



unopar

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO
EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

LEONARDO SHIGAKI

**TÍTULO: EFEITO DO VOLUME DE TREINAMENTO
RESISTIDO NA RESISTÊNCIA E FORÇA DOS MÚSCULOS
EXTENSORES DE TRONCO EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS:
ENSAIO CONTROLADO ALEATORIZADO**

Londrina
2015

LEONARDO SHIGAKI

**TÍTULO: EFEITO DO VOLUME DE TREINAMENTO
RESISTIDO NA RESISTÊNCIA E FORÇA DOS MÚSCULOS
EXTENSORES DE TRONCO EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS:
ENSAIO CONTROLADO ALEATORIZADO**

Dissertação apresentada à UNOPAR, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Alexandre da Silva Jr.

Londrina

2015

LEONARDO SHIGAKI

TÍTULO: EFEITO DO VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO NA RESISTÊNCIA
E FORÇA DOS MÚSCULOS EXTENSORES DE TRONCO EM INDIVÍDUOS
SAUDÁVEIS: ENSAIO CONTROLADO ALEATORIZADO

Dissertação apresentada à UNOPAR, no Mestrado em Ciências da Reabilitação, área e concentração em Avaliação e Intervenção em Reabilitação como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof. Dr. Rubens Alexandre da Silva Jr.
UNOPAR

Prof. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo
UEL

Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre
UNESP

Londrina, 22 de Outubro de 2015.

Dedico esta dissertação à minha família, amigos, colegas de laboratório, professores e orientador pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade, pois sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Rubens Alexandre da Silva Jr., por acreditar no futuro deste projeto e contribuir para o meu crescimento profissional e por ser também um exemplo a ser seguido. Também pela amizade construída durante esses anos, além dos incentivos profissionais e pessoais.

Ao professor Dr. Andreo Fernando Aguiar e professor Dr. Leonardo Oliveira Pena Costa, pelas orientações quanto à elaboração do projeto, e por compartilhar conhecimentos e experiências como pesquisadores.

À professora Dra. Christiane Guerino de Souza Macedo, à quem tenho muito carinho e admiração, grande incentivadora em minha carreira profissional, que sempre acreditou no meu potencial e me motivou a seguir em frente mesmo com as adversidades.

Aos meus pais Edson Nobuiti Shigaki e Vera Lúcia Shigaki e irmão Vinícius Shigaki, ao qual amo muito, que sempre primaram pela minha educação e sempre estiveram ao meu lado com muito carinho em todos os momentos.

À minha namorada Isabela Andrelino de Almeida, à qual faz parte de minha vida, sempre presente, me apoiando e incentivando em todos os aspectos, tanto pessoais quanto profissionais, e contribuiu para que a trajetória fosse mais fácil de ser percorrida.

Aos colegas de laboratório Cynthia Gobbi Alves Araújo, Márcio Rogério de Oliveira, André Wilson de Oliveira Gil, Leandro Amaral Sturion e Camila Pereira, que me deram suporte apoio durante este período no programa de mestrado, além dos alunos Mariane Guizeline Calderon, Mariane Lacordaire de Souza, Thais Karoline Cezar Costa, Herbert Lucas de Oliveira e Adriano Luiz Eurich, que foram fundamentais para realização do projeto.

Gostaria de agradecer também a todos que participaram de minha vida e colaboraram para minha formação pessoal e profissional nesses anos.

Epígrafe

“Não importa quanto a vida possa ser ruim, sempre existe algo que você pode fazer, e triunfar. Enquanto há vida, há esperança”.

Stephen Hawking

SHIGAKI, Leonardo. Efeito do volume de treinamento resistido na resistência e força dos músculos extensores de tronco em indivíduos saudáveis: ensaio controlado aleatorizado. 2015. Número total de 74 folhas. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Norte do Paraná [UNOPAR]), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação. – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2015.

RESUMO

Introdução. A baixa resistência dos músculos extensores lombares é associada ao desenvolvimento da dor lombar crônica. As evidências demonstram benefícios dos exercícios resistidos na melhora da função da coluna vertebral e dos sintomas de dor lombar, embora existam lacunas quanto ao número ideal de séries durante a prescrição do exercício. O objetivo deste estudo foi comparar um protocolo de treinamento dos músculos extensores do tronco usando série única versus múltiplas (3 séries) nos ganhos de resistência e força muscular lombar.

Métodos. Trata-se de um ensaio controlado aleatorizado com 44 voluntários jovens e saudáveis pareados pelo sexo, entre 18 e 30 anos. Os participantes foram aleatoriamente alocados em três grupos: (1) Grupo Controle (n = 15), (2) Grupo Série Única (n = 14) e (3) Grupo Múltiplas Séries (n = 15). As principais medidas, antes e após o treinamento, foram o pico da força muscular isométrica dos músculos lombares (em quilograma-força), a resistência isométrica por meio do teste de Sorensen modificado (tempo-limite de esforço e parâmetros de fadiga por meio da eletromiografia de superfície), a resistência dinâmica durante ciclos de flexão e extensão do tronco até exaustão (número de repetições). Todas realizadas por avaliador cego. Após as medidas iniciais, os participantes dos grupos 2 (série única) e 3 (múltiplas) realizaram um treinamento resistido dos músculos lombares em um Banco lombar Romano à 45° de flexão do quadril, duas vezes por semana, durante 10 semanas. O treinamento foi realizado por um fisioterapeuta. A carga inicial de treino foi de 50% da carga utilizada na primeira avaliação e o número de repetições entre 15-20. Para o grupo 1 (controle) foi recomendado manter suas atividades de vida diária e não recebeu nenhum tipo de treinamento. Após 10 semanas, todas as medidas iniciais foram reavaliadas. Para comparação dos resultados, análises de variância de medidas repetidas foram empregadas em todas as variáveis dependentes para determinar as diferenças entre a avaliação inicial e final e os três grupos investigados.

Resultados. Não houve melhora no pico de força da musculatura lombar entre os dois principais grupos investigados durante o treinamento resistido; assim como não houve nenhuma alteração no grupo controle. Já os resultados de resistência lombar, mostrou melhora na condição isométrica somente no grupo múltiplas séries que apresentou 17% de ganho comparado ao grupo controle ($P = 0,007$). Embora foi encontrado melhora significativa na resistência isométrica por meio do critério mecânico (tempo-limite), não houve alteração fisiológica nos parâmetros da eletromiografia. Na condição dinâmica da resistência, houve aumento significativo ($P < 0,05$) no grupo série única (26%) e principalmente no grupo múltiplas séries

(61%) relativo às medidas iniciais do número de repetições máximas. Todavia, sem diferença entre os dois grupos de treinamento.

Conclusão. O treinamento resistido dos músculos extensores do tronco melhora a resistência dinâmica da musculatura lombar com uso de série única e múltiplas séries. Todavia, apenas séries múltiplas foram efetivas para os ganhos na condição isométrica. Para a força muscular e os parâmetros de eletromiografia não houve diferenças após o treinamento.

Palavras-chave: Exercícios. Coluna lombar. Resistência. Força. Músculos das costas.

SHIGAKI, Leonardo. Effect of resistance training volume on endurance and strength of trunk extensor muscles in healthy subjects: randomized controlled trial. 2015. Número total de 74 folhas. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Norte do Paraná [UNOPAR]), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação. – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2015.

ABSTRACT

Introduction. The low endurance of the lumbar extensor muscles is associated with the development of chronic low back pain. Evidences show benefits of resistance training improving function of vertebral column and the symptoms of low back pain, although there are gaps in the ideal number of sets for exercise prescription. The aim of this study was to compare a training protocol of trunk extensor muscles using single set versus multiple sets (3 sets) in endurance and strength gains of lower back muscles.

Methods. This is a controlled randomized trial, which participated 44 young healthy volunteers, paired by sex, age between 18 and 30 years. Participants were randomly divided into three groups: (1) Control Group (n = 15), (2) Single Set Group (n = 14) and (3) Multiple Sets Group (n = 15). The main measures before and after training were the peak of the isometric strength of lumbar extensor muscles (in kilogram-force), isometric endurance through modified Sorensen test (timeout effort and fatigue parameters through surface electromyography) and dynamic endurance during flexion and extension cycles of the trunk until exhaustion (number of repetitions). All these measurements were performed by a blinded evaluator. After the initial measurements, participants in group 2 (single set) and group 3 (multiple) performed a resistance training of lumbar extensor muscles in a 45° Roman Chair, twice a week, for 10 weeks. The training was conducted by a physiotherapist. The initial charge training was 50% of the charge used in the first evaluation and the number of repetitions was between 15-20. For group 1 (control) was recommended to keep their daily activities and did not receive any training. After 10 weeks, all initial measurements were reassessed. To compare the results, repeated measures analysis of variance were used in all dependent variables to determine the differences between the initial and final evaluation and the three groups investigated.

Results. There was no improvement in the peak strength of the lumbar muscles between the two main groups investigated during resistance training; no changes were found in the control group, as well. Regarding the lumbar endurance results, there was an improvement in the isometric condition only in multiple sets group that showed 17% gain compared to the control group (P = 0.007). Significant improvement was found in isometric endurance through the mechanical criteria (time-out), there was not physiological parameters change in electromyography. In the dynamic endurance condition was found significant increase (P <0.05) in single set group (26%) and especially in multiple sets group (61%) of the initial measures in number of maximum repetitions. However, no differences between the two training groups was detected.

Conclusion. Resistance training of the trunk extensor muscles improves dynamic endurance of lumbar muscles using single set and multiple sets. However, only

multiple sets were effective for gains in isometric condition. For muscle strength and electromyography parameters no differences after training have been found.

Key words: Exercises. Lumbar spine. Endurance. Strength. Back muscles.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de estabilização da coluna vertebral.....20

LISTA DE ILUSTRAÇÕES DO ARTIGO

Figura 1 – Flow diagram.....51

Figura 2 – Maximal voluntary contractions; modified Sorensen test and dynamic endurance test.....52

Figura 3 – Comparison between groups in maximal voluntary isometric contraction test; comparison between groups in Modified Sorensen test and comparison between groups in dynamic endurance test.....53

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Subject characteristics | 49 |
| Tabela 2 – Results of assessments: strength values, endurance times and maximum repetitions..... | 49 |
| Tabela 3 – Main outcome results from effects of back training. | 50 |
| Tabela 4 – EMG results during back training across three experimental groups.. ... | 50 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| BMI | Body mass index |
| CG | Control Group |
| CIVM | Contração isométrica voluntária máxima |
| EMG | Eletromiografia |
| GC | Grupo controle |
| GMS | Grupo múltiplas séries |
| GSU | Grupo série única |
| ICC | Coeficiente de Correlação Intraclasse |
| IMC | Índice de massa corporal |
| Kg | Kilograma |
| Kgf | Kilograma/força |
| LAFUP | Laboratório de Avaliação Funcional e Performance motora humana |
| LBP | Low Back Pain |
| MSG | Multiple Set Group |
| MVIC | Maximal voluntary isometric contractions |
| SD | Standart deviation |
| SSG | Single Set Group |
| UNOPAR | Universidade Norte do Paraná |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 OBJETIVOS | 15 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 15 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA - CONTEXTUALIZAÇÃO | 16 |
| 3.1 DOR LOMBAR | 16 |
| 3.2 BIOMECÂNICA DA COLUNA VERTEBRAL | 18 |
| 3.3 CONCEITOS DE ESTABILIZAÇÃO LOMBAR | 20 |
| 3.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA MUSCULATURA LOMBAR | 23 |
| 3.5 TREINAMENTO DOS MÚSCULOS EXTENSORES DA LOMBAR | 26 |
| 4 ARTIGO | 28 |
| CONCLUSÃO GERAL | 54 |
| REFERÊNCIAS | 55 |
| APÊNDICES | 62 |
| APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido | 63 |
| APÊNDICE B – Informações sócio-demográficas e antropométricas | 65 |
| ANEXOS | 68 |
| ANEXO A – Normas de formatação do periódico <i>Medicine & Science in Sports & Exercise</i> | 69 |
| ANEXO B – Parecer do comitê de ética e pesquisa..... | 72 |
| ANEXO C – Registro do <i>clinical trials</i> | 74 |

1 INTRODUÇÃO

A dor lombar é um problema comum entre as diferentes dorsodens músculo-esqueléticas, e afeta pessoas de qualquer idade, gênero e classe socioeconômica. Atualmente, a dor lombar é considerada um dos principais problemas de saúde pública devido à alta prevalência mundial, incapacidades decorrentes, exclusão social, absenteísmo no trabalho e impacto econômico importante em virtude dos custos elevados com o tratamento medicamentoso e a recuperação físico-funcional do indivíduo^{1, 2}. Os dados de prevalência da dor lombar podem alcançar 70% na população adulta, além de ser mais prevalente entre as mulheres e pessoas entre 40-80 anos^{3, 4}.

