

CRISTIANE SCHMITZ

Aná



na.

**sito parcial
charel em
nento de
Biológicas,**

CURITIBA

2006

CRISTIANE SCHMITZ

Análise da variação da estatura após exercícios na posição supina.

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharel em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ LUIZ FELIX RODACKI

Dedico toda a minha vida acadêmica aos meus pais por tudo que eles têm feito, fazem e possivelmente ainda vão fazer para que eu continue. Dedico aos meus melhores amigos que me acompanham e acredito que ainda vão me acompanhar por muito tempo, Juliana Stevanato, Elisa, Elis, Karin, Marilia, Guilherme, obrigada por todos os momentos maravilhosos, que continuaram a existir só por estar ao lado de vocês. A todos agradeço por me tornarem a cada dia uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Professor orientador André por toda paciência, incentivo e ajuda prestada durante a realização da pesquisa.

Aos meus amigos Thiago Sarraf, Elaine, Helmut Hoeller, Raphael Bonatto, que durante todo tempo me deram incentivo, apoio e força para continuar.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a formação do conhecimento aqui conquistado. Muito obrigada.

Para evitar críticas, não faça nada, não diga nada, não seja nada.

Elbert Hubbard

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E QUADROS	v
RESUMO	vi
1 INTRODUÇÃO	7
1.1 OBJETIVOS	9
1.2 HIPOTHESES	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 DISCOS INTERVERTEBRAIS	12
2.2 MÚSCULOS DA COLUNA	15
2.3 ATIVIDADE FÍSICA E A COLUNA	16
2.4 RECUPERAÇÃO DE ESTATURA.....	17
3 METODOLOGIA	19
3.1 PARTICIPANTES.....	19
3.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	19
3.2.1 FAMILIARIZAÇÃO	19
3.2.2 ESTADIÔMETRO.....	19
3.2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	22
3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
4 RESULTADOS	25
4.1 FAMILIARIZAÇÃO	25
4.2 RECUPERAÇÃO DE ESTATURA.....	25
5 DISCUSSÃO	27
5.1 FAMILIARIZAÇÃO	27
5.2 RECUPERAÇÃO DE ESTATURA.....	27
6 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30
APÊNDICES	32

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

FIGURA 1 – VISTA LATERAL DA COLUNA VERTEBRAL E VÉRTEBRA PADRÃO	10
FIGURA 2 – DISCO INTERVERTEBRAL	13
FIGURA 3 – MÚSCULOS DA COLUNA VERTEBRAL	15
FIGURA 4 – DESENHO ESQUEMÁTICO E ESTADIÔMETRO.....	20
FIGURA 5 – DISPOSITIVO PARA CONTROLE DA CABEÇA (A) E TRANSDUTOR LINEAR DIGITAL (B).....	21
FIGURA 6 – CILINDRO.....	22
FIGURA 7 – POSIÇÃO DE FOWLER	23
FIGURA 8 – VARIAÇÃO MÉDIA (E DESVIO PADRÃO) DE ESTATURA NA POSIÇÃO DE FOWLER E NO CILINDRO.....	25
QUADRO 1 – ORGANIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	23

RESUMO

Análise da variação da estatura após exercícios na posição supina.

Durante o dia as cargas aplicadas na coluna causam uma redução na altura intravertebral, ocasionando uma redução discal que pode causar uma transferência de absorção de impacto a outras estruturas que não possuem essa finalidade, ocasionando assim lesões, inflamação, hipermobilidade ou hipomobilidade na coluna vertebral, resultando em dor e disfunções. A recuperação da altura dos discos intervertebrais pode reduzir o estresse compressivo sobre algumas estruturas da coluna tais como, raízes nervosas; ânulo fibroso e facetas articulares, diminuindo assim a ocorrência de dores e lesões, aumentando a capacidade mecânica da coluna em absorver e dissipar o estresse compressivo. Desta forma, posições que minimizem a ação das forças compressivas na coluna vertebral são efetivas para recuperação da altura discal. O presente estudo objetivou analisar a influência de duas diferentes estratégias de recuperação de estatura. Doze homens saudáveis foram submetidos a dois procedimentos experimentais: a realização de exercícios estáticos e dinâmicos sobre um cilindro; e a posição em decúbito dorsal com joelhos e quadril flexionados (posição de Fowler). Foram realizadas duas medidas, em cada procedimento, obtendo uma medida de altura inicial e uma de altura final. Primeiramente os resultados foram submetidos a uma análise descritiva padrão (média e desvio padrão). Para comparar a diferença entre os dois métodos foi utilizado o teste "t" de *student*. Ambos os procedimentos proporcionaram um aumento na estatura. Na posição de Fowler foi observado um aumento médio de $2,84 \pm 1,90$ mm e no cilindro $1,80 \pm 1,00$ mm. Entretanto não houve diferença significativa entre os procedimentos ($p > 0,05$). Considerando a similaridade dos resultados observados, o uso de exercícios sobre o cilindro pode constituir uma alternativa atrativa para recuperação da altura discal, e possível alívio de dores. Os resultados do presente estudo indicam que alguns exercícios realizados na posição deitada podem induzir ganhos de estatura durante a realização de exercícios físicos. Portanto, tais estratégias precisam ser consideradas na elaboração das rotinas de atividade física.

Palavras chaves: recuperação de estatura; cilindro; posição de fowler.

1 INTRODUÇÃO

A coluna vertebral possui três funções principais a de sustentar o corpo, permitir mobilidade e proteger a medula espinhal (LEHMKUHL; SMITH, 1989). A manutenção da posição ortostática é de fundamental importância, devido à capacidade da coluna vertebral em suportar e absorver as forças compressivas, que são impostas no decorrer do dia (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998; ADAMS; DOLAN; HUTTON, 1987; ADAMS; DOLAN, 1995).

A coluna vertebral representa aproximadamente 40% da estatura total, sendo que 20% são compostos pelos discos intervertebrais (HEALEY, et. al., 2005). A altura dos discos varia de acordo com a idade, ocorrendo uma diminuição com o passar dos anos, pois os discos se tornam mais fibrosos e menos elásticos, dificultando a nutrição; diferentes regiões da coluna, sendo a região lombar a porção na qual o disco é mais espesso; patologias decorrentes da degeneração discal ou material nuclear; variações diurnas havendo uma diminuição na altura no decorrer do dia (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998; ADAMS; DOLAN, 1995; ADAMS; DOLAN; HUTTON, 1987).

As forças compressivas que atuam sobre a coluna são produzidas primariamente pelo peso do próprio corpo, pela atividade muscular e pela aplicação de cargas (LINDH, 1980), podendo ocasionar uma diminuição de até 2cm na estatura total, devido à redução do espaço intervertebral (ADAMS; DOLAN; HUTTON, 1987; LEHMKUHL; SMITH, 1989). As cargas aplicadas sobre a coluna são transmitidas dos corpos vertebrais para os discos intervertebrais (LEHMKUHL; SMITH, 1989). Cargas aplicadas de forma contínua por um período prolongado, como quando se realiza uma atividade física, causam um abaulamento e/ou uma desidratação nos discos, reduzindo sua altura (ADAMS; DOLAN; HUTTON, 1987). Esta redução discal pode causar uma transferência de absorção de impacto a outras estruturas que não possuem essa finalidade (HEALEY, et. al., 2005), ocasionando assim lesões, inflamação, hipermobilidade ou hipomobilidade, resultando em dor e disfunções (LEHMKUHL; SMITH, 1989). Segundo Wilke et. al. (1999) a principal causa de afastamento do trabalho, são as dores nas costas. Estudos realizados por Videman et al. (1995) e por Tsai e Wredemark (1993) analisaram o aumento nas alterações degenerativas na coluna lombar e a dor de coluna entre participantes de

modalidade esportiva e população normal, concluindo que na fase adulta tardia os participantes de exercício e esportistas possuíam menores índices de dores nas costas, porém com aumento nas alterações degenerativas na coluna lombar dos atletas.

