóideos já partiram de uma posição inicial de encurtamento, o que promove uma desvantagem mecânica em relação à posição inicial da Reformer, onde esta musculatura parte de uma posição de relaxamento.

Em relação aos membros inferiores, não foram observadas diferenças significativas entre os torques e ângulos das posições inicial e final. A retroversão/anteversão da pelve teve uma pequena variação entre os aparelhos, que pode ser devida ao fato de os exercícios terem sido realizados por modelos diferentes em cada aparelho. A curvatura da coluna torácica também foi muito próxima entre os três aparelhos. A partir disso, podemos concluir que a ativação da musculatura abdominal é semelhante nos diferentes aparelhos.

O objetivo principal do exercício Hundred é o fortalecimento da musculatura abdominal, que é o grupo muscular principal ativado. Em função do alto grau de exigência dos músculos flexores da coluna cervical, este exercício tem contra-indicação relativa para pessoas com encurtamento desta musculatura, retificação ou hiperlordose cervical, hérnias de disco cervicais ou cervicalgias.

Kendall¹³ (1995) descrevem que pessoas com hipotrofia da musculatura abdominal, em especial do músculo reto anterior, têm dificuldade em flexionar a cervical quando estão em decúbito dorsal. Este tipo de movimento é realizado no exercício Hundred, o que proporciona um fortalecimento ainda maior da musculatura abdominal.

Para a administração deste exercício, deve-se levar em consideração uma avaliação clínica cuidadosa das condições do paciente e um levantamento das necessidades a serem desenvolvidas. Seria importante que fosse

realizada uma avaliação postural e segmentar antes do início de um programa de exercícios.

Exercícios de fortalecimento abdominal como o Hundred são indicados para a diminuição de dores lombares e a melhora da mecânica respiratória. Os músculos abdominais são fundamentais para que haja uma ação funcional do músculo diafragma. Eles revestem as paredes laterais, anterior e posterior do abdômen, e também serve de apoio para o músculo diafragma. Assim, os músculos abdominais evitam que as vísceras se desloquem para frente e para baixo, formando um apoio para o centro frênico e permitindo que o diafragma eleve as costelas inferiores na inspiração. Além disso, na expiração ativa, são responsáveis pelo rebaixamento da caixa torácica e, com a contenção das vísceras, pelo relaxamento forçado do diafragma¹¹.

Além disso, quando os pontos fixos para os músculos abdominais são as costelas, estes músculos podem realizar uma bascula da pelve, elevando sua porção anterior. Assim, exercícios de fortalecimento abdominal como o Hundred podem ser utilizados para o tratamento de hiperlordoses lombares e de lombalgias, devendo tomar precauções nos casos de retificação da lordose lombar.

O Hundred, também chamado de "sentado em V" é considerado como um exercício de difícil execução, sendo descrito na literatura por vários autores. Segundo Bankoff e Furlani² (1987), os exercícios de flexão e extensão do tronco quando executados sem acompanhamento da elevação das pernas já são considerados eficazes. Entretanto, quando executados juntos (flexão de tronco com elevação das pernas e extensão do tronco com abaixamento das pernas) tornam-se mais eficazes para o fortalecimento dos músculos abdominais. É relatada a importância da contração excêntrica dos músculos abdominais, visto que durante a execução de exercícios, esta contração não é muito valorizada no meio dos treinamentos esportivos e aulas de ginástica.

Flint e Gudgell⁹ (1965) classificaram este exercício abdominal em V como o mais eficaz para o fortalecimento da musculatura abdominal. Mello¹⁶ (1983) estudou e descreveu o exercício abdominal de flexão de quadril em cadeia cinética aberta e discute que no início da execução ocorre uma contração isométrica dos músculos

abdominais e do músculo glúteo máximo produzindo uma báscula posterior da pelve com retificao da curvatura lombar; já na fase de subida dos membros inferiores estendidos por ao dos flexores do quadril, os músculos abdominais permanecem em contrao isométrica para manter a estabilidade da pelve. Desta forma, os flexores do quadril têm um ponto fixo para realizar a elevao ou descida da perna.