A dor lombar não é uma doença, refere-se a dor de duração variável em uma área acometida a estímulos externos e internos⁵. Pode ser definida como dor, tensão muscular ou rigidez localizada na região inferior da coluna vertebral. A causa é geralmente desconhecida e definida como de origem mecânica e não específica⁶. Para compreender melhor o problema, a tomada de decisão clínica se baseia nos fatores de riscos determinantes para o surgimento da dor lombar, cronicidade e incapacidades⁷. Dentre os fatores determinantes para desencadear a dor lombar encontram-se as atividades ocupacionais, o stress psicológico, a diminuição da mobilidade, o excesso de vibração sobre as vértebras lombares, a idade, a fraqueza dos músculos extensores, assim como a fadiga lombar⁸. Além disso, a baixa resistência denotada pela fadiga dos músculos lombares é considerada como um dos pilares para explicar a origem da dor lombar, a cronicidade e as incapacidades. As evidências suportam que a baixa resistência dos músculos lombares é capaz de prever a primeira lombalgia assim como as incapacidades em longo prazo^{9, 10}.

É importante ressaltar que a força e a resistência muscular são capacidades distintas, e o conceito de descondicionamento físico em pacientes com dor lombar crônica, devido ao sedentarismo ou a própria diminuição de suas atividades funcionais, podem explicar a fadiga dos músculos lombares, e conseqüentemente a presença da dor e limitações funcionais¹¹. A hipótese mais aceita na literatura, conforme a teoria de Panjabi sobre a estabilidade da coluna lombar, é que a fadiga dos músculos do tronco aumenta os riscos de déficits neuromusculares, causa movimentos descoordenados (má coordenação motora),

aumenta a instabilidade da coluna vertebral, contribui para as sobrecargas e lesões de estruturas passivas como ligamentos e articulações, e finalmente leva a dor lombar crônica como consequência de todas essas alterações^{12, 13}.

O tratamento consiste em diferentes estratégias de intervenção, como cirurgias, medicamentos, fisioterapia e intervenções alternativas como acupuntura e yoga. Em que concerne à fisioterapia, um dos métodos mais empregados é o exercício físico durante o tratamento conservador¹⁴. Dentre os diferentes tipos de exercícios, aqueles que envolvem o fortalecimento e a resistência da musculatura lombar, utilizando uma dosagem adequada dentro da prescrição, têm apresentado melhores resultados clínicos englobando a funcionalidade da coluna vertebral, a dor, as incapacidades, o retorno trabalho e os fatores psicossomáticos¹⁵.

Existem diferentes tipos de exercícios para restaurar a função da coluna vertebral. Dentre os exercícios resistidos para o treinamento da musculatura lombar, por exemplo, estão os exercícios de extensão do tronco realizados em posição deitada, no solo ou em aparelhos tais como o Banco Lombar Romano. Neste exercício, o tronco se mantém suspenso na horizontal e serve como carga¹⁶. Este exercício quando realizado numa postura de 40° de flexão do quadril se torna específico para melhor recrutar os músculos lombares, enquanto minimiza a ação dos extensores do quadril^{17, 18}. Esse fato é de extrema importância, pois esses músculos podem causar a interrupção do exercício devido à fadiga muscular^{19, 20}. Neste caso, um programa de exercício realizado para tal condição pode contribuir nos ganhos de resistência lombar mais rápido e assim potencializar a recuperação funcional da coluna vertebral e por fim, facilitar o retorno do indivíduo às atividades sociais e ao trabalho^{21, 22}.

Por outro lado, ainda existem lacunas quanto à dose necessária de exercício para os ganhos em força e/ou resistência da musculatura lombar; neste caso, especificamente com relação ao número de série a ser determinada durante a prescrição do exercício. Clark et al.²³ sugerem que se o objetivo da prescrição é aumentar a atividade muscular lombar, apenas uma série de exercício dinâmico de flexão e extensão do tronco suspenso na horizontal até exaustão é necessária. A sugestão desses autores é suportada pelo fato que ao incluir um maior número de séries durante o exercício, ocorre uma diminuição do recrutamento da musculatura lombar, com consequente aumento da atividade elétrica dos músculos extensores do

quadril²³. Neste caso, o exercício causaria a exaustão dos músculos extensores do quadril durante o treinamento ao invés dos músculos lombares. Em outras palavras, ocorre a perda da especificidade local para região lombar.

Há recomendações importantes quanto à prescrição do exercício com o uso de múltiplas séries para ganhos de força e resistência muscular para diferentes segmentos corporais conforme o Colégio Americano de Medicina do Esporte²⁴. Todavia, algumas evidências mostram resultados similares nos ganhos de força e resistência muscular com o uso de múltiplas séries versus série única durante o treinamento resistido^{25, 26}. Já outros achados, demonstraram maior eficiência do exercício realizado em múltiplas séries do que apenas série única nos ganhos de força muscular^{27, 28}. Aparentemente, a prescrição do exercício quanto ao número de série a ser realizado durante treinamento pode ser dependente do grupo muscular alvo e da população investigada, além dos objetivos do mesmo.

Dentro do cenário da prescrição do exercício, poucos estudos têm comparado os efeitos do número de séries de exercício nos ganhos de força e resistência da musculatura lombar. Um recente estudo fez uma demonstração somente para a capacidade de força muscular; mostrando similaridade entre série única e múltiplas séries; enquanto nenhum estudo até o momento generalizou esses resultados para os ganhos em resistência lombar com intuito de conter o principal fator de risco a ocorrência da dor lombar crônica (prevenção primária).

O foco desta pesquisa foi aprofundar a temática de estudo para responder as hipóteses de comparação entre múltiplas e série única para a resistência da musculatura lombar. Todavia, para tal cenário de validação, o desenho experimental levou em consideração apenas indivíduos assintomáticos para determinar de forma consistente os efeitos do treinamento de série única e múltiplas séries nos ganhos de resistência e força da musculatura lombar. Isto foi necessário em razão que os sintomas clínicos de indivíduos com dor lombar podem influenciar as medidas primárias de resistência e força conforme os achados de Odsson et al²⁹.

Assim, este estudo avaliou indivíduos saudáveis para futuras implicações naqueles que sofrem com dor lombar. A pesquisa teve implicações importantes para a definição do número de séries que deverão ser empregados durante o treinamento resistido dos músculos extensores do tronco em programas

de reabilitação e em condição de condicionamento físico no intuito de prevenção e reabilitação das disfunções da coluna lombar.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de dois protocolos de prescrição de exercício, série única e múltiplas séries, nos ganhos de resistência e força após treinamento resistido dos músculos extensores lombares.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar os efeitos dos dois protocolos de prescrição (série única e múltiplas séries) nos ganhos de força isométrica da musculatura extensora lombar após treinamento resistido dos músculos extensores lombares de 10 semanas;

Determinar os efeitos dos dois protocolos de prescrição (série única e múltiplas séries) nos ganhos de resistência isométrica (tempo-limite) e dinâmica (número de repetições) após treinamento resistido dos músculos extensores lombares de 10 semanas;

Determinar os efeitos dos dois protocolos de prescrição (série única e múltiplas séries) nas respostas fisiológicas da musculatura lombar por meio dos parâmetros de fadiga da eletromiografia após treinamento resistido dos músculos extensores lombares de 10 semanas.

Comparar os efeitos dos dois protocolos em todas as medidas (força e resistência) em relação ao grupo controle (sem nenhum treinamento).

3 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

3.1 DOR LOMBAR

A dor lombar é considerada um problema de saúde pública devido a sua alta prevalência, causando grande impacto na economia, pois afeta indivíduos de todas as idades¹. Em termos de frequência de procura por médicos de cuidados primários, apenas o resfriado comum excede a queixa de dor nas costas. Não surpreendentemente, os custos diretos com o tratamento para lombalgia são extremamente elevados. Nos Estados Unidos da América, as estimativas de custos diretos da dor lombar totaliza 20 bilhões de dólares, com custo total superior a 100 bilhões de dólares por ano, devido a gastos salariais e redução da produtividade³⁰.

No Brasil, cerca de 10 milhões de brasileiros poderão se tornar incapacitados fisicamente por causa da cronicidade desta patologia³¹. Especificamente na região sul do Brasil, a prevalência da dor lombar crônica cresce rapidamente conforme evidências epidemiológicas do assunto³². A prevalência mundial da dor lombar crônica nos indivíduos idosos (acima de 60 anos) pode alcançar entre 44-84% da população, dependendo dos fatores de risco associados à disfunção lombar^{6, 33}.

Dor lombar é definida como dor, tensão muscular ou rigidez localizada na região lombar, com ou sem irradiação para membros inferiores. Pode ser classificada como específica ou não específica. A específica é quando os sintomas são causados por um mecanismo definido, como fratura ou hérnia de disco, por exemplo, e a não específica como sintomas sem causa definida, de origem desconhecida. A dor lombar não específica é classificada de acordo com a duração das queixas dos pacientes, aguda quando persiste por menos de seis semanas, subaguda entre seis semanas a três meses e crônica quando duram mais de três meses³⁴.

Para maioria dos pacientes com um episódio de dor lombar não específica, o prognóstico é bom, com resolução dentro de algumas semanas quando de caráter aguda. De fato, o tratamento clínico pode ser por meio de medicamentos em casos leves, e cirurgias quando há problemas de compressão discal e nervosa, e presença de tumores. Para a dor lombar subaguda e crônica, as estratégias de intervenção podem ser desde terapia física até comportamental. Considera-se a

prescrição de tratamento por meio do exercício físico, o qual é foco desta pesquisa, e várias evidências têm suportado os efeitos benéficos da mesma no tratamento da dor lombar crônica^{14, 35}. Todavia, até o momento não se sabe qual é a melhor modalidade de exercício (mais eficaz para o tratamento) assim como uma diretriz exata de prescrição em termos de número de série de exercícios lombares que devem ser empregados no reparo da funcionalidade desses músculos.

3.2 BIOMECÂNICA DA COLUNA VERTEBRAL

A coluna lombar é formada por cinco vértebras, a primeira (L1) é a vértebra mais superior na coluna vertebral lombar e a última (L5) é a vértebra mais inferior. O elemento anterior ou ventral de cada vértebra é chamado de corpo vertebral. Na coluna lombar inferior, as vértebras são maiores para suportar as forças de sobrecarga da cabeça, tronco e membros superiores³⁶.

Os principais músculos da região lombar são os chamados músculos extensores da coluna lombar: músculo longuíssimo e o iliocostal, que são divididos em região lombar e torácica. As fibras musculares paraespinhais formam uma aponeurose que serve como ligação indireta entre as vértebras lombares e o osso íliaco. Outro importante músculo da coluna vertebral é o multífido, que é constituído por fibras musculares curtas e longas ao longo da espinha. A função principal deste importante músculo é a estabilidade lombar e a geração de torque em extensão do tronco. Além disso, há uma forte associação entre dor lombar e atrofia dos multífidos³⁷.