Atualmente diversos estudos (HEALEY et. al., 2005; HEALEY et. al., 2005; RODACKI et. al., 2005; RODACKI et. al. 2003) tentam encontrar métodos para recuperação da altura dos discos e conseqüente recuperação da estatura. Segundo Adams e Dolan (1999) uma recuperação na altura dos discos intervertebrais pode reduzir o estresse compressivo sobre algumas estruturas da coluna tais como, raízes nervosas; ânulo fibroso e facetas articulares, diminuindo assim a ocorrência de dores e lesões. A altura dos discos é restaurada quando as pressões sobre o núcleo são reduzidas (LEHMKUHL; SMITH, 1989). Posições que minimizem a ação das forças compressivas e diminuam a atividade muscular na coluna vertebral são efetivas para redução dessas pressões (HEALEY, et. al., 2005). A recuperação da estatura através de posições sem carga pode reduzir o tempo de exposição das estruturas espinhais a cargas compressivas e efeitos associados, aumentando a capacidade mecânica da coluna em absorver e dissipar o estresse compressivo (HEALEY, et. al., 2005; KANE et. al., 1985 citado por RODACKI et. al., 2005). Algumas estratégias têm sido estudadas a fim de minimizar a compressão sobre a coluna, como por exemplo, inversão gravitacional (RODACKI, et. al., 2003; HEALEY, et. al., 2005; HAKER et. al., 2002 citado por RODACKI, et. al., 2005), decúbito lateral, hiperextensão, posição sentada em uma cadeira com inclinação (HEALEY, et. al., 2005) e decúbito dorsal com quadris e joelhos flexionados (NACHEMSON, citado por LINDH, 1980). Porém, são estratégias que visam somente a recuperação discal sem a realização de nenhum movimento ou atividade física. O presente estudo pretende analisar uma possível estratégia de recuperação de estatura: a utilização de um cilindro sobre o qual são realizados exercícios dinâmicos e estáticos, que através da pressão causada na região da fascia paravertebral, gera uma força de tensão nos discos, proporcionando um aumento no espaço intervertebral e conseqüente variação da estatura, conciliando a recuperação da estatura à atividade física.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar diferentes estratégias de diminuição do estresse compressivo na coluna vertebral, sobre a recuperação da estatura.

1.1.2 Objetivo específico.

- 1) Determinar o estresse aplicado sobre a coluna durante atividades físicas realizadas sobre o cilindro terapêutico, utilizando medidas de variação de estatura como critério.

- 2) Comparar o estresse entre a posição do Fowler e o cilindro terapêutico.

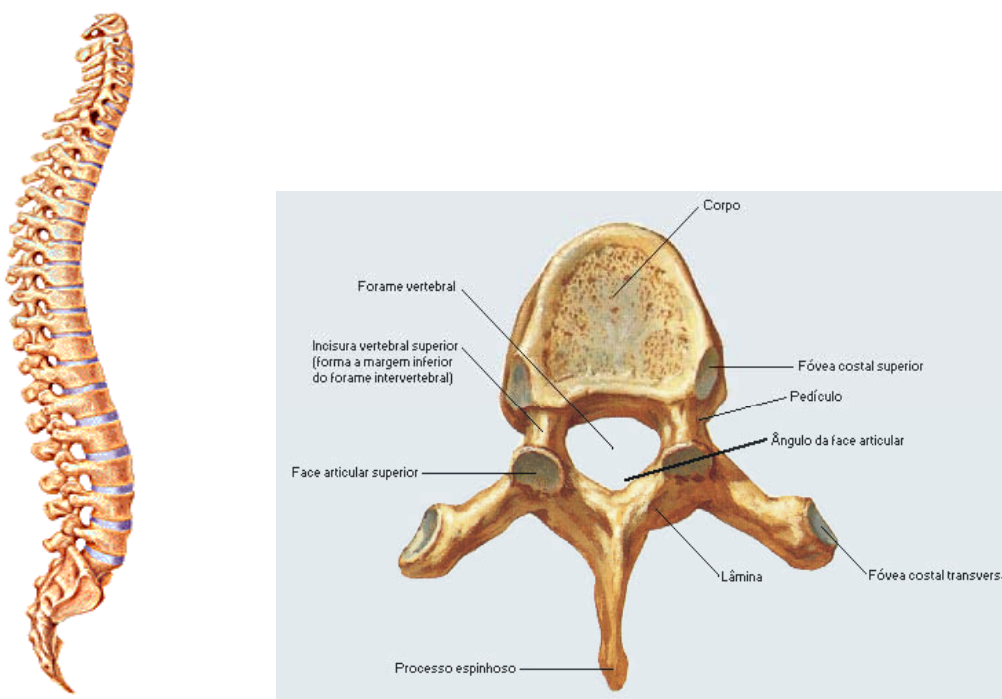
1.2 HIPÓTESES

H₁ Após a realização de ambos os procedimentos (posição de Fowler e Cilindro) ocorre uma recuperação de estatura.

H₂ Na posição de Fowler ocorre um maior aumento na estatura quando comparado ao cilindro terapêutico.

2 REVISÃO

A coluna vertebral possui as funções de sustentar o corpo na postura ereta, permitir movimentação e proteger a medula espinhal (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998). Esta é formada por 33 vértebras, sendo 7 cervicais; 12 torácicas; 5 lombares, ligadas pelas fibras anulares dos discos intervertebrais (com exceção da 1^a. e 2^a. vértebras); 5 vértebras fusionadas formando o sacro e 4 formando o cóccix (GRAY, 1977). Cada vértebra é formada por uma parte anterior formado pelo corpo vertebral, constituído de osso esponjoso e cartilagem hialina, e pelo arco vertebral composto de uma lamina e pedículo, que tem como finalidade dissipar e absorver cargas externas e internas; e a parte posterior formada pelos processos espinhosos, transversos e articulares tem função de permitir mobilidade (LINDH,1980). A FIGURA 1 ilustra a coluna vertebral e uma vértebra padrão.



Fonte: modificado de Netter (2000).

FIGURA 1: Vista lateral da coluna vertebral e vértebra padrão.

Segundo Gray (1977) vista lateralmente, a coluna possui 4 curvaturas, que proporcionam equilíbrio e força a coluna, uma em nível cervical que se estende do occipital até a 2^a vértebra torácica, e as 3 restantes ocupam cada parte dos níveis

torácico, lombar e sacral. Tais curvas aumentam a capacidade da coluna de suportar cargas elevadas, dissipando as forças compressivas verticais, se a coluna fosse reta as forças compressivas seriam transferidas diretamente para os discos intervertebrais, nestas condições a coluna pode suportar uma carga considerável (GRAY, 1977). As curvaturas podem sofrer anormalidades decorrentes da idade, do hábito de vida (posição em pé prolongada), patologias, entre outros (GRAY, 1977; OLIVER; MIDDLEITCH, 1998). Essas anormalidades podem ser de âmbito estrutural e não-estrutural que podem ser corrigidas através de uma mudança de postura (GRAY, 1977).