Lapierre ¹⁴ (1982) descreve que durante este exercício de flexão de quadril em cadeia aberta com elevao dos membros inferiores, os músculos iliopsoas e reto do abdome, que normalmente são antagonistas, tornam-se agonistas e juntos realizam a báscula posterior da pelve, flexionando a região lombar da coluna vertebral. No mesmo exercício, define que até 30° de flexão do quadril ocorre a contrao do músculo iliopsoas e dos músculos abdominais em ao isométrica, muito embora se mantenha em desvantagem mecânica; de 30° a 70° da flexão do quadril, ocorre uma diminuio da ativao do músculo iliopsoas e manuteno da ativao dos músculos abdominais em ao isométrica; de 70° a 90° de flexão do quadril, ocorre um aumento da atividade do músculo iliopsoas e os músculos abdominais colaboram dinamicamente de forma a aumentar a elevao dos membros inferiores ¹⁴.

Axler e McGill ² (1997) procuraram identificar os exercícios abdominais que mais recrutavam os músculos abdominais com a mínima compressão simultânea sobre a coluna lombar, principalmente nas vértebras L4/L5, ou seja, os exercícios mais seguros e mais eficazes para treinar a musculatura abdominal. O exercício que mais se aproxima do Hundred seria realizar em decúbito dorsal, com todo o corpo apoiado no chão, o levantamento dos membros inferiores até formar um ângulo de 30° com a horizontal, ao qual os autores deram o nome de *HANG*. Nenhum exercício proposto realizou com sucesso ambos os objetivos simultaneamente. O *HANG* obteve uma das mais altas relaes recrutamento muscular/compressão L4/L5 dos músculos reto do abdome e oblíquo externo, alertando para o fato de que este tipo de exercício sobrecarrega a coluna lombar.

Conclusão

O exercício Spine Stretch promove um alongamento eficaz da cadeia muscular posterior em comparao ao Hamstring Stretch, pois devido  posio de sedestao, não há necessidade da estabilizao pélvica feita pelo músculo glúteo máximo. Além disso, ambos recrutam a musculatura extensora de cotovelo de forma conctrica e exctrica; músculos estabilizadores da escápula de forma isométrica, sendo que o Spine Stretch recruta também a musculatura flexora de tronco.

Os exercícios Torso Press Sit, Teaser 1 e Short Box, trabalham intensamente a musculatura abdominal, verificando que nos dois primeiros há, além do torque resistente de tronco, cabeça e membros superiores, o torque resistente de membros inferiores, o que não acontece no exercício Short Box, o qual possui torque resistente apenas de tronco, cabeça e membros superiores, os quais são influenciados pela variao do posicionamento dos membros superiores, promovendo uma diferença no comprimento do braço de alavanca. Pôde-se concluir que os exercícios Torso Press Sit e Teaser 1 exigem um torque potente maior da musculatura trabalhada, porém nesses exercícios ocorre grande descarga de peso sobre o sacro, o que não ocorre no Short Box, visto que nesse, o sujeito fica apoiado em uma área maior com descarga de peso ainda menor devido ao menor torque resistente.

Nos três exercícios comparados, Pulling Straps, Swan from Floor e Swan, observou-se que a coluna lombar  exercitada intensamente, e a coluna torácica  movimentada apenas no exercício Pulling Straps. No ombro há um bom fortalecimento tanto em cadeia cinética aberta quanto fechada. No entanto, o exercício Swan From Floor coloca o ombro em posio de desvantagem mecânica.

Por fim, o exercício Hundred realizado nos aparelhos Mat, Reformer e Cadillac, não demonstrou diferenças significativas quanto ao torque resistivo para a musculatura abdominal. No entanto, quando realizado na Cadillac,  notado maior nível de dificuldade pois as molas provm maior resistência para o trabalho do músculo tríceps do braço não há a facilitao da superfície móvel como na Reformer. Assim, cada executante poderá realizar o exercício de acordo com sua condio física, buscando a variao dos aparelhos.