Quanto ao tipo de fibra muscular de cada região da coluna vertebral, primeiramente, os músculos de toda coluna são predominantes em grande proporção (54-73%) de fibras do tipo-I, ou tônicas (oxiadas, vermelhas com característica de contração lenta e resistente à fadiga)^{38, 39}. A área relativa do músculo ocupada pelas fibras do tipo I é maior em mulheres do que em homens⁴⁰. Um estudo apontou que os músculos paravertebrais em mulheres têm uma maior área de secção transversal de fibras resistentes à fadiga do tipo I (mulheres 73% versus 56% homens)⁴¹. Este fato ajuda a explicar o porquê das mulheres apresentarem melhor desempenho em testes de resistência dos músculos paravertebrais.

Os músculos paravertebrais diferem da maioria dos outros músculos esqueléticos devido à sua predominância relativamente grande de fibras do tipo I, que são fibras adequadas para a sua função como músculos posturais. A proporção da fibra muscular paraespinhal na composição dos músculos paravertebrais de sujeitos com dor lombar crônica foi demonstrada ser diferente dos indivíduos controle sem dor⁴².

O estudo de Mannion et al.⁴³ encontrou que indivíduos com dor lombar crônica apresentam proporções significativas de de fibras do tipo-II (glicolíticas,

brancas, de contração rápida e não resistentes a fadiga muscular). A duração dos sintomas mostrou ser significativamente associada com maior proporção de fibras tipo-II, de modo que quanto maior a duração da dor, pior é a funcionalidade do músculo lombar, caracterizado por grande quantidade de fibras glicolíticas e não resistentes à fadiga⁴³. A distribuição do tipo de fibra é adaptável e pode ser alterada em consequência do descondicionamento da musculatura, instabilidade da coluna, dor e cronicidade. De fato, a coluna vertebral perde a capacidade de resistência muscular, desta forma impacta nas atividades de vida diária quanto à funcionalidade.

3.3 CONCEITOS DE ESTABILIDADE DA COLUNA VERTEBRAL

A coluna vertebral consiste de ligamentos, discos intervertebrais, cápsulas e vértebras, elementos passivos de um dos três subsistemas que compõem o sistema de estabilização da coluna vertebral. O subsistema músculo-esquelético consiste nos músculos e tendões circundantes da coluna vertebral, e o subsistema neural consiste na força e movimento de vários transmissores, localizadas em ligamentos, tendões, músculos, e centros de controle neural. Os subsistemas de controle passivo, ativo, e neural, embora conceitualmente separado, são funcionalmente interdependentes (Figura1)¹².

As duas funções básicas da coluna vertebral são: estrutural e transmissor. A função estrutural fornece rigidez à coluna vertebral. A função de transmissor consiste em fornecer a informação necessária para caracterizar precisamente a postura da coluna vertebral, movimentos vertebrais, e as cargas para a unidade de controle neuromuscular via inúmeros mecanorreceptores presentes nos ligamentos, cápsulas e disco intervertebral. Os transmissores mecânicos fornecem informações para a unidade de controle neural, a fim de promover a estabilidade do sistema por meio da contração dos músculos⁴⁴.

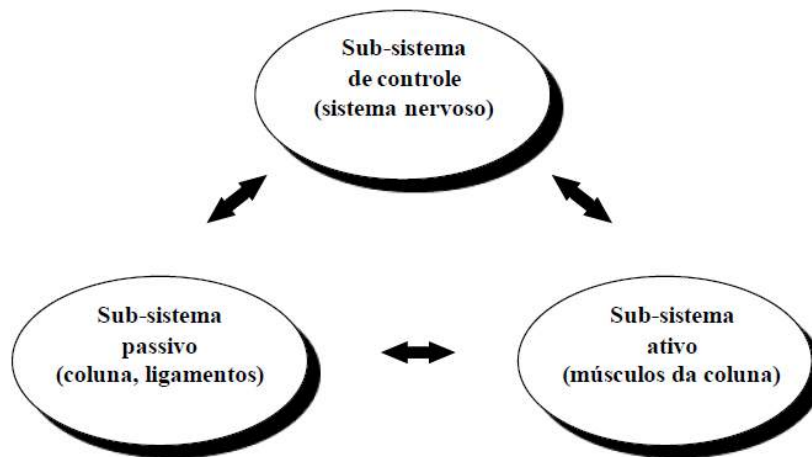


Figura1. Modelo de estabilização da coluna vertebral. Fonte Panjabi, 1992¹².

A estabilidade é um conceito fundamental para qualquer sistema, pois para realizar as funções é necessário que o conjunto funcione de forma adequada. Este conceito é de extrema importância na coluna vertebral, já que o comportamento estável é crítico para a coluna conseguir suportar as cargas,

possibilitar o movimento, e ao mesmo tempo evitar lesões e dor⁴⁵. A instabilidade pode ser definida como uma perda da rigidez articular, com hiper mobilidade vertebral, movimentos anormais e sobrecarga do sistema. A perda de estabilidade da coluna vertebral ocorre por diversos mecanismos, muitas vezes de origem desconhecida e como consequência pode causar dor na coluna lombar⁴⁶.

A origem da dor lombar por instabilidade vertebral é causada por movimentos intervertebrais mais amplos que o normal, que pode gerar compressão e/ou estiramento dos elementos neurais ou deformações anormais de ligamentos, cápsulas articulares, fibras do anel fibroso e placas terminais, as quais são conhecidas por terem grande quantidade de nociceptores¹².

Um dos fatores de risco além de outros que geram uma desordem no sistema de estabilidade da coluna vertebral é a fadiga da musculatura lombar^{47, 48}. A fadiga muscular reduz a capacidade dos músculos paravertebrais de trabalhar em sua ação máxima de efetividade para manter a estabilidade da coluna vertebral⁴⁹, esta que é de suma importância durante as atividades de vida diária, pois a sobrecarga na coluna vertebral é capaz de suportar cargas de 140 - 210 kg. Todavia, em diferentes posturas e na disfunção da musculatura, a estabilidade lombar se torna prejudicada, o que leva à maior tensão sobre os ligamentos e discos, conseqüentemente promovendo lesões, dor e incapacidades funcionais¹².

Dentro deste contexto, o exercício físico tem se mostrado eficaz na reabilitação de pacientes com dor lombar crônica, especialmente aqueles que apresentam alteração no sistema neuromuscular como atrofia e/ou alterações histomorfológicas das fibras musculares (I para IIb) e conseqüentemente a instabilidade da coluna lombar. Embora algumas evidências científicas apoiem os benefícios dos exercícios resistidos dos músculos lombares nos sintomas clínicos e de incapacidades em pacientes com dor lombar crônica^{21, 50}, as modalidades de exercício em academias de musculação e/ou clínicas de reabilitação não são suficientemente específicas, não isolando de maneira adequada a região lombar afetada, para tal intervenção.

Existem vários exercícios para melhorar a função muscular da coluna lombar. Em relação ao uso de aparelhos para os exercícios, o mercado oferece uma variedade de modelos. No entanto, como os extensores do quadril são sinergicamente recrutados durante todos os tipos de exercícios de extensão da coluna, estes músculos podem fadigar mais rápido do que os músculos extensores

do tronco, o que poderia limitar a sobrecarga sobre os músculos das costas⁵¹. Um exercício popular para melhorar a função muscular das costas é o exercício de extensão da coluna usando a cadeira romana. O nível de intensidade para este tipo de exercício é entre 40% e 60% da contração voluntária máxima, considerada adequada para melhorar a resistência muscular. Quando o quadril está em flexão de 40° no banco romano, a atividade dos músculos isquiotibiais (poderoso extensor do quadril) diminui em relação aos músculos extensores do tronco. Nesse posicionamento o exercício é mais específico para os músculos lombares, de modo a induzir melhores adaptações no treinamento de resistência muscular da lombar¹⁷.

É importante ressaltar que o mais apropriado antes de efetuar uma intervenção por meio de um exercício, é identificar se o exercício é suficientemente específico para restaurar a função dos músculos lombares, como sugerido por Mayer et al²². Assim, a avaliação da coluna lombar é de suma importância para essa tomada de decisão clínica. Certos pacientes necessitam de um treinamento muscular mais sinérgico entre a contribuição dos músculos extensores do quadril versus extensores do tronco; enquanto outros necessitaram especificamente dos músculos lombares devidos às alterações histomorfológicas. Na próxima sessão, alguns métodos de avaliação da musculatura lombar serão discutidos no intuito do melhor identificação dos fatores que são importantes para os pacientes, principalmente frente à participação de um programa de reabilitação no qual é fundamental a observação de melhora ou não dos sintomas por meio de medidas válidas e fidedignas.

3.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA MUSCULATURA LOMBAR

Biering-Sorensen em 1984 desenvolveu um teste que ficou conhecido como o "teste de Sorensen"⁹. Atualmente, este teste é válido e fidedigno para avaliar a resistência da musculatura lombar^{16, 41, 52}. No principal estudo de criação do teste, 900 indivíduos foram avaliados ao longo de 24 meses. O autor revelou que os indivíduos que apresentavam um menor tempo-limite do teste em segundos, tinham mais chances de desenvolver uma primeira lombalgia (poder discriminante e preditivo do teste), além de revelar que as mulheres eram mais resistentes do que os homens durante o mesmo teste isométrico sem suporte na postura horizontal⁹. Nos dias atuais, Ethoven et al.¹⁰ demonstraram que o mesmo teste foi capaz de prever as incapacidades a longo prazo em pacientes com dor lombar crônica.

O teste de Sorensen é amplamente utilizado em pesquisas, mas também de fácil aplicação para prática clínica, visto ser simples e de baixo custo. Em indivíduos sem problema da coluna vertebral, o teste pode alcançar um tempo-limite de 240 segundos¹⁶, com confiabilidade teste-reteste ICC = 0,83. Já nos indivíduos com dor lombar a confiabilidade foi ICC = 0,88⁵³.

No presente estudo foi utilizada uma variação do teste, chamado de teste de Sorensen modificado, onde os indivíduos permanecem deitados em posição prona com os quadris flexionados a 40°, e a pelve e os membros inferiores apoiados sobre almofadas e encostos do aparato denominado Banco Lombar Romano^{17, 54}. Nesta postura, em flexão do quadril, os músculos isquiotibiais estão em vantagem mecânica (alongados e com maior braço de força para geração do torque)⁵⁵ e assim não são recrutados tanto quanto os músculos lombares para o desempenho do teste¹⁷. O teste de Sorensen modificado mostrou uma confiabilidade teste-reteste com ICC = 0,89⁵².

Existem variações do teste de Sorensen que investigam de forma dinâmica com o objetivo de avaliar a resistência dinâmica dos extensores do tronco. Consistem em flexão do tronco para uma posição específica, em seguida, a voltar para a posição inicial, quantas vezes forem possíveis a uma determinada taxa de movimento por minuto⁵⁶. Há muitas formas de realizar esse teste, com diferentes amplitudes de movimento, tempo de execução e sobrecarga.

Um exemplo de realização do teste de resistência dinâmica dos músculos extensores do tronco é o protocolo com o banco romano. Os participantes são colocados em um banco romano com o tronco sem suporte, e a posição inicial é a extensão do tronco. Em seguida, com as mãos cruzadas sobre o peito, os participantes são encorajados a realizar a flexão do tronco de 45°. Cada ciclo de flexão-extensão dura 4 segundos (2 segundos de flexão e extensão de 2 segundos) determinado com um metrônomo. O teste deve ser realizado até a exaustão⁵⁷.

O teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos extensores do tronco tem sido utilizado em vários estudos para avaliar a força máxima em indivíduos saudáveis ou com lombalgia. Normalmente, depois de um período de familiarização, o indivíduo é instruído a desempenhar força com intensidade crescente. Na maioria dos estudos, são executadas três CIVM em intervalos de curtos períodos de descanso. O melhor resultado das contrações deve ser selecionado⁵⁸.

Um método de avaliação utilizado para determinar a força dos músculos extensores lombares com utilização do banco romano é o uso de um cinto de nylon no tronco equipado com um anel na região média esternal para permitir a fixação da corrente. Os participantes são posicionados na cadeira romana e ligados a um tensiômetro através do cinto e a corrente, e os indivíduos ficam posicionados paralelos ao solo durante a extensão completa. A instrução é para o indivíduo cruzar as mãos sobre os ombros opostos e realizar uma CIVM por alguns segundos. Para garantir o esforço máximo, deve ser dado forte encorajamento verbal durante a CIVM⁵⁹. O protocolo de medição da força de extensão lombar foi previamente descrito e encontrou confiabilidade (r 0,97)⁶⁰.

A avaliação da resistência muscular pode ser definida por critérios mecânicos ou por eletromiografia (EMG). No teste submáximo, um dos índices mecânicos refere-se ao tempo de manutenção em um nível de força estabelecida, o que exige um esforço máximo para atingir a exaustão completa. A EMG tem a principal vantagem de conter informação relacionada com a presença de fadiga muscular, mesmo durante as contrações submáximas com pouca duração. Assim, a utilização de esforço submáximo pode fazer a EMG clinicamente mais aceitável, especialmente quando aplicadas a indivíduos com dor lombar⁶¹.

A frequência mediana da EMG diminui com a fadiga muscular localizada, de tal maneira que pode ser utilizado para caracterizar a fadiga muscular.

O desempenho dos músculos extensores da lombar é linear, e tem boa confiabilidade em situações de teste-reteste em períodos de curto e longo prazo. O declínio da frequência mediana está relacionado a eventos fisiológicos de desaceleração do impulso elétrico da fibra muscular devido a alterações metabólicas durante a fadiga muscular localizada, portanto, é independente do esforço voluntário, embora nem toda a variação possa ser explicada por mudanças na velocidade de condução. A EMG é independente do esforço do sujeito, portanto, mais representativo da verdadeira capacidade; suas limitações incluem a variabilidade da técnica, a falta de representatividade do músculo inteiro e o custo⁶².

3.5 TREINAMENTO DOS MÚSCULOS EXTENSORES DO TRONCO

Um dos fatores mais importantes no reparo da funcionalidade da musculatura lombar é a prescrição do exercício, especificamente o fator “dose de treino”. Algumas evidências suportam que o uso de maior intensidade de treino relacionado à especificidade, volume, número de séries, número de repetições e carga do exercício promovem melhores resultados clínicos em ganhos de força e resistência muscular, além de diminuição da dor e incapacidades em pacientes com dor lombar crônica⁶³.

Sobre a especificidade do exercício, um grupo de pesquisa identificou uma modalidade de exercício eficiente para isolar e recrutar os músculos lombares, enquanto minimiza atividade muscular dos extensores do quadril durante um treinamento lombar^{17, 18, 51}. Em relação à prescrição de exercício (dose do exercício referente ao número de série) alguns estudos demonstraram que o exercício realizado com múltiplas séries apresenta maior vantagem para ganhos de força muscular (46%) comparado com apenas uma série de exercício para a avaliação de diferentes grupos musculares dos membros superiores e inferiores²⁸.

Além disso, o Colégio Americano de Medicina do Esporte recomenda o uso de alto volume (múltiplas séries) para o aprimoramento da resistência muscular local em programas de treinamento resistido²⁴. Alguns estudos compararam os ganhos de força no quesito número de séries, série única versus múltiplas séries^{64, 65}. Todavia, pouco é evidenciado sobre o assunto para a musculatura do tronco. Visto que o desempenho dos músculos extensores do tronco é capaz de prever a primeira lombalgia, o treino da musculatura lombar deveria ser priorizado nos treinamentos em academias de ginástica e em clínicas de fisioterapia. Além disso, levando em consideração o tempo de treinamento assim como a duração do programa de reabilitação, a decisão sobre quantas séries o indivíduo deve realizar é de suma importância.

Infelizmente, até o momento não se sabe se existe alguma vantagem em realizar múltiplas séries versus série única para aprimorar os ganhos de resistência na musculatura lombar. Assim, se faz necessário novos estudos científicos para determinar qual volume de exercício é o mais eficiente para obter ganhos de resistência e força da musculatura lombar. Até o momento, algumas investigações da literatura sobre assunto, demonstraram que uma série pode

promover ganhos equivalentes às múltiplas séries^{26, 66, 67}. Atualmente, uma única e recente evidência delineou essa comparação para musculatura lombar, mas utilizando apenas o parâmetro de CIVM como principal variável do estudo. De fato, os autores avaliaram o efeito de uma série em relação a três durante um treinamento de seis semanas para ganhos de força dos músculos extensores da lombar. O treinamento foi feito em um aparelho de academia com resistência externa, e os ganhos foram similares entre os dois grupos avaliados⁶⁸.

Vale ressaltar que esses autores incluíram somente homens no estudo e o estudo não foi aleatoriamente controlado e com base nas normas do *Consort Statement*. Além do mais, a resistência dos músculos extensores da região lombar, que é o principal fator de risco para dor lombar, não foi avaliada. Conforme as principais diretrizes clínicas há necessidade de treinar a resistência da musculatura lombar¹⁵. Isto se deve pelas alterações histomorfológicas e as atrofia musculares presentes em paciente com dor lombar crônica^{22, 40}. Neste caso, os exercícios resistidos podem promover melhores adaptações neuromusculares e melhorar a dor lombar e a funcionalidade da musculatura lombar²².

ARTIGO

Será submetido na Revista *Medicine & Science in Sports & Exercise* (Normas em **ANEXO A)**

Title: Effects of single- vs. multiple-sets on endurance training of lumbar extensor muscles

Authors: Leonardo Shigaki^{1, 2}, Andreo Fernando Aguiar^{1, 2}, Cynthia Gobbi Alves Araújo^{1, 2}, Leonardo Oliveira Pena Costa³ e Rubens A. da Silva^{1, 2}.

¹Health Science Research Center, Laboratório de Avaliação Funcional e Performance motora humana (LAFUP), Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Londrina, PR, Brazil;

²Master's and Doctoral Programs in Rehabilitation Sciences, UEL/UNOPAR, Londrina, PR, Brazil; ³Master's and Doctoral Programs in Physical Therapy, Universidade Cidade de São Paulo (UNICID), São Paulo, Brazil.

Autor correspondente: Rubens A. da Silva, Laboratório de Avaliação Funcional e Performance motora humana (LAFUP) Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) 675 Paris Av, Londrina-PR, Brazil, CEP 86041-120. Tel: 011 55 (43) 3371-7700 #7990 | Fax: 011 55 (43) 3371-7721. Email: rubensalex@hotmail.com / rubens@unopar.br

Abstract

Purpose. There are gaps in understanding the optimal set volume for prescribing exercises for trunk extensor training. Therefore, the aim of the current study was to compare a single set with three sets in training on endurance and strength of lumbar extensor muscles. **Methods.** This controlled randomized trial included 44 untrained young men and women, divided into three groups: Control Group (CG) (n= 15), Single Set Group (SSG) (n= 14) and Multiple Series Group (MSG) (n= 15). Subjects were assessed before and after training, by a blinded evaluator, for muscle strength in Maximal Voluntary Isometric Contraction (MVIC), isometric endurance by modified Sorensen test, dynamic muscular endurance of the lumbar extensor muscles and electromyography measurements. Resistance training of the trunk extensor muscles was performed with progressive load for 10 weeks, twice a week, utilizing a Roman Chair. Statistical analysis was performed using SPSS 20.0 program and Shapiro-Wilk, Levene`s, one-way ANOVA, two-way ANOVA, post-hoc Tukey and significance of 5% were adopted. **Results.** Comparing MVIC, there was no improvement after training, and also changes were not found in electromyography measurements. Only the MSG was significantly greater (17%) in contrast to the CG, $P = 0.007$, when compared the modified Sorensen test. Dynamic muscular endurance of the lumbar extensor muscles increased in SSG (26%) and MSG (61%), without statistics differences between the two groups. **Conclusion.** Training of the lumbar extensor muscles with a Roman Chair was not effective in increasing muscle strength and electromyography measurements. Dynamic muscular endurance improved in training groups with one and three sets, with no differences between them, and only training with three sets was efficient in improving the isometric endurance of lumbar extensor muscles. **Key words:** EXERCISES. LUMBAR SPINE. STRENGTH. BACK MUSCLES.

Low back pain (LBP) is a common disorder that affects people of any age, gender or socio-economic status. It is considered a public health problem due to the high prevalence worldwide, which leads to major socio-economic consequences (20, 40). Most people will experience back pain at some point in their life (2). The cause is multifactorial, and some studies have shown that patients with LBP have poor back endurance (16), in consequence of chronic pain that can lead to the muscular deconditioning syndrome (34), associated with instability of the spine, as proposed by Panjabi (29, 30). The management of LBP consists of different strategies, such as surgery, drugs and non-pharmacological interventions. Among the physical strategies, exercise therapy is probably the most widely utilized for conservative treatment of LBP (25, 26). Some evidence has supported that strengthening exercises for lumbar extensor muscles are effective in reducing pain (35) and improving function (39) and quality of life (14) in patients with chronic LBP. Moreover, there is evidence that strengthening exercises have similar results as treatment with physiotherapy (15).

Overall, back muscle conditioning for a specific approach recommends to isolate recruitment of the back muscles, while minimizing hip contribution during the exercises (6, 7). Apparently, specificity and progressive overload of the lumbar extensor muscles are needed to achieve the optimal therapeutic benefit of the intervention. Back exercises in different contexts, such as with machines, benches and/or Roman chairs, can provide enough stimulus to improve strength and endurance of lumbar extensor muscles, in turn protecting the back with better spine stability (22).

However, the literature on back exercises with regard to the dose for training prescription is not clear. Some studies have performed strengthening exercises for lumbar extensor muscles using only a single set, and showed positive results for strength improvement (13, 35, 23). Multiple sets of exercise have often been used to improve of muscular strength and endurance during training of upper and lower limb muscles (1, 18). In

fact, some studies that compared single versus multiple sets for increasing strength of the knee extensors (3, 17) and elbow flexion (28) reported that multiple sets are superior to a single set.

A recent study for back muscles that compared single versus multiple sets showed no differences between two prescription protocols for strength gains (36). In this study, only the muscular back strength was evaluated as the main outcome and the authors did not follow well the recommendation from Consort to better determine the effects of clinical trial intervention on their results. A more suitable study is necessary to make this comparison for back muscles, and mainly including the main predictive variable for LBP, which is namely back endurance.

The main purpose of the present study was to compare the effects of single versus multiple sets on back endurance and strength during a specific training of trunk extensor muscles back extension training over 10 weeks on a Roman chair exercise. The hypothesis of this study was that multiple sets would promote better results on endurance and strength gains than single set and control group for the main variables analyzed in this study: isometric back strength by a load cell, isometric and dynamic back endurance measured by mechanical (time-limit and number of repetition endurance) and physiological (electromyography measurement) criteria.

Methods

Study design. The study was a randomized controlled trial conducted in the Center for Health Science Research, at the Laboratory of functional evaluation and human motor performance (LAFUP) – UNOPAR. The research was conducted according to Resolution 466/2012 of the National Health Council and approved by the Ethics Committee of UNOPAR (N° 846.393). The research protocol of the study was also registered on Clinical Trials (N° NCT02326792). All participants were informed about the study and research protocol, and when in agreement, all signed an informed consent form.

Participants. Forty-four university students of both sexes were recruited on a voluntary basis. The sample size was calculated from the mean and standard deviation (SD) of a previous study (38). The significance level was 0.05 with the power of the sample estimated at 80%. The estimated sample size using the differences in endurance time between initial and final values corrected by SD was applied: intervention ($\Delta = 30$ seconds) and control ($\Delta = 8$ seconds). The sample estimated was 13 individuals for each group. The principle of intention to treat was used with possible dropouts.

The inclusion criteria were: (1) age between 18 and 30 years old; (2) without lower back or lumbosacral pain with or without irradiation to the lower limbs; (3) does not perform physical activity regularly or participate in a resistance training program; (4) does not make use of ergogenic resources or anabolic steroids; (5) does not use drugs that increase or affect muscle performance; (6) does not have medical restrictions for physical exercise. The exclusion criteria were: (1) mental or physical illnesses that influence the exercise protocol; (2) some type of surgery on the locomotor system or spine in the last 12 months; (3) upper

body mass (UBM) (trunk, head and upper limbs) greater than 50% of their total trunk extensor muscle strength; (4) Body mass index over 30.

Randomization. For the randomization, we used a sequence generated by random.org that was kept in sealed opaque envelopes by an examiner who was not involved in the study. After the randomization procedure, the participants were included in one of three experimental groups: (1) Control Group (CG), (2) Single Set Group (SSG) and (3) Multiple Set Group (MSG). Figure 1 illustrates the flow diagram of the distribution of volunteers and the dropouts during the study (Figure 1).

*****Figure 1 here*****

Questionnaires and basic anthropometric measures. Subjects answered a form with demographic questions such as name, date of birth, gender and education. Anthropometric measurements were then evaluated (weight, height, body mass index). To measure UBM, the subject was positioned on the 45° Roman chair, while the upper body rested on the same equipment used to measure MVIC. When the subject was completely relaxed, UBM was recorded using a load cell. The same investigator performed the procedure for all subjects to eliminate inter-tester measurement error. In the first week, the participants were familiarized with all tests and exercises to minimize learning effects. All evaluation tests were performed by a trained and blinded evaluator of this study.

Maximal Voluntary Isometric Contraction of back muscles (MVIC measurement). To evaluate the strength of the trunk extensor muscles we used a 45° Roman chair (Nakagym, Ltd., SP) (Figure 2 (A)). A load cell (SF01, EMG system of Brazil Ltda.), 0-200 kgf capacity

was attached to the Roman chair with a chain and attached by a nylon torso harness equipped with a ring at the midsternal region to measure maximum strength. Participants performed three isometric maximal voluntary isometric contractions (MVIC) of the back muscles, with one minute of rest between trials and the MVIC peak (highest value) was retained for analyses.

Trunk muscle endurance measurement (isometric and dynamic). After MVIC, the participants rested for ten minutes to minimize the effects of residual fatigue, and then performed a modified Sorensen test using a 45° Roman chair (Figure 2 (B)). The Sorensen test is the most widely used test in the literature for evaluating the isometric endurance of trunk extensor muscles (10). During the Sorensen test the individual maintains the trunk horizontally without any support until exhaustion (maximum fatigue). For this test, the load was at an intensity of 50% of the total strength of the trunk extensor muscles (UBM + MVC + equipment weight) (4). The time-limit endurance in seconds was registered to determine muscle fatigue. During the modified Sorensen test, back electromyography (EMG) measurements were computed as detailed below (section: EMG measurement).

After 48 hours of MVIC and modified Sorensen tests, the volunteers performed a dynamic back endurance test in the same position as the Sorensen test on a 45° Roman chair. They were instructed to perform the maximal number of repetitions possible until exhaustion (Figure 2 (C)). The test was performed with 50% of the total strength of the trunk extensor muscles. Each repetition was initiated in a position of trunk extension. From this position the subject was instructed to flex the back and hips until approximately 45° to the trunk. The movement cycle lasted about 4 seconds (2 s for flexion - eccentric phase and 2 s for extension -concentric phase). The speed movement was controlled during the repetitions by a

metronome (Dolphin digital metronome, UK, using 30/bpm) and also the participants were all encouraged with verbal feedback from the evaluator (31).

*****Figure 2 here*****

Electromyography measurement (EMG fatigue index). EMG signals were collected from 8 pre-amplified (gain: 1000) active surface electrodes with a Bagnoli-8 EMG System (Delsys Inc., Wellesley, MA, USA). All EMG signals were subsequently bandpass filtered (20 and 450 Hz; 8th order zero-lag Butterworth IIR filter) to remove high frequency noise as well as low-frequency movement and ECG artifacts. ECG is dominant in torso EMG signals, which mandated the use of a high-pass cut-off frequency (at least from 20 Hz; as pointed out by Redfern et al. (33) that is above what is recommended (10 Hz) to remove movement artefacts (JEK standards for reporting EMG data).

After the skin at the electrode sites was shaved and abraded with alcohol, the electrodes were positioned bilaterally on the multifidus at the L5 level (MU-L5-Left and MU-L5-Right), and on the iliocostalis lumborum at the L3 level (IL-L3-L and IL-L3-R), following the recommendations of DeFoa et al. (9) with regard to muscle fiber direction (details in Da Silva et al. (5)). We recognize the difficulty of capturing the multifidus with surface electrodes, and therefore assigned validity of the EMG signal to the landmark location rather than to the multifidus muscle itself. A reference (ground) silver-silver chloride electrode was positioned over the T8 spinous process (5).

In the present study, we considered only the median frequency (MF) estimate as the best and most reliable fatigue index for evaluating muscular fatigue across groups during the modified Sorensen test (19). The magnitude of the electromyographic spectral content was evaluated by the MF value of the power spectra (Short-fast Fourier transform, Hanning window processing). MF was calculated on successive time windows (50% overlapped) of

250ms for a total of the 60-second contraction in each fatigue protocol condition. A least squares linear regression analysis was then applied to MF time series to calculate the rate of decline in MF over time (MF/time slope). The slope from this relationship was then divided by the corresponding intercept value (obtained from the linear regression analysis) and was multiplied by 100 to yield the normalized EMG index of muscle fatigue (NMFslp); these account for subcutaneous tissue thickness differences between participants.

Finally, because no between-side differences were obtained (t-test) for each group, the NMFslp scores were averaged bilaterally to reduce the data to four back muscle groups (two back muscles) and increase their reliability (8, 19). All EMG data processing was performed using both EMG work analysis from Delsys system (Version 4.0, Delsys, MA, USA) and MATLAB sub-routines (Version 8.0; The MathWorks Inc., Natick, MA, USA, release 14).

Training protocol. The participants in the SSG and MSG carried out the training protocol twice a week for 10 weeks, each session being at least 48 hours after the previous one. The SSG performed similar exercises of flexion and trunk extension as the MSG, but one having a single set while the other had three sets (MSG) that rested for 1 min between each set during which time participants remained seated in a chair. Both groups trained on the Roman chair and performed 15-20 repetitions according to the American College of Sports Medicine for local muscle endurance training (1). The exercise training was performed with hands on opposite shoulders holding a load. They flexed their trunks up to a bar fixed horizontally above them to perform a motion range of 45°. The movement was controlled during all repetitions by a metronome and also the participants received verbal encouragement feedback. The CG maintained their daily activities and habits.

A trained professional who was blinded to evaluation measures conducted the training for both groups. The initial load on the first day of training was 50% of the load in the first

tests. The participants were encouraged to perform as many repetitions as possible up to 20 repetitions. As soon as the SSG performed 20 repetitions, 5% of the training load was added for the next training session. In the MSG, 5% of the training load was added for the next training session as soon as the participant performed 20 repetitions on the first and second set. If participants of both groups were unable to perform 15 repetitions, then the training load was decreased 5% for the next session (23). After 20 training sessions (10 weeks), all participants were invited to return the laboratory and perform the same tests from the first evaluation one week after the final training.

Statistical analyses. All statistical analyses were performed with SPSS[®] statistical software (version 20.0 for Windows) with an alpha level of 0.05. All variables were normally distributed based on the Shapiro-Wilk test and were supported further by Levene's Test of Equality of Error Variances. One-way ANOVA was performed to compare the three groups from baseline measurements (anthropometric characteristics).

Two-way ANOVA with repeated measures was performed to determine the effects of the three groups (control, SSG, MSG), Times (pre- and post-training) and Interaction (Groups \times Times) on dependent variables of study: MVIC (back strength), back endurance (isometric - time-limit and dynamic -number of repetitions), and EMG measurements (NMFslp and MF intercept values during isometric endurance). When necessary, a post-hoc Tukey test was applied to localize differences between the three groups.

RESULTS

The characteristics of the three groups are presented in Table 1, which were all homogeneous at the baseline of the study. Descriptive values from baseline and post-training data are given in Table 2. The percentage of improvement intra-group was reported. Interestingly, the positive improvement in MSG after training was related to the modified Sorensen test (MSG: 17%) and dynamic endurance tests (SSG: 26% and MSG: 61%).

*****Table 1 here*** ***Table 2 here*****

The main results are reported in Table 3. First, no significant interactions were reported on main factors (Times and Groups) for strength and isometric endurance variables. Also, no significant effects of training from two protocols (single and multiples) were found for back strength variable during MVIC ($P > 0.05$). These results are also illustrated in Figure 3 (A, B, C);

Significant groups effects were reported for isometric endurance from time-limit variable during modified Sorensen test (Table 3). The figure 3 (B) illustrates these differences between groups by post-hoc analyses revealing better improvement of MSG over CG, but without significant differences ($P = 0.11$) between single and multiple sets.

For dynamic endurance, significant differences were reported on Times ($P = 0.023$) and Interactions effects ($P = 0.029$). The dynamic endurance improve related for number of repetitions was found in both SSG and MSG only with better results from number of repetitions during the final test (Figure 3 (C) illustrates these results). Not change was found in control group (pre: 13 repetitions versus post-training:12 repetitions).

*****Table 3 here*****

*****Figure 3 here*****

Although the positive results for the mechanical variables of endurance (time-limit and number of repetitions), no significant effects were found for EMG measurements from back muscles (NMFslp and MF intercept values during isometric endurance back). The physiological muscle fatigue index was apparently stable across the training time (Table 4).

*****Table 4 here*****

DISCUSSION

This study compared the effects of set volume on resistance exercises of lumbar extensor muscles in young untrained individuals. The hypothesis of the present study was confirmed, at least for some variables only. Multiple sets were more efficient than control for isometric back endurance improvement. However, at the dynamic condition, both single and multiple set exercises were comparable for back endurance gains. No effects on back strength and on EMG measurement were reported in any groups. Thus, it is not possible to assume here that multiple sets are better than a single set for endurance and strength gains. In fact, these gains can be dependent on the type of exercise condition (isometric or dynamic).

Effect of training and groups. Only a recent study (36) compared the effects of single versus three sets during back training. Using an isolated lumbar extension machine and external resistance load, the authors reported improvement in back strength after six weeks of training. This was contrary to the present results that found no difference in the MVIC variable (Table 3). Apparently, these contrary findings could be explained by the protocol of the study (machine versus Roman chair exercise) and the design of each study. In the present study, the 15 participants were paired by sex, while only 10 men were recruited from Steele et al. study (36). Also, the load from machine exercise was higher in Steele et al. study than the present study.

On the other hand, the results here are in agreement with a past study that reported no gains of back strength during a resistive 45° Roman chair exercise (24). These authors suggested that this type of exercise was not targeted for stimulus of overload in strength from intensity. With regard to endurance, Mannion et al. (21) demonstrated that after 3 months of therapy, patients with chronic LBP increase 18% of the endurance time for performance of the Sorensen test. Verna et al. (38) evaluating the training effect in healthy individuals found

42% of improvement in isometric endurance using a single set on a variable-angle Roman chair after 8 weeks. In the present study this improvement occurred in 17% only for multiple sets group. However, both single and multiple sets were efficient after for improving of the number of repetitions during a dynamic endurance test (SSG: 26% and MSG: 61%), without significant differences between the groups.

Mechanical versus Physiological effects. It must be remembered that muscular endurance is the ability to resist muscle fatigue, particularly when using a submaximal resistance. Depending on the resistance exercise protocol, it is possible to increase functional components of the neuromuscular system, such as local muscular endurance (11). In the literature on this issue, resistance exercises using multiple sets promotes major changes in strength and muscular endurance better than a single set (1, 17, 28) for upper and lower limbs. Apparently, there is a specific response to dose exercise resulting in benefits with high volume training (32). However, this is not totally evidenced for back muscles. It is possible that multiple sets is better than single for dynamic context; but considering the specificity of training versus back endurance test assessment as did the present study.

Additionally our protocol training promoted positive results for the mechanical variables of back muscle endurance, although the physiological muscle fatigue index was apparently stable across the time of training. In patients with LBP, Sung et al. (37) showed that disability decreased after 4 weeks of exercise intervention, but was not enough to decrease back muscle fatigability by EMG. Others studies (21, 27) also observed increased static mechanical endurance of trunk extensors after therapy. Although no significant changes in EMG measurements for fatigability were found, the authors suggest that this was because the measurements were not sensitive enough or because physiologic changes not occur in short duration training performed with moderate-intensity effort. In fact, it is possible that

neural adaptations were primarily responsible for gains in back endurance (38). Furthermore, the lumbar extensor strengthening exercise programs are not related only to the physiological effects but also by enhancing the metabolic exchange of the lumbar discs through repetitive movement as performed during the Roman chair exercise (cycles of trunk flexion and extension) (22).

Perspectives. As implications for the science of exercise, the endurance of lumbar extensor muscles is an important clinical outcome for low back pain prevention. Thus, therapists and trainers should pay attention to prescribing more specific exercise programs for low back muscle endurance training, especially considering the volume of prescriptions (22, 36). The results of this study are important because they provide support for appropriate prescription of lumbar extensor muscle exercises in young untrained individuals. The present study did not support that multiple sets are better than a single set for back training on a Roman chair.

Limitations of study. There are some limitations of this study that should be considered here. The duration of the training was only 10 weeks while some studies were performed for 12 weeks (12, 24). The number of sample losses during the study was as expected; most studies on this theme have 10 individuals in each group for final analyses, while the present study had at least 13 individuals. The sample recruited was restricted only to young students without affection of the spine and thus it is not possible to directly extrapolate the results for clinical implications. Future research is needed to address the clinical applicability of set volume in patients with LBP.

CONCLUSION

Back endurance was improved using single and multiple set after 10 weeks of training for back muscles on a Roman chair exercise. In all conditions (isometric and dynamic), both single and multiple sets were comparable (no significant difference between them) for back endurance improvement, especially in dynamic context. There was no improvement in muscle strength of trunk extensor muscles and no physiological changes were reported by EMG measurement in isometric endurance. These results have implications for exercise prescription on back endurance performance during prevention and rehabilitation programs.

Referências

1. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41: 687-708.
2. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *Lancet* 2012; 4: 482-491. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60610-7.
3. Bottaro M, Veloso J, De Salles BF, Simão R, Celes R, Brown LE. Early phase adaptations of single vs. multiple sets of strength training on upper and lower body strength gains. *Isokinet Exerc Sci* 2009;17(4):207-12.
4. Clark BC, Manini TM, Thé DJ, Doldo NA, Ploutz-Snyder LL. Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and EMG spectral compression. *J Appl Physiol* 2003; 94: 2263-2272.
5. Da Silva RA, Arsenault AB, Gravel D, Larivière C, Oliveira Jr E. Back Muscle Strength and Fatigue in Healthy and Chronic Low Back Pain Subjects: A Comparative Study of 3 Assessment Protocols. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86:722-729.
6. Da Silva RA, Lariviere C, Arsenault AB, Nadeau S, Plamondon A. Effect of pelvic stabilization and hip position on trunk extensor activity during back extension exercises on a Roman chair. *J Rehabil.Med.* 2009; 41: 136-142.
7. Da Silva RA, Larivière C, Arsenault AB, Nadeau S, Plamondon A. Pelvic stabilization and semisitting position increase the specificity of back exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Feb;41(2):435-43. doi:10.1249/MSS.0b013e318188446a.
8. Da Silva RA, Lariviere C, Arsenault AB, Nadeau S, Plamondon A. The comparison of wavelet- and Fourier-based electromyographic indices of back muscle fatigue during

- dynamic contractions: validity and reliability results. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2008; 48:147-162
9. Defoa JL, Forrest W, Biedermann HJ. Muscle fibre direction of longissimus, iliocostalis and multifidus: landmark-derived reference line. *J Anat* 1989; 163: 243–247.
 10. Demoulin C, Vanderthommen M, Duysens C, Crielaard JM. Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: a critical appraisal of the literature. *Joint Bone Spine* 2006; 73: 43-50.
 11. Deschenes MR, Kraemer WJ: Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81(Suppl):S3–S16.
 12. Graves JE, Pollock ML, Foster D, Leggett SH, Carpenter DM, Vuoso R, Jones A. Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. *Spine* 1990 15;6:504–509. DOI 10.1097/00007632-199006000-00014.
 13. Graves JE, Pollock ML, Leggett SH, Carpenter DM, Fix CK, Fulton MN. Limited range-of-motion lumbar extension strength training. *Med Sci Sports Exerc.* 1992 Jan;24(1):128-33.
 14. Harts CC, Helmhout PH, de Bie RA, Staal JB. A high-intensity lumbar extensor strengthening program is little better than a low-intensity program or a waiting list control group for chronic low back pain: a randomised clinical trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 2008; 54: 23–31.
 15. Helmhout PH, Harts CC, Viechtbauer W, Staal JB, de Bie RA. Isolated lumbar extensor strengthening versus regular physical therapy in an army working population with nonacute low back pain: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 1675-1685.

16. Kankaanpää M, Colier WN, Taimela S, Anders C, Airaksinen O, Kokko-Aro SM, Hänninen O. Back extensor muscle oxygenation and fatigability in healthy subjects and low back pain patients during dynamic back extension exertion. *Pathophysiology* 2005; 12: 267-273.
17. Kelly SB, Brown LE, Coburn JW, Zinder SM, Gardner LM, Nguyen D. The effect of single versus multiple sets on strength. *J Strength Cond Res.* 2007 Nov;21(4):1003-6.
18. Krieger JW. Single versus multiple sets of resistance exercise: A meta-regression. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 1890–1901.
19. Larivière C, Arsenault AB, Gravel D, Gagnon D, Loisel P. Evaluation of measurement strategies to increase the reliability of EMG spectral indices to assess back muscle fatigue and recovery. *J Electromyogr Kinesiol* 2002; 12: 91-102.
20. Majid K, Truumees E. Epidemiology and Natural History of Low Back Pain. *Semin Spine Surg* 2008; 20:87-92.
21. Mannion AF, Taimela S, Muntener M, Dvorak J. Active therapy for chronic low back pain part 1. Effects on back muscle activation, fatigability, and strength. *Spine* 2001;26:897–908.
22. Mayer J, Mooney V, Dagenais S. Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar extensor strengthening exercises. *Spine J* 2008; 8: 96-113. doi: 10.1016/j.spinee.2007.09.008.
23. Mayer JM, Graves JE, Udermann BE, Ploutz-Snyder LL. Development of lumbar extension strength: effect of pelvic stabilization during resistance training. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2002 Jan 1;16(1):25-31.
24. Mayer JM, Udermann BE, Graves JE, Ploutz-Snyder LL. Effect of Roman chair exercise training on the development of lumbar extension strength. *J Strength Cond Res* 2003; 17: 356-61.

25. Middelkoop VM, Rubinstein SM, Ton Kuijpers T, Verhagen AP, Ostelo R, Bart W, Koes BW, Tulder MWV. A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *Eur Spine J* 2011; 20(1): 19–39.
26. Middelkoop VM, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, Koes BW, Tulder MWV. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010; 24(2):193-204.
27. Moffroid MT, Haugh LD, Haig AJ, Henry SM, Pope MH. Endurance training of trunk extensor muscles . *Phys Ther* 1993 ;73(1) :3-10
28. Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC. Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed. *Med Sci Sports Exerc.* 2005 Sep;37(9):1622-6.
29. Panjabi MM. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction. *European Spine Journal* 2006;15(5):668-676. doi:10.1007/s00586-005-0925-3.
30. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992; 5: 383-399.
31. Parreira RB, Amorim CF, Gil AW, Teixeira DC, Bilodeau M, da Silva RA. Effect of trunk extensor fatigue on the postural balance of elderly and young adults during unipodal task. *Eur J Appl Physiol.* 2013 Aug; 113(8):1989-96. doi: 10.1007/s00421-013-2627-6. Epub 2013 Mar 30.
32. Radaelli R, Fleck SJ, Leite T, Leite RD, Pinto RS, Fernandes L. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *J Strength Cond Res* 2015; 29:1349-1358. doi: 10.1519/JSC.0000000000000758.

33. Redfern MS, Hughes RE, Chaffin DB. High-pass filtering to remove electrocardiographic interference from torso EMG recording. *Clin. Biomech.* 1993; 8: 44-8.
34. Smeets RJ, Wade D, Hidding A, Van Leeuwen PJ, Vlaeyen JW, Knottnerus JA. The association of physical deconditioning and chronic low back pain: a hypothesis-oriented systematic review. *Disabil.Rehabil.* 2006; 28 (11): 673-693.
35. Smith D, Bissell G, Bruce-Low S, Wakefield C. The effect of lumbar extension training with and without pelvic stabilization on lumbar strength and low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2011; 24: 241-249. doi: 10.3233/BMR-2011-0301.
36. Steele J, Fitzpatrick A, Bruce-Low S, Fisher J. The effects of set volume during isolated lumbar extension resistance training in recreationally trained males. *PeerJ* 2015; 31: 3:e878. doi: 10.7717/peerj.878.
37. Sung PS. Disability and back muscle fatigability changes following two therapeutic exercise interventions in participants with recurrent low back pain. *Med Sci Monit* 2013; 14;19:40-8.
38. Verna JL, Mayer JM, Mooney V, Pierra EA, Robertson VL, Graves JE. Back extension endurance and strength: the effect of variable-angle roman chair exercise training. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002; 27: 1772-1777.
39. Willemink MJ, van Es HW, Helmhout PH, et al. The effects of dynamic isolated lumbar extensor training on lumbar multifidus functional cross-sectional area and functional status of patients with chronic nonspecific low back pain. *Spine* 2012; 37: E1651–1658.
40. Wolter T, Szabo E, Becker R, Mohadjer M, Knoeller SM. Chronic low back pain: course of disease from the patient's perspective. *International Orthopaedics* 2011; 35:717–724.

Table 1. Characteristics of participants.

| | GC (n=15) | SSG (n=14) | MSG (n=15) |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Age (yr) | 20.93 (3.61) | 21.71 (2.33) | 21.73 (2.78) |
| Weight (Kg) | 66.24 (13.30) | 63.94 (15.74) | 66.72 (12.80) |
| Height (cm) | 1.69 (0.07) | 1.67 (0.10) | 1.68 (0.07) |
| BMI (Kg/cm ²) | 23.10 (3.87) | 22.63 (3.34) | 23.36 (3.38) |
| UBM (Kg) | 25.90 (8.34) | 21.97 (6.78) | 24.73 (7.37) |

Values are means and standard deviation. CG: Controle group. SSG: Single set group. MSG: Multiple set group. BMI: Body mass index. UBM: upper body mass. From statistical analyses ($P < 0.05$), all groups were homogeneous from randomization.

Table 2. Descriptive values from baseline and after final training: Main outcome results (back strength and mechanical endurance).

| | Pre-training | Post-training | % of improvement |
|--------------------------------|---------------|---------------|------------------|
| MVIC-CG (Kgf) | 70.48 (30.06) | 72.21 (29.17) | 2,45 |
| MVIC-SSG (Kgf) | 62.74 (33.8) | 68 (38.8) | 8,38 |
| MVIC-MSG (Kgf) | 61.5 (26.56) | 65.49 (24.54) | 6,48 |
| Time-limit - CG (s) | 72 (27.12) | 67.2 (30.49) | -6,67 |
| Time-limit -SSG (s) | 75.29 (22.1) | 74.36 (30.95) | -0,85 |
| Time-limit - MSG (s) | 86.53 (31.04) | 101.6 (44.2) | 17,41 |
| Dynamic endurance-CG (NumRep) | 13.67 (5.34) | 12.27 (5.45) | -10,24 |
| Dynamic endurance-SSG (NumRep) | 13.21 (4.64) | 16.71 (5.25) | 26,49* |
| Dynamic endurance-MSG (NumRep) | 12.73 (6.95) | 20.53 (9.89) | 61,27* |

Values are means and standard deviations. CG: Controle group. SSG: Single set group. MSG: Multiple set group. MVIC: maximal voluntary isometric contraction. Time-limit: from modified Sorensen test. NumRep: Number of repetition.* $P < 0.05$.

Table 3. Main outcome results from effects of back training.

| Variables | Two-way ANOVA results (<i>P</i> values) | | | Direction of effects ^a |
|-----------------------|--|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Groups (size effect) | Times (size effect) | Groups × Times (size effect) | |
| MVIC (back strength) | 0.607 (.01) | 0.576 (.01) | 0.979 (.01) | |
| Sorensen (time-limit) | 0.02 (.10)* | 0.679 (.01) | 0.848 (.02) | MSG > CG; MSG = SSG |
| Dynamic (NumRep) | 0.115 (.05) | 0.023 (.010)* | 0.029 (.08)* | Post > pre only for MSG and SSG |

ANOVA results (*P* values) corresponding to the comparisons between three groups: control (CG), single set (SSG) and multiple set (MSG) for the main outcomes results (back strength and endurance). Times: pre- and post-training.

MVIC: isometric maximal voluntary isometric contraction during back effort on a Roman chair. NumRep: Number of Repetition.

* Significant differences ($P < 0.05$) between Groups and/or Times and/or Interaction when existed.

^a Direction of the effect when the group or time factor was significant for one or more variables.

Table 4. EMG results during back training across three experimental groups.

| Variables NMFslp (%/s) | Muscles | Times | Groups | | | ANOVA results (<i>F</i> ; <i>P</i> values) | | |
|------------------------------|---------|-------|------------|------------|------------|---|-------------------------|----------------------|
| | | | GC | SSG | MSG | Groups | Times | Interaction |
| | MU-L5 | Pre | -36 (.29) | -.50 (.19) | -.44 (.28) | <i>F</i> .43 (0.651) | <i>F</i> 2.9 (0.092) | <i>F</i> .70 (0.501) |
| | | Post | -.59 (.34) | -.60 (.30) | -.56 (.27) | | | |
| | IL-L3 | Pre | -.31 (.29) | -.38 (.21) | -.36 (.20) | <i>F</i> .59 (0.556) | <i>F</i> 1.2 (0.269) | <i>F</i> .77 (0.463) |
| | | Post | -.41 (.28) | -.47 (.25) | -.33 (.11) | | | |
| MF _{intercept} (Hz) | MU-L5 | Pre | 56 (15) | 64 (11) | 55 (13) | <i>F</i> 2.7 (0.074) | <i>F</i> .10 (0.920) | <i>F</i> .82 (0.443) |
| | | Post | 52 (12) | 63 (18) | 62 (9) | | | |
| | IL-L3 | Pre | 52 (12) | 52 (12) | 49 (6) | <i>F</i> .74 (0.479) | <i>F</i> .10 (0.920) | <i>F</i> .35 (0.700) |
| | | Post | 48 (7) | 54 (13) | 51 (8) | | | |

Note: mean values with Standard Deviation (SD) in parentheses. NMFslp: the slope from the median frequency by EMG and time relationship divided by their corresponding intercept value (obtained from the linear regression analysis) and was multiplied by 100 to yield normalized EMG index of muscle fatigue; these account for subcutaneous tissue thickness differences between the participants. MU-L5: electrode at the multifidus at the L5 level; IL-L3: electrode at the iliocostalis lumborum at the L3 level. Times: pre- and post-training. Three experimental groups: control (CG), single set (SSG) and multiple set (MSG)

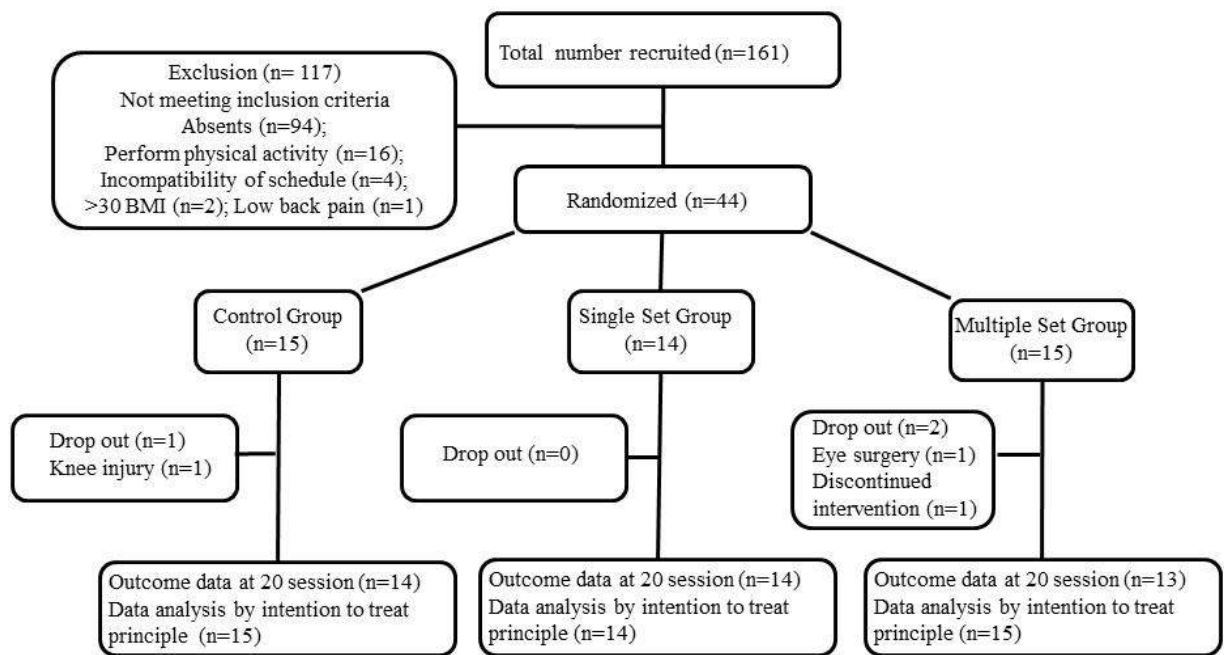


Figure 1. Flow diagram.

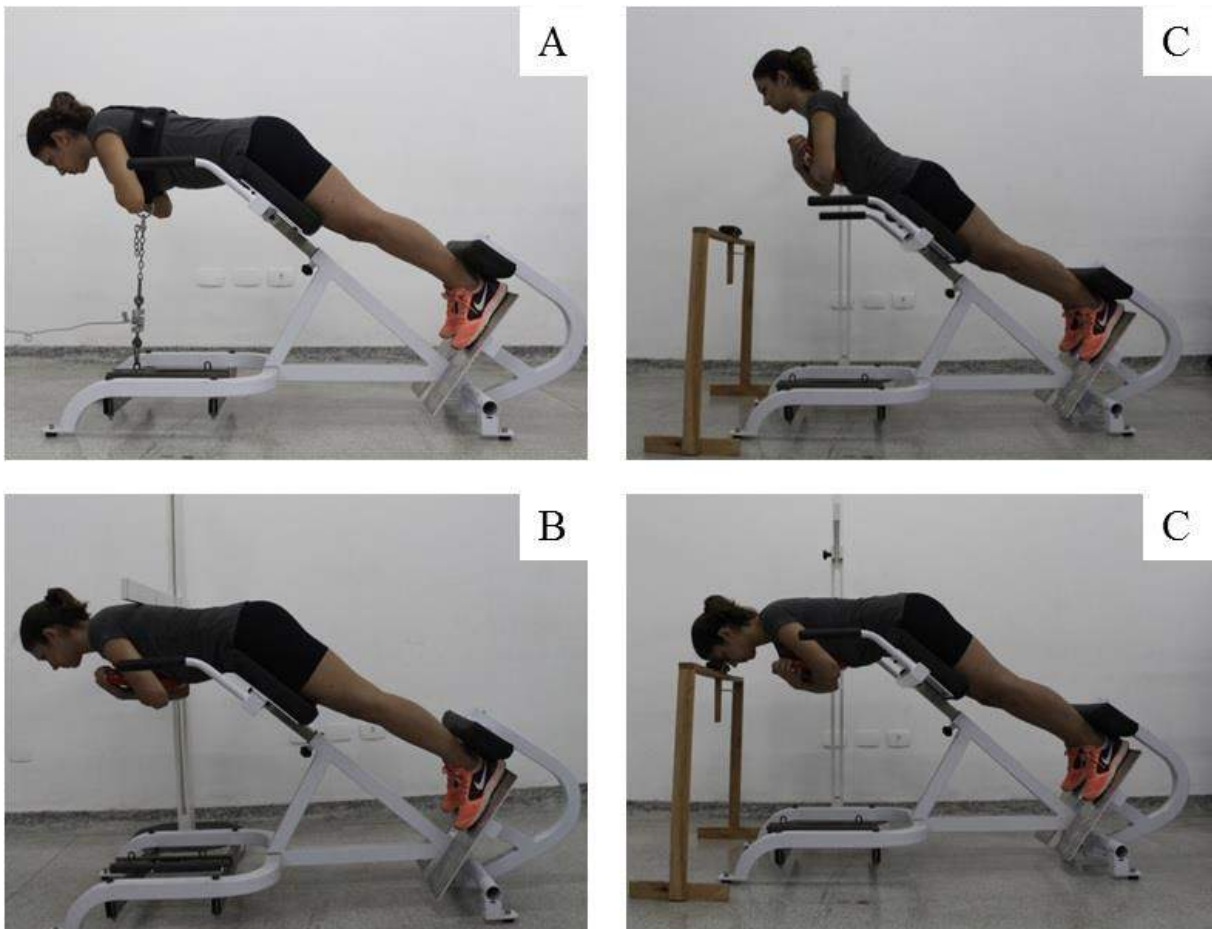


Figure 2. (A) Maximal voluntary isometric contraction during back strength assessment. (B) Illustration of Modified Sorensen test – isometric back endurance from 50% MVIC including weight of trunk. (C) Illustration of dynamic endurance test on Roman chair – dynamic back endurance from 50% MVIC including weight of trunk.

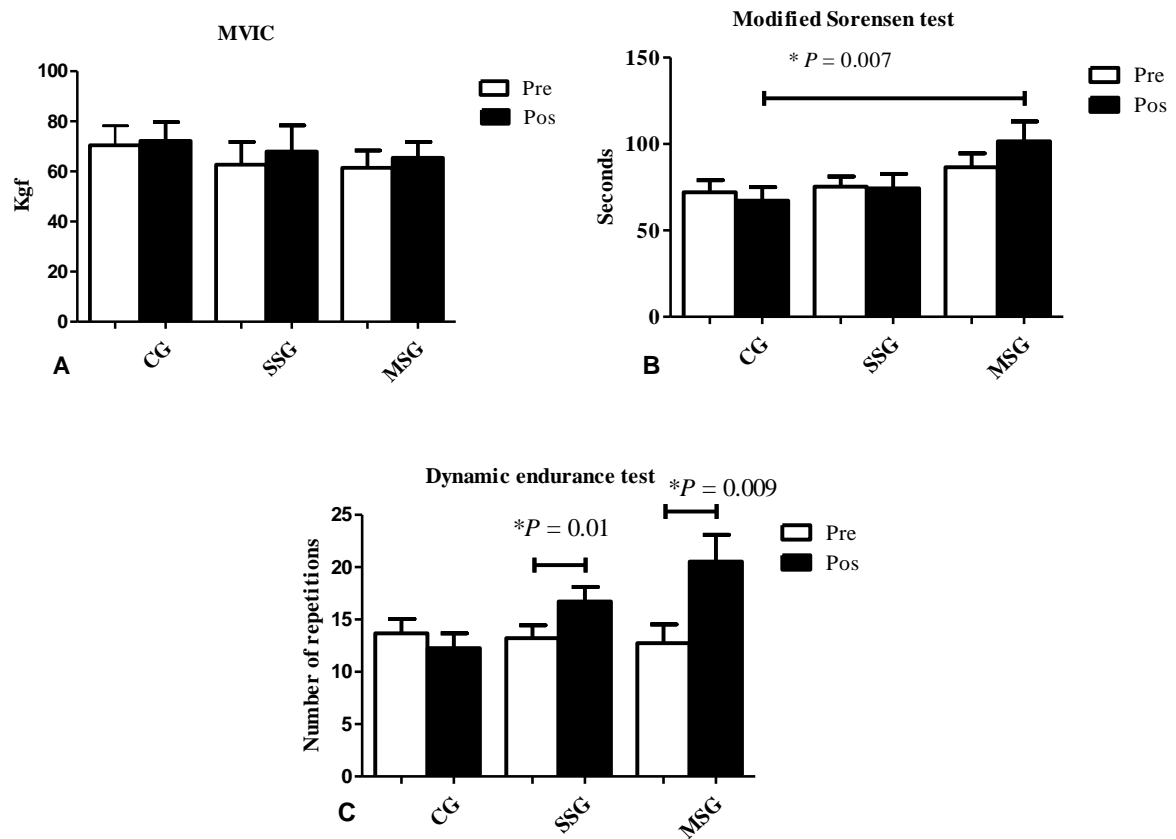


Figure 3 A. Comparison between groups on maximal voluntary isometric contraction (back strength). CG: Control group. SSG: Single set group. MSG: Multiple set group. **Figure 3 B.** Comparison between groups during modified Sorensen test (time-limit variable). CG: Control group. SSG: Single set group. MSG: Multiple set group. Significant differences were reported between multiple set and control group ($P < 0.01$). **Figure 3 C.** Comparison between groups during Dynamic endurance test (number of repetitions as variables). CG: Control group. SSG: Single set group. MSG: Multiple set group. Significant differences were reported only Times and Interactions effects. Improvement was found only for SSG and MSG. Please see Table 3 for P values from these differences.

CONCLUSÃO GERAL

O principal objetivo deste estudo foi determinar o efeito de dois protocolos de prescrição de exercício, série única e múltiplas séries, nos ganhos de resistência e força dos músculos lombares durante um treinamento resistido. Os resultados revelaram que ambos os protocolos não foram suficientes para aumentar a força isométrica dos músculos lombares.

Todavia, o treinamento no Banco Lombar Romano foi eficiente para os ganhos de resistência da musculatura lombar tanto no grupo de série única quanto múltiplas séries (três séries). Os ganhos de resistência foram encontrados em ambas as condições (isométrica e dinâmica), apesar de certa dependência das múltiplas séries para ganhos de resistência isométrica em relação ao grupo controle.

Os resultados do presente estudo têm implicações para fisioterapeutas e educadores físicos na prescrição de programas de exercícios, como a dosagem do exercício quanto ao volume de séries. Além disso, estudos abordando pacientes com dor lombar poderiam responder se existe diferença na realização do exercício com diferentes volumes de séries com desfechos clínicos.

REFERÊNCIAS

1. Majid K, Truumees E. Epidemiology and Natural History of Low Back Pain. *Semin Spine Surg* 2008; 20:87-92.
2. Wolter T, Szabo E, Becker R, Mohadjer M, Knoeller SM. Chronic low back pain: course of disease from the patient's perspective. *International Orthopaedics* 2011; 35:717–724.
3. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Vos T, Buchbinder R. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum.* 2012 Jun;64(6):2028-37. doi: 10.1002/art.34347. Epub 2012 Jan 9.
4. Lima MG, Barros MBA, César CLG, Goldbaum M, Carandina L, Ciconelli RM. Impact of chronic disease on quality of life among the elderly in the state of São Paulo, Brazil: a population-based study. *Pan Am J Public Health.* 2009; 25 (4): 314 – 321.
5. Ehrlich GE. Low back pain. *Bulletin of the World Health Organization* 2003;81:671-676.
6. Tulder VM, Koes B, Bombardier C. Low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2002; 16(5): 761-775.
7. Adams MA, Mannion AF, Dolan P. Personal risk factors for first-time low back pain. *Spine*1999; 24, 2497-2505.
8. Rubin DI. Epidemiology and risk factors for spine pain. *Neurol Clin.* 2007 May;25(2):353-71.
9. Biering-Sorensen F. Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine* 1984; 9: 106-119.
10. Enthoven P, Skargren E, Kjellman G, Öberg B. Course of back pain in primary care: A prospective study of physical measures. *J Rehabil Med* 2003: 35, 168-173.
11. Smeets RJ, Wade D, Hidding A, Van Leeuwen PJ, Vlaeyen JW, Knottnerus JA. The association of physical deconditioning and chronic low back pain: a hypothesis-oriented systematic review. *Disabil Rehabil* 2006; 28, 673-693.
12. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992; 5: 383-399.

13. Granata KP, Gottipati P. Fatigue influences the dynamic stability of the torso. *Ergonomics* 2008; 51:1258-71.
14. Middelkoop VM, Rubinstein SM, Ton Kuijpers T, Verhagen AP, Ostelo R, Bart W, Koes BW, Tulder MWV. A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *Eur Spine J* 2011; 20(1): 19–39
15. Delitto A, George SZ, Van Dillen LR, Whitman JM, Sowa G, Shekelle P, Denninger TR, Godges JJ. Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Apr;42(4): A1-57.
16. Demoulin C, Vanderthommen M, Duysens C, Crielaard JM. Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: a critical appraisal of the literature. *Joint Bone Spine* 2006; 73: 43-50.
17. Da Silva RA, Lariviere C, Arsenault AB, Nadeau S, Plamondon A. Effect of pelvic stabilization and hip position on trunk extensor activity during back extension exercises on a Roman chair. *J Rehabil.Med.* 2009; 41: 136-142.
18. Lariviere C, Da Silva RA, Arsenault AB, Nadeau S, Plamondon A, Vadeboncoeur R. Specificity of a Back Muscle Roman Chair Exercise in Healthy and Back Pain Subjects. *Med Sci.Sports Exerc* 2011 Jan; 43(1): 157-64.
19. Da Silva, R. A., Lariviere, C., Arsenault, A. B., Nadeau, S., & Plamondon, A. . The comparison of wavelet- and Fourier-based electromyographic indices of back muscle fatigue during dynamic contractions: validity and reliability results. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2008; 48; 147-162.
20. Kankaanpaa M, Taimela S, Laaksonen D, Hanninen S, Airaksinen O. Back and hip extensor fatigability in chronic low back pain patients and controls. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 412-417.
21. Steele J, Bruce-Low S, Smith D. A reappraisal of the deconditioning hypothesis in low back pain: review of evidence from a triumvirate of research methods on specific lumbar extensor deconditioning. *Curr Med Res Opin.* 2014; 30: 865-911.
22. Mayer J, Mooney V, Dagenais S. Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar extensor strengthening exercises. *The Spine Journal* 2008; 8 : 96-113.

23. Clark BC, Manini TM, Mayer JM, Ploutz-Snyder LL, Graves JE. Electromyographic activity of the lumbar and hip extensors during dynamic trunk extension exercise. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002 Nov; 83(11): 1547-52.
24. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009 Mar; 41(3): 687-708.
25. Carpinelli RN. 2012. Critical review of a meta-analysis for the effect of single and multiple sets of resistance training on strength gains. *Medicina Sportiva* 16(3):122–130. DOI 10.5604/17342260.1011393.
26. Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. 2011. Evidence based resistance training recommendations. *Medicina Sportiva* 15(3):147–162 DOI 10.2478/v10036-011-0025-x.
27. Frohlich M, Emrich E, Schmidbleicher D. 2010. Outcome effects of single-set versus multiple-set training—an advanced replication study. *Research in Sports Medicine* 18:157–175. DOI 10.1080/15438620903321045.
28. Krieger JW. 2009. Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(6):1890–1901 DOI 10.1519/JSC.0b013e3181b370be.
29. Oddsson LI, De Luca CJ. Activation imbalances in lumbar spine muscles in the presence of chronic low back pain. *J Appl Physiol* 2003; 94(4):1410-1420.
30. Katz JN. Lumbar Disc Disorders and Low-Back Pain: Socioeconomic Factors and Consequences. *J Bone Joint Surg Am*. 2006; 88 Suppl 2:21-4.
31. Teixeira MJ. Tratamento multidisciplinar do doente com dor. In: Carvalho MMMJ, organizador. *Dor: um estudo multidisciplinar*. São Paulo: Summus Editorial; 1999; p. 77-85.
32. Silva MC, Fassa AG, Valle NCJ. Dor lombar crônica em uma população adulta do Sul do Brasil: prevalência e fatores associados. *Cad. Saúde Pública* 2004; 20(2): 377-385.
33. Dionne CE, Dunn KM, Croft PR. Does back pain prevalence really decrease with increasing age? A systematic review. *Age Ageing* 2006; 35(3): 229-34.
34. Leboeuf-Yde C, Nielsen J, Kyvik KO, Fejer R, Hartvigsen J (2009). Pain in the lumbar, thoracic or cervical regions: do age and gender matter? A population-based study of 34,902 Danish twins 20-71 years of age. *BMC Musculoskelet Disord* 2009; 20; 10:39

35. Middelkoop VM, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, Koes BW, Tulder MWV. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010; 24(2):193-204.
36. American Association of Neuroscience Nurses (AANN). Thoracolumbar spine surgery: a guide to preoperative and postoperative patient care. Glenview (IL): American Association of Neuroscience Nurses (AANN); 2012. 41 p.
37. Vora AJ, Doerr KD, Wolfer LR. Functional anatomy and pathophysiology of axial low back pain: disc, posterior elements, sacroiliac joint, and associated pain generators. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2010 Nov;21(4):679-709. doi: 10.1016/j.pmr.2010.07.005.
38. Jorgensen K. Human trunk extensor muscles physiology and ergonomics. *Acta Physiol Scand Suppl* 1997;637:1-58.
39. Ng JK, Richardson CA, Kippers V, Parnianpour M. Relationship between muscle fiber composition and functional capacity of back muscles in healthy subjects and patients with back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;27:389-402.
40. Demoulin C, Crielaard JM, Vanderthommen M. Spinal muscle evaluation in healthy individuals and low-back-pain patients: a literature review. *Joint Bone Spine*. 2007 Jan;74(1):9-13. Epub 2006 Nov 13.
41. Kankaanpää M, Laaksonen D, Taimela S, Kokko SM, Airaksinen O, Hänninen O. Age, sex, and body mass index as determinants of back and hip extensor fatigue in the isometric sørensen back endurance test. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998 Sep;79(9):1069-75.
42. Fryer G, Morris T, Gibbons P. Paraspinal muscles and Intervertebral dysfunction: Part Two. *J Manipulative Physiol Ther* 2004;27:348-57.
43. Mannion AF, Weber BR, Dvorak J, Grob D, Muntener M. Fibre type characteristics of the lumbar paraspinal muscles in normal healthy subjects and in patients with low back pain. *J Orthop Res* 1997;15:881-7.
44. Panjabi MM. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction. *European Spine Journal* 2006;15(5):668-676. doi:10.1007/s00586-005-0925-3.
45. Reeves NP, Narendra KS, Cholewicki J. Spine stability: The six blind men and the elephant. *Clinical Biomechanics* 2007; 22: 266-274.

46. Izzo