A coluna vertebral é um sistema complexo que transfere cargas entre as extremidades superiores e inferiores do corpo, propiciando movimentos do tronco nos três planos sagitais a flexão, a extensão, a rotação e a flexão lateral ou inclinação (LINDH, 1980). Segundo Gray (1977) a flexão é a inclinação para frente, aproximando as superfícies anteriores, sendo os discos intervertebrais responsáveis por 30% da resistência da coluna na flexão (ADAMS; DOLAN, 1995); a extensão é o retorno, após uma flexão a posição anatômica, se o movimento for continuado é denominado de hiperextensão. A inclinação lateral é a flexão para os lados, podendo ser para direita ou para esquerda; e a rotação é uma torção em torno do eixo da coluna, podendo ser também para ambos os lados. Cada movimento produz um determinado tipo de força sobre o disco intervertebral: a força de tração e compressão é gerada pela extensão, flexão e pela inclinação, sendo a compressão gerada no lado flexionado e a tensão gerada no lado estendido; a força de cisalhamento é causada pela rotação, porém a maioria desses movimentos não ocorre isoladamente, por exemplo, uma rotação axial é acompanhada de uma flexão (OLIVER; MIDDLEITCH, 1998; LINDH, 1980; ADAMS; DOLAN; HUTTON, 1987; ADAMS; HUTTON, 1985; ADAMS; DOLAN, 1995).

Além da união por meio dos discos, as vértebras estão conectadas por ligamentos anteriores, posteriores, que se estendem do crânio até o sacro; por ligamentos laterais que unem os corpos das vértebras adjacentes; e as laminae que estão ligadas por ligamentos denominados flavos, que envolvem a medula espinhal (GRAY, 1977). Algumas estruturas da coluna colaboram na absorção de impacto, proporcionando maior proteção a movimentos excessivos. Apesar das superfícies das articulações apofisárias não serem específicas para sustentação de cargas,

estas protegem os discos de cisalhamento excessivo e rotação axial sendo responsáveis por 20% da resistência da coluna em suportar cargas compressivas, principalmente em movimento de flexão (ADAMS; DOLAN, 1995).

2.1 DISCOS INTERVERTEBRAIS

Os discos possuem duas funções a de permitir e restringir os movimentos das articulações e de transição de cargas de um corpo vertebral ao seguinte (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998, p.59). Segundo Lehmkuhl e Smith (1989) os discos intervertebrais possuem três componentes básicos o anulo fibroso que constitui a camada externa dos discos, uma camada interna composto pelo núcleo pulposo e um plano cartilaginoso hialico (lamina terminal).

O anulo fibroso é formado por camadas concêntricas de fibras de colágeno, que envolve o núcleo pulposo, e um gel de proteoglican, que une as fibras de colágenos (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998, p.61) prevenindo a deformação através de torções e cisalhamento, e permitindo movimentos angulares, tais como extensão, inclinação e flexão (ADAMS; DOLAN, 1995).

O núcleo pulposo é formado por um fluido, sendo aproximadamente 80% composto por água, que pode sob pressão ser deformado, sem redução do seu volume, capacitando-o a se acomodar ao movimento (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998, p.61). A posição do núcleo e sua espessura variam em diferentes níveis da coluna. Segundo Adams e Dolan (1995) a concentração de estresse compressivo é maior no centro do ânulo.

As laminais terminais separam os discos de seus corpos vertebrais (LINDH, 1980). As laminais possuem duas funções, uma relacionada à nutrição dos discos, formando uma barreira permeável, através da qual a água e os nutrientes podem passar entre o núcleo e osso esponjoso dos corpos vertebrais, e outra função a de prevenir o abaulamento do núcleo para interior do corpo vertebral (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998).

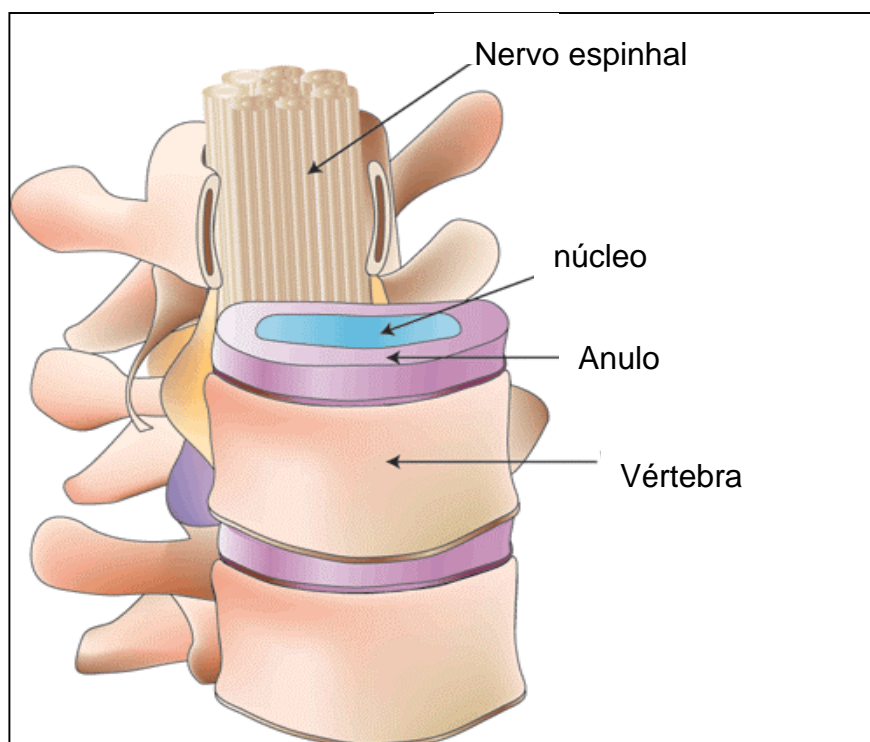


FIGURA 2: Disco intervertebral.

A coluna vertebral contribui em aproximadamente 40% da altura total, sendo que 20% consiste os discos intervertebrais (HEALEY, et al., 2005). Os corpos vertebrais e os discos lombares resistem em aproximadamente 80% da ação das forças compressivas na coluna, quando em postura ereta (ADAMS; DOLAN, 1995, p.4). A altura dos discos varia de acordo com a idade, diferentes regiões da coluna, com patologias decorrentes a degeneração do disco ou material nuclear; variação diurna, ocorrendo uma diminuição da altura no decorrer do dia, podendo chegar até 20mm, principalmente se esta for submetida a uma prolongada carga (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998; ADAMS; DOLAN, 1995). Entretanto o principal fator na diminuição da altura dos discos é a diminuição progressiva do conteúdo de proteoglicans, que são moléculas que apresentam propriedade de atrair e reter água, tornando o disco mais fibroso e menos elástico (LEHMKUHL; SMITH, 1989). Durante o curso do dia a altura e volume dos discos intervertebrais reduzem em aproximadamente 20%, devido à expulsão de água, que são restauradas durante o sono (LEHMKUHL; SMITH, 1989). Segundo Lehmkuhl e Smith (1989) o processo de envelhecimento e os microtraumas, causados pelo levantamento de objetos

pesados, reduzem a capacidade de absorção de água dos discos, sendo que nos idosos o conteúdo pode ser reduzido em até 35%, diminuindo o espaço intervertebral e limitando a mobilidade, tornando os indivíduos mais propensos a lesões e a herniações do núcleo.

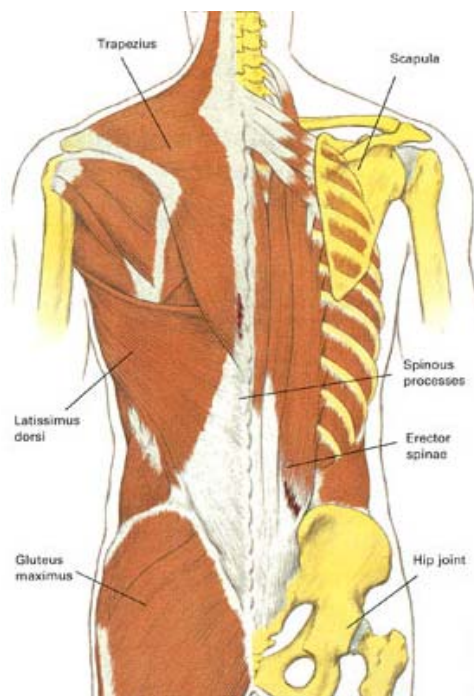
A compressão diminui as propriedades de absorção dos discos, aumentando o risco de compressão dos nervos e distúrbios na nutrição dos discos (HEALEY, et. al., 2005), quando o disco perde altura as dimensões do forâmen intervertebral são reduzidas, deixando menos espaço para a raiz nervosa (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998), causando assim uma redução na amplitude da rotação axial (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998). Os corpos vertebrais e os discos lombares resistem em aproximadamente 80% da ação das forças compressivas na coluna, quando em postura ereta (ADAMS; DOLAN, 1995, p.4). As fibras elásticas têm um papel importante na redução da altura dos discos (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998), segundo estudo realizado por Fowler et. al., (2005) uma perda rápida na altura dos discos deve-se a existência de um componente viscoelástico, o qual faz com que a altura nos discos diminua rapidamente ao ser inicialmente exposto a uma carga, porém após iniciada a tarefa com carga a perda é menor do que a observada no início da tarefa, indicando a existência de um componente lento, tendo comportamento semelhante a recuperação da estatura, ocorrendo uma maior recuperação durante as primeiras horas de sono (FOWLER et. al., 2005; RODACKI et. al.,2003). Lesões ou degenerações dos discos afetam a mecânica da coluna, distribuindo as forças de maneira alterada em todo segmento, provocando forças anormais nas facetas e estruturas de suporte (BRÜGGEMANN, 2004).

Uma recuperação na estatura diminui o estresse compressivo, aumentando o espaço intradiscal, reduzindo a compressão de raízes nervosas (RODACKI, et al., 2005). A nutrição dos discos é realizada por difusão dos nutrientes através dos vasos sanguíneos que se encontram na periferia do anel fibroso (via anular) e através de plexos capilares (via laminar), o núcleo recebe a maior parte da nutrição através da via laminar, causada por mudanças na pressão discal (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998; ADAMS; HUTTON, 1985). A quantidade de água que pode entrar e sair é influenciada pela concentração de proteoglicans e por alterações na pressão intradiscal, que é a pressão dentro dos discos que pode ser aumentada quando o sujeito está exposto a uma carga externa (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998).

Altas pressões fazem com que o fluido seja expelido para fora do disco, bem como uma diminuição na pressão permite que o disco absorva os nutrientes (ADAMS; HUTTON, 1985). Exercícios podem melhorar a nutrição do disco, por aumentar o suprimento na periferia e proporcionar essa diferença de pressão (OLIVER; MIDDLEDITCH, 1998).

2.2 MÚSCULOS DA COLUNA

A postura correta traduz um estado de equilíbrio dos músculos e dos ossos, um desequilíbrio muscular pode proporcionar uma desordem postural. (LEHMKUHL; SMITH, 1989). Os músculos da coluna vertebral oferecem um suporte flexível para a coluna, e agem para estabilizar suas partes entre si e no equilíbrio do tronco, sendo auxiliados pelos músculos abdominais e intercostais que agem indiretamente sobre a coluna (LEHMKUHL; SMITH, 1989). Os ligamentos, tendões e músculos têm como papel principal à estabilidade da coluna na posição ereta, sendo capazes de gerar tensão em diferentes intensidades (LEHMKUHL; SMITH, 1989).



Fonte: modificado de Netter (2000).

FIGURA 3: Músculos da coluna vertebral.

Devido a posições e movimentos habituais o organismo passa por processo de adaptação e compensação que podem resultar em efeitos deletérios para a postura. O encurtamento ou estiramento, bem como o enfraquecimento muscular, compromete a capacidade da coluna em proporcionar a estabilização do tronco em uma dada postura (OLIVER; MIDDLETICH, 1998). Em estudos realizados por Rodacki et. al., (2003) e Healey et. al., (2005) mostraram que uma maior atividade muscular dos músculos paravertebrais causa um aumento na compressão e diminui a capacidade de recuperação da estatura. A atividade muscular aumentada resulta em um aumento no estresse compressivo de 26% (HEALEY et. al., 2005), a diminuição da atividade muscular aumenta a capacidade de recuperação por diminuir as forças geradas pela contração muscular (HEALEY et. al., 2005).

Os músculos espinhais participam nos mecanismos de absorção de choques, auxiliando a aliviar a coluna de grandes cargas, protegendo-a e aumentando a estabilidade da coluna (HEALEY, et. al., 2005). Músculos fracos tornam as articulações e seus ligamentos mais vulneráveis aos esforços (OLIVER; MIDDLETICH, 1998).

Quando se transporta uma carga, a distribuição das tensões na coluna é dependente da posição da carga. Se a carga esta próxima do dorso há uma maior atividade do eretor da coluna, quando a carga esta a baixo do dorso, a atividade é maior no psoas maior (OLIVER; MIDDLETICH, 1998, p. 129).

2.3 ATIVIDADE FÍSICA E A COLUNA

Todos os movimentos realizados pelo corpo aumentam a carga na coluna, desde uma caminhada lenta até atividades de alta intensidade (LINDH, 1980). Uma solicitação exagerada, relacionada à prática esportiva ou a mecanismos de compressão ou cisalhamento, resulta em uma diminuição da estatura, provocada pelo achatamento dos discos intervertebrais (WEINECK, 1984). Essa diminuição na altura dos discos diminui o estado de tensão dos ligamentos longitudinais, causando um afrouxamento desses ligamentos, podendo levar a mudanças de posição dos corpos vertebrais, e causar compressão e irritação das raízes nervosas causando dor, e principalmente diminuindo a capacidade de resistência da coluna aos movimentos (WEINECK, 1984). Segundo Adams e Dolan (1995) durante o curso de

cada dia a atividade física reduz a altura e o volume dos discos intervertebrais em aproximadamente 20%, devido à expulsão de água e a deformação viscoelástica nas fibras de colágenos do ânulo fibroso. Quando o disco perde altura ocorre à diminuição na estrutura como um todo (HEALEY, et. al., 2005).

Durante a fase ativa do esporte a coluna do atleta esta freqüentemente sujeita a uma carga mecânica considerável, que pode ser um fator de risco para lesões de dor de coluna (BRUGGEMANN, 2004). Segundo Adams e Dolan (1995) atividades esportivas de alta intensidade estão associadas com mudanças degenerativas na coluna lombar e dores nas costas, dos atletas, embora um nível de intensidade moderada não cause danos graves.

Entretanto exercícios moderados têm aumentado o fluxo de nutrientes para dentro e para fora do disco, proporcionando uma melhoria nas propriedades do disco em absorver choques e transferir adequadamente as forças aplicadas verticalmente (STITH, 1990). Exercícios musculares também podem manter e até mesmo desenvolver a mobilidade da coluna, que diminui progressivamente com o envelhecimento, pois os discos vão se achatando ficando mais fibroso e menos elástico (LINDH, 1980). O correto equilíbrio muscular pode ser adquirido através de exercícios específicos de alongamento e fortalecimento muscular, a fim de condicionar ou reabilitar a musculatura (GLISAM; HACHSCHWER, 1990).

2.5 RECUPERAÇÃO DE ESTATURA

Quando cargas compressivas são aplicadas sobre a coluna vertebral há um aumento na pressão intradiscal (WILKE et. al., 1999) causando uma deformação do anulo fibroso, fazendo com que o conteúdo no núcleo pulposo e anulo fibroso seja expelido dos discos intervertebrais, ocasionando uma redução na altura dos disco (HEALEY et. al., 2005). A recuperação na altura dos discos intervertebrais aumenta a capacidade mecânica da coluna em absorver e dissipar o estresse compressivo, reduzindo assim a compressão sobre outras estruturas da coluna as quais podem ser fontes de dores nas costas (KANE et. al., 1985; DUNLOP et. al., 1984; ADAMS; DOLAN, 1995 citado por RODACKI et. al., 2005). Segundo Weineck (1984) 80% da população ira sofrer de dores nas costas em algum momento da vida. Em algumas pessoas a dor é passageira, para outras, entretanto, a dor é permanente podendo

estar associada com patologias toracolombar, causando debilidade, compressão de nervos espinhais por herniações no disco, perdendo assim a capacidade de absorção do estresse compressivo do disco (WEINECK, 1984). Em estudos realizados por Rodacki et. al. (2003) e Healey et. al. (2005) investigaram a percepção de dores e recuperação de estatura, e observaram que os grupos os quais recuperaram uma maior porcentagem de recuperação na estatura, diminuíram a percepção de dores nas costas (RODACKI et. al., 2003; HEALEY et. al., 2005). Uma recuperação da altura dos discos intervertebrais pode ser importante pra diminuição do estresse sobre a coluna, proporcionando uma redução nas dores nas costas (RODACKI et. al., 2005).

3 METODOLOGIA

3.1 PARTICIPANTES

O estudo foi composto por 12 homens voluntários ($25,0 \pm 4,0$ anos), os quais não possuíam problemas osteomusculares degenerativos na coluna vertebral, dores nas costas, ou outra disfunção que pudesse interferir nos resultados do estudo.

3.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Os participantes realizaram duas visitas ao Centro de estudos do Comportamento Motor (CECOM), da Universidade Federal do Paraná. Os quais foram submetidos a dois procedimentos experimentais em duas sessões distintas: exercícios estáticos e dinâmicos sobre um cilindro, e a permanência na posição deitada em decúbito dorsal com joelhos e quadril flexionados.

Na primeira visita, os participantes foram realizaram uma sessão de familiarização mais um dos procedimentos experimentais, enquanto na segunda visita foi realizado outro procedimento.

3.2.1 FAMILIARIZAÇÃO

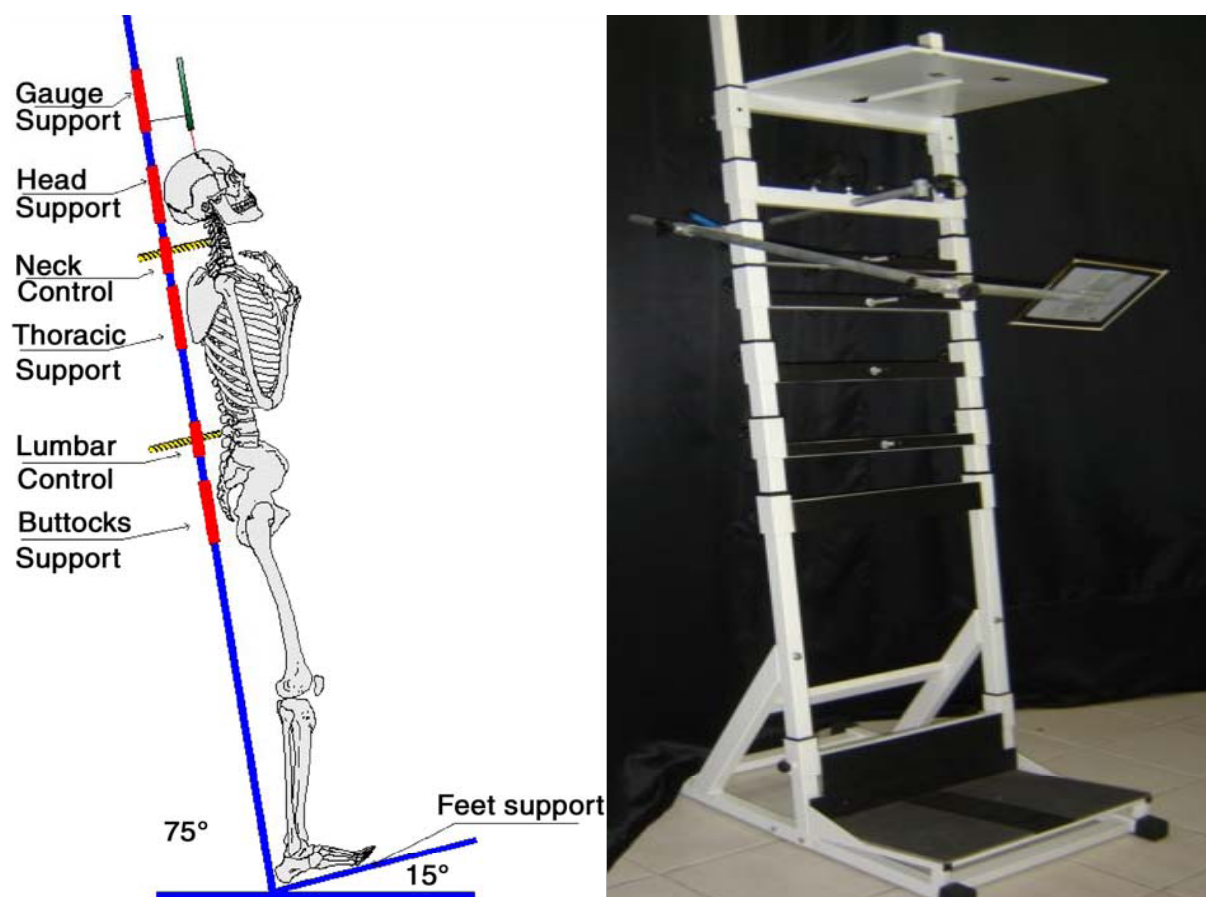
Na primeira visita os sujeitos realizaram a familiarização com o estadiômetro, utilizado para verificar variações de estatura, a fim de garantir a redução de erros de medida. Os sujeitos foram considerados habilitados para participar do estudo após realizadas 10 medidas consecutivas, as quais apresentaram desvio padrão inferior a 0,5mm (RODACKI et. al., 2001) Após o processo de familiarização, os sujeitos foram submetidos a um dos procedimentos experimentais.

3.2.2 ESTADIÔMETRO

O estadiômetro é um aparelho que permite verificar indiretamente variações na altura dos discos intervertebrais através de mensurações precisas da variação da

estatura (EKLUND; CORLETT, 1984; ALTHOFF et. al., 1992; STOTHART; MCGILL, 2000; RODACKI et. al., 2001 e 2003).

O estadiômetro consiste em uma armação metálica rígida, inclinada posteriormente em um ângulo de 15° em relação a vertical. O avaliado é posicionado dentro deste aparelho na posição em pé. Mantendo uma postura estabilizada e com o peso corporal distribuído de forma similar entre os membros inferiores. Em seguida os contornos dos pés são demarcados sobre a superfície plantar do equipamento. Para prevenir ajustes posturais durante as medidas, algumas hastes são encostadas sobre a superfície da pele, relativa a alguns pontos anatômicos da cabeça, da lordose cervical, da cifose torácica, da lordose lombar e da curvatura sacral, controlando, as curvaturas da coluna vertebral independentemente do perfil da coluna vertebral do sujeito.

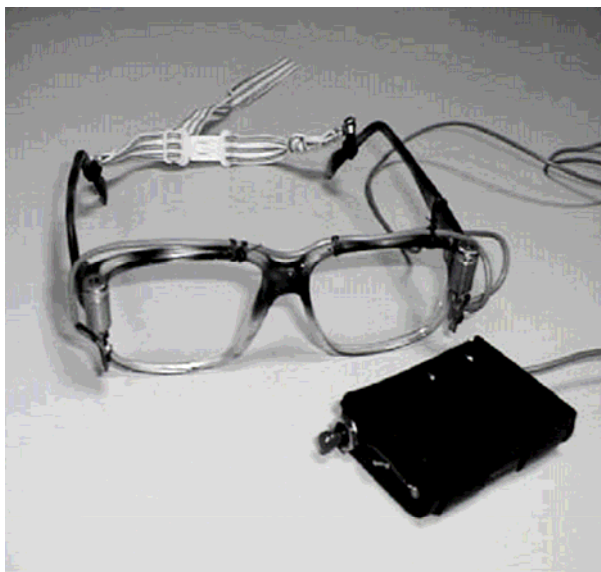


Fonte: Rodacki et. al. (2005)

FIGURA 4: Desenho esquemático e estadiômetro.

O controle da cabeça é feito por um dispositivo composto por um óculos (sem lentes) que possui dois emissores de raios laser acoplados em suas laterais (FIGURA 5A). Os óculos são fixados à cabeça por uma tira elástica, a fim de manter uma pressão relativamente constante e evitar pequenos deslocamentos que possam afetar as medidas. De peso desprezível, os óculos fazem o controle horizontal e vertical da posição da cabeça pelo alinhamento da luz emitida pelos dois emissores a laser sobre duas pequenas marcas de referências ajustáveis, posicionadas na superfície de projeção do estadiômetro colocadas. O posicionamento e o reposicionamento da cabeça na mesma posição é garantido ao reposicionar os feixes de luz com as marcas de referência. O controle da posição da cabeça é efetuado através de um espelho colocado à frente dos sujeitos.

FIGURA 5: Dispositivo para controle da cabeça (A) e Transdutor linear digital(B).



(A)



(B)

Fonte: Rodacki et. al. (2005).

Após os ajustes posturais, a haste de medição de um transdutor digital de variação linear (FIGURA 5B) foi posicionada por gravidade sobre o centro da superfície da cabeça. O ponto de contato da haste do transdutor foi demarcado sobre a superfície da cabeça para garantir maior precisão nas medidas.

3.2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Antes do início da sessão todos os participantes foram informados sobre os procedimentos experimentais. Cada participante realizou duas visitas em duas ocasiões distintas, o qual realizou em cada uma das visitas um dos procedimentos experimentais. Antes da realização dos procedimentos experimentais, os sujeitos executaram uma tarefa física, que consistia em caminhar durante 10 minutos, utilizando um colete, no qual foi agregada uma carga com 10% do peso corporal, para melhor mensuração dos dados de recuperação da altura dos discos, em seguida foi realizada a primeira mensuração de estatura, sendo considerada a altura inicial.

Na sessão de exercícios realizados sobre um cilindro de polietileno, (1m de comprimento, 0,15 m de diâmetro e peso de 0,80kg), o qual, no presente trabalho, será denominado cilindro (FIGURA 6). Os sujeitos colocaram-se sobre o cilindro, em decúbito dorsal de maneira que a cabeça e coluna permanecessem apoiadas totalmente, com o quadril e joelhos flexionados em aproximadamente 60° em relação a horizontal, cada posição de permanência e cada movimento realizado sobre o cilindro tiveram duração de 40 segundos. A sessão completa consistiu em 15 exercícios com duração aproximada de 15 minutos. As posições e os movimentos executados no procedimento foram baseados em aulas, onde o cilindro é utilizado. A descrição detalhada da sessão de exercícios encontra-se no Apêndice 1.



FIGURA 6: Cilindro

O outro procedimento experimental avaliado consistiu na permanência do indivíduo na posição deitada em decúbito dorsal, com os quadris e joelhos flexionados em aproximadamente 45° relaxados, com os pés colocados sobre uma superfície, denominada no presente trabalho de posição de Fowler (FIGURA 7), utilizada tal denominação por ter sido citada em outras pesquisas (RODACKI et. al., 2005), permanecendo nesta posição por 15 minutos.



Figura 7: Posição de Fowler

Ao final do procedimento experimental foi realizada a segunda medida, considerada de altura final. A organização dos procedimentos encontra-se representada no QUADRO 1.

QUADRO 1: Organização dos procedimentos.

Familiarização	Atividade física	1º mensuração (Altura inicial)	Procedimento Experimental	2º mensuração (Altura final)
30 min.	10 min.	2 min.	15 min.	2 min.

A análise da variação da estatura foi realizada através da estadiometria, já descrita, porém uma descrição detalhada encontra-se em Rodacki et al. (2001).

Em ambos os procedimentos antes da realização da segunda mensuração os sujeitos permaneceram durante 90 segundos em pé, a fim de minimizar os efeitos da

deformação dos tecidos moles dos membros inferiores durante as mensurações de estatura (FOREMAN; LINGE, 1989).

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a uma análise descritiva padrão (media e desvio padrão). A mensuração a medida de recuperação foi realizada subtraindo a altura final pela altura inicial (final – inicial). Foi utilizado teste “t” de *Student* para variáveis independentes, a fim de avaliar a diferença significativa entre os procedimentos. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Os testes foram realizados utilizando o *software* Statistica® versão 7.0.

4 RESULTADOS

4.1 FAMILIARIZAÇÃO

A sessão de familiarização visou garantir que as medidas fossem reprodutíveis. Os resultados apontam um desvio padrão médio de $0,29 \pm 0,15$ mm, após realizadas 10 series de medidas consecutivas. Tais erros representam aproximadamente 10% em relação à variação encontrada ao final das sessões experimentais.

4.2 RECUPERAÇÃO DE ESTATURA

Após o período de 15 minutos, os participantes recuperaram $2,84 \pm 1,90$ mm na posição de Fowler e $1,80 \pm 1,00$ mm após os exercícios no cilindro. Os ganhos de estatura podem ser visualizados na FIGURA 8.

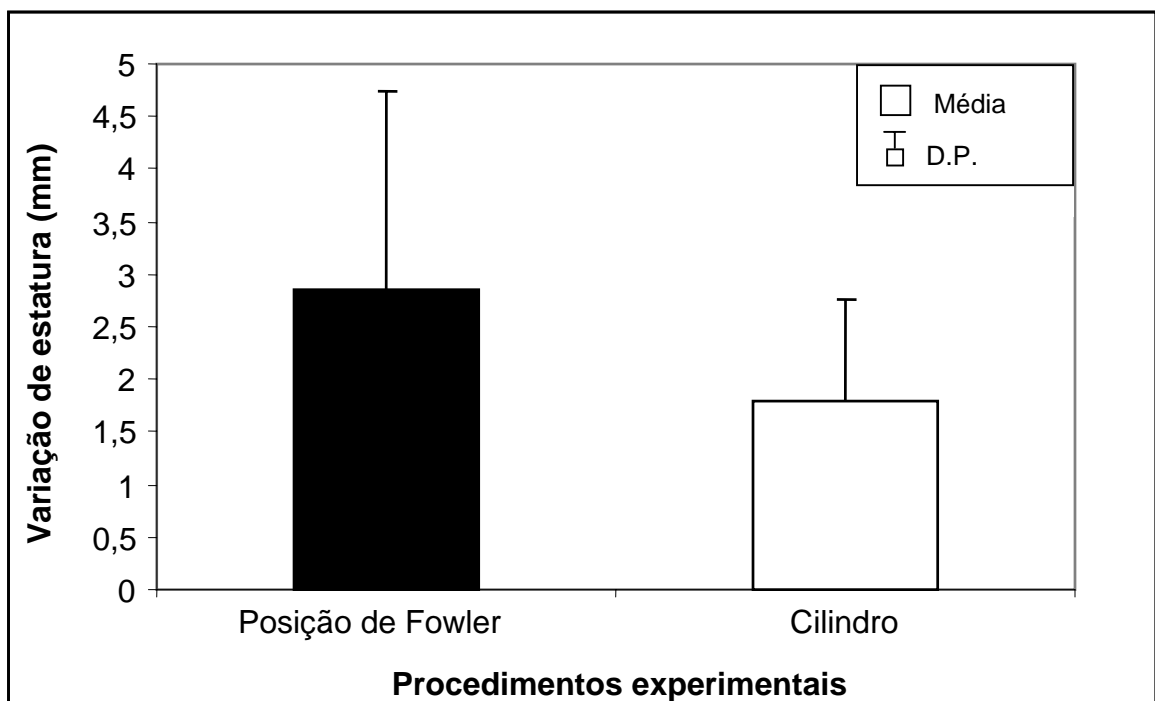


FIGURA 8: Variação média (e desvio padrão) de estatura na posição de Fowler e no cilindro.

Ao comparar as medidas de recuperação de estatura na posição de Fowler com as medidas obtidas após realização dos exercícios executados no cilindro, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$). Tais resultados indicam que ambos os procedimentos possuem efeitos similares sobre a altura dos discos intervertebrais.

5 DISCUSSÃO

5.1 FAMILIARIZAÇÃO

O desvio padrão médio obtido durante a familiarização confirma os achados obtidos em vários estudos (EKLUND; CORLETT, 1984; RODACKI et. al., 2001; RODACKI et. al. 2003), onde medidas de estatura reproduzíveis podem ser obtidas após uma sessão de familiarização, tendo um erro de $\pm 10\%$. Deste modo, os erros de medida de variação de estatura encontrados no presente estudo estão dentro dos limites verificados na literatura (EKLUND; CORLETT, 1984; RODACKI et. al., 2001; RODACKI et. al. 2003). Tais resultados evidenciam que as medidas de variação foram decorrentes dos impostos no presente estudo e não de possíveis erros de medida.

5.2 RECUPERAÇÃO DE ESTATURA

A postura deitada em decúbito dorsal reduziu em 75% a pressão intradiscal quando comparado com a postura em pé. Tais reduções podem ser atribuídas às a um número de fatores, os quais podem ser atribuídos a dois fatores principais. A redução na forças externas (ação da gravidade, WILKE et. al., 1999) pode ter reduzido o estresse compressivo e pode ter facilitado o influxo de fluídos para o núcleo pulposo e revertido as deformações elásticas que ocorrem na das paredes dos discos intervertebrais (RODACKI et. al., 2003).

Ambas modificações podem ter contribuído para o aumento da altura do disco e do espaço intervertebral. Outros estudos (WEIDLE, 2004; RODACKI et. al. 2005), tem demonstrado que a posição deitada é efetiva para a recuperação do espaço intervertebral, sendo empregada como uma estratégia freqüente em situações para atenuar desconfortos e dores lombares. Desta forma, os ganhos sobre a estatura verificadas em ambas as condições experimentais permitem aceitar a hipótese H_1 .

Os resultados obtidos no presente estudo durante a posição de Fowler são menores do que os encontrados em outros estudos (WEIDLE, 2004; RODACKI et. al., 2005), porém o tempo de permanência na posição de repouso daquele estudo foi

bastante superior. Desta forma, comparações são difíceis e devem ser efetuadas com cautela. Além dos argumentos usados para explicar os ganhos de estatura na posição de Fowler, os ganhos observados durante os exercícios no cilindro também podem ser explicados por outros fatores. A pressão exercida pelo cilindro sobre a região paravertebral pode ter ocasionado um alongamento passivo dos músculos e das fascias paravertebralis e ter estimulado os órgãos tendinosos de Golgi e desencadeado uma resposta reflexa inibidora da atividade muscular (ZATSIORSKY, 2000). Essas especulações precisam de estudos que envolvam ativação muscular, visto a importância que o relaxamento muscular possui sobre a coluna (HEALEY et. al., 2005).

Apesar dos ganhos significativos encontrados em ambas as condições experimentais, não foram detectadas diferenças entre as condições. Tais resultados apontam que os benefícios da posição deitada podem ser atingidos durante a realização dos exercícios sobre o cilindro. Provavelmente a similaridade encontrada entre as condições experimentais é derivada da combinação dos fatores acima mencionados (redução da ação da gravidade e tensão muscular) que resultam em uma menor pressão intradiscal (RODACKI et. al., 2003).

Portanto, a utilização de estratégias que minimizem estresse compressivo gerado pelas forças que atuam sobre a coluna, tais como peso corporal, contração muscular voluntária, e ação da gravidade, tornam-se atrativas. Considerando a similaridade dos benefícios resultantes das condições experimentais, o uso de exercícios sobre o cilindro pode constituir uma alternativa atrativa para sujeitos com desconforto e problemas lombares. Os resultados do presente estudo indicam que exercícios realizados na posição deitada podem induzir ganhos de estatura durante a realização de exercícios físicos. Portanto, tais estratégias precisam ser consideradas na elaboração das rotinas de atividade física.

6 CONCLUSÃO

Através da análise dos resultados obtidos em ambos os procedimentos experimentais proporcionaram uma recuperação da estatura. Tal recuperação tem sido interpretada como um importante indicativo sobre o estresse compressivo imposto sobre a coluna vertebral. Entretanto, não houve diferença entre os métodos utilizados, revelando que a recuperação de estatura pode ser obtida durante a execução de atividades físicas, que tornam esse tipo de exercício uma estratégia importante para conciliar à recuperação do estresse aplicado sobre a coluna com exercícios destinados à melhoria e promoção da saúde. Tais achados são relevantes, visto que à maioria das atividades físicas proporciona um aumento no estresse compressivo aplicado sobre a coluna vertebral.

Exercícios executados sobre o cilindro podem ser aplicados como forma de recuperação, pois não demandam um período prolongado de inatividade, como observado em outras posições de recuperação (ex. posição de Fowler). Portanto, a utilização do cilindro como atividade física regular pode diminuir as perdas dos espaços intervertebrais que ocorrem durante a realização de atividades físicas ao longo do dia. Além dos benefícios de redução de estresse aplicados sobre a coluna, os exercícios sobre o cilindro são uma forma interessante para condicionar ou até mesmo reabilitar a musculatura. Outros estudos devem ser feitos para analisar se o mesmo comportamento é aplicável em indivíduos com dores nas costas, e se ocorre diferenças no tempo de permanência.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, M. A.; DOLAN, P. **Recent advances in lumbar spinal mechanics and their clinical significance.** Clinical Biomechanics. V.10, n.1, p.3-19, 1995.
- ADAMS, M. A.; DOLAN, P.; HUTTON, W. C. **Diurnal variations in the stresses on the lumbar spine.** Spine. V.12, n.2, p.130-137, 1987.
- ADAMS, M. A.; DOLAN, P. **Could sudden increases in physical activity cause degeneration of intervertebral discs?** The Lancet. V.350, p.735-35, 1997.
- ADAMS, M. A.; HUTTON, W. C. **The effect of posture on the lumbar spine.** The Journal of Bone and Joint Surgery. V.67,n.4, p.625-29, 1985.
- BRÜGGEMANN, G. P. **Lesões da coluna relacionadas ao esporte e sua prevenção.** Editora Guanabara Koogan, RJ, 2004.
- CAINE, D. J.; LINDNER, K. J. **Overuse injuries of growing bones the young female gymnast at risk?** Physician and Sports Medicine. 13, p.51-64, 1985.
- CANTU, R. C.; MUELLER, F. O. **Catastrophic spine injuries in football.** Journal of Spine Disorders. V.3, p. 227-231, 1990.
- DE PUKY, P. **The physiological oscillation of the length of the body.** Acta Orthopedics. Scand, 1935.
- EKLUND, J. A.; CORLETT, N. E. **Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine.** Spine. V.9, n2, p.189-14, 1984.
- FOWLER, N. E.; RODACKI, A. L. F.; RODACKI, C. D. **Changes in stature and spine kinematics during a loaded walking task.** Gait & Posture. V. 23, p. 133-141, 2005.
- HOCHSCHULER, S. H. **The spine in sports.** In GLISAM, B.; HOCHSCHULER, S.H. General fitness in the treatment and prevention of athletic low back injuries. Hanley & Belfus, Philadelphia. p.31- 42,1990.
- GRAY, H. **Anatomy of human body.** Williams e Wilkins. Baltimore, Maryland. 1977.
- HEALEY, E. L.; FOWLER, N. E.; BURDEN, A. M.; MCEWEN I. M. **Raised Paraspinal Muscle Activity Reduces Rate of Stature Recovery After Loaded Exercise in Individuals With Chronic Low Back Pain.** Archives Physical Medicine Rehabilitation. V.86. p.710-15. 2005.
- HEALEY, E. L.; FOWLER, N. E.; BURDEN, A. M.; MCEWAN, I. M. **The influence of different unloading positions upon stature recovery and paraspinal muscle activity.** Clinical Biomechanics. V.20, p.365-371, 2005.

KAPANDJI, A. I. **Fisiologia articular: tronco e coluna vertebral**. Editora Guanabara Koogan. RJ, 2000.

LEHMKUHL, L. D.; SMITH, L. K. **Cinesiologia Clinica- Brunnstrom**. Editora Manole. SP, 1989.

LINDH, M. **Biomechanics of the lumbar spine**. In FRANHEL, V. H.; NORDIN, M. Basic Biomechanics of the Skeletal System . Lea & Febiger, Philadelphia. p. 255-87, 1980.

NACHEMSON, A. **The lumbar spine: An orthopedic Challenge**. Spine v.1, p.59-71, 1976.

NETTER, F. H. **Atlas de anatomia humana**. 2ed. Artmed, Porto Alegre, 2000.

OLIVER, J.; MIDDLEDITCH, A. **Anatomia funcional da coluna vertebral**. Revinter. Rio de Janeiro, 1998.

RODACKI, A. L.; DEZAN, V. H.; SARRAF, T. A.; PROVENSÍ, C. L.; OKAZAKI, V. H.; RODACKI, C. N. **Diferentes estratégias de redução do estresse sobre a coluna vertebral**. Revista Brasileira de Biomecânica. 2005. In press.

RODACKI, C. L.; FOWLER, N. E.; RODACKI, A. L.; BIRCH, K. **Stature loss and recovery in pregnant women with and without low back pain**. Archives Physical Medicine Rehabilitation. V.84, p.507-11, 2003.

HOCHSCHULER, S. H. **The spine in sports**. In STITH, W. J. Exercise and the intervertebral disc. Hanley & Belfus, Philadelphia. p.3-10,1990.

TSAI, L.; WREDEMARK, T. **Spinal posture, sagittal mobility, and subjective rating of back problems in former elite gymnastics**. Spine. V18, p. 872-875, 1993.

VIDEMAN, T.; SARNA, S.; BATTÈ, M. C. **The long-term effect of physical loading and exercise lifestyles on back-related symptoms, disability, and spinal pathology among men**. Spine. V.20, p.699-709, 1995.

WILKE, H. J.; NEEF, P.; CAIMI, M.; HOOGLAND, T.; CLAES, L. E.; **New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life**. Spine. V.24, n.8, p.755-762, 1999.

WOOD, P. H. N.; BADLEY, E. M. **An epidemiological appraisal of bone and joint disease in the elderly**. In bone and joint disease in the elderly. Edinburgh: Churchill Livingstone, p.1-22, 1983.

ZATSIORSKY V. R. M. **Biomecânica no esporte performance do desempenho e prevenção de lesão**. Editora Guanabara Koogan. RJ 2000.

Apêndice 1

Segue abaixo os exercícios e as posições executados sobre o cilindro terapêutico, durante o presente estudo, (movimentos estes retirados do manual que acompanha o equipamento). Os movimentos encontram-se em seqüência de realização:

1. Na primeira posição os indivíduos permaneceram com os braços ao lado do corpo deixando o dorso da mão apoiado no solo, sem realizar movimentos de membros inferiores.

2. Os sujeitos realizaram adução dos ombros, posicionando os braços acima do peito, e realizando movimentos de abdução e adução dos ombros. Interrompendo o movimento no momento em os braços estavam acima do peito.

3. Em seguida, realizaram a protração e retração do ombro, com o cotovelo em extensão, sem a realização de flexão.

4. Após flexionar, paralelamente ao solo, os ombros e os cotovelos em 90° com o dorso da mão virado para o solo, tentando encostar o dorso da mão no solo sem utilização de força, permanecendo nesta posição.

5. Realizar extensão e flexão dos ombros e cotovelos acima da cabeça. Parando o movimento no instante em os ombros e os cotovelos voltam a posição inicial.

6. Rotacionar os ombros fazendo com que a palma da mão encoste no solo, realizando movimentos circulares com a mão para dentro, girando as escapulas

7. Executar o mesmo movimento anterior, porém realizar os círculos para fora.

8. Deixar os braços ao lado do corpo, realizar movimentos alternados de extensão e flexão de joelho e quadril.

9. Estender o quadril e o joelho, e realizar abdução de quadril de modo que o sujeito fique confortável, rotacionar ambos os tornozelos para dentro e para fora, fazendo com que o segmento da coxa acompanhe o movimento.

10. Manter a posição anterior, realizando rotação dos tornozelos de maneira que um dos pés esteja em rotação interna e outro em rotação externa.

11. Flexionar o joelho e deixar a planta dos pés em contato uma com a outra, permanecendo nesta posição.

12. Com os pés na mesma posição anterior, estender e flexionar o joelho, arrastando a parte lateral dos pés.

13. Flexionar o quadril e o joelho de um dos membros inferiores, permanecendo em extensão o outro lado e, ao mesmo tempo o membro superior correspondente desse permanecer ao lado do corpo, de modo que o membro inferior e o membro superior estendido fiquem em diagonal, permanecendo na posição.

14. Realizar a mesma posição anterior, porém com os membros contrários.

15. Realizar um rolamento com o tronco, na horizontal, sobre o cilindro, de maneira que o tronco permaneça num plano reto.