Referências Bibliográficas

1. Anderson B. **Alongue-se**. São Paulo: Summus, 1983.
2. Axler CT; McGill SM. Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 1997; 29 (6): 804-811.
3. Bankoff ADP; Furlani B. Estudo eletromiográfico dos músculos reto do abdome e oblíquo externo em diversos exercícios na posição de decúbito dorsal. **Revista Brasileira de Ciências Morfológicas**. 1987; 4, (1): 45-51.
4. Blanke D. **Flexibilidade**. In: Mellion M.B. Segredos em Medicina Desportiva. Porto Alegre: Artes Médicas 1997. p 87-92.
5. Cecin HÁ. **Consenso brasileiro sobre lombalgias e lombocintalagias**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Reumatologia, Comitê de Coluna Vertebral; Uberaba: Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, 2000.
6. Clark BC, Manini TM, Mayer JM, Pluotz-Snyder LL, Graves JE. Electromyographic Activity of the Lumbar and Hip Extensors During Dynamic Trunk Extension Exercise. **Arch Phys Med Rehabil**. 2002; 83, 1547-1551.
7. Correioweb [on line]. Disponível em <URL:<http://www2.correioweb.com.br/www2.correioweb.com.br>> [2003 out 10].
8. Dempster WT. 1955. Space requirements of the seated operator. **Technical Report WADC-TR-55-159**. Ohio: Wright-Patterson Air Force Base.
9. Flint MM, Gudgeon J. Electromyographic study of abdominal muscular activity during the exercise. **Res. Quart. M**. 1965. 36: 29-37.
10. Gagliardi LG. Pilates aumenta flexibilidade, resistência e força muscular. FOLHA Online [on line] Disponível em <URL:http://www2.folha.uol.com.br/folha/equilibrio/equi20000731_pilates.shtml> [2003 out 10].
11. Hall S. **Biomecânica Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
12. Kapandji JA. **Fisiologia articular**. 5º ed. São Paulo: Panamericana, 2000.
13. Kendall FP, McCrear EK, Provance PG. **Músculos, provas e funções**. 5ª ed. São Paulo: Manole, 1995.
14. Lapierre A. **A reeducação física: cinesiologia, reeducação postural, reeducação psicomotora**. 6ªed., São Paulo, Ed. Manole, 1982.
15. Mayer JM, Verna JL, Manini TM, Mooney V, Graves JE. Electromyographic Activity of the Trunk Extensor Muscles: Effect of Varying Hip Position and Lumbar Posture During Roman Chair Exercise. **Arch Phys Med Rehabil**. 2002; 83, 1543-1546.
16. Mello PRB. **Teoria e prática dos exercícios abdominais**. São Paulo: Ed. Manole, 1983.
17. Moore KL, Dalley AF. **Anatomia Orientada para a Clínica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
18. O método Pilates. Physio Pilates [on line] Disponível em [<http://www.physiopilates.com>]. Arquivo capturado em 10 de outubro de 2003.
19. Palastanga N, Field D, Soames R. **Anatomia e Movimento Humano-Estrutura e Função**. 3ª ed. São Paulo: Ed. Manole, 2000.
20. Pardal DMM, Sacco ICN, Serrão JC, Amadio AC. Comparação da atividade eletromiográfica de músculos abdominais durante exercícios convencionais. **Revista Brasileira de Biomecânica**. 2003; 6: 29-37, 2003.
21. Sacco ICN *et al*. Análise biomecânica e cinesiológica de posturas através de fotografia digital: estudos de caso. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. 2003a; 11(2): 25-33.
22. Sacco ICN *et al*. Implicações da antropometria para posturas sentadas em automóvel – estudos de caso. **Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo**. 2003b; 10 (1): 34-42.
23. The Pilates. Studio Brasil [on line]. Disponível em <URL:<http://http://www.pilates.com.br/main3.php?pg=historia>>[2003 set 25].
24. Werlang C. Flexibilidade e sua Relação com o Exercício Físico In: Silva OJ. **Exercícios em Situações Especiais I**. Florianópolis, Ed. UFSC. p 51-66, 1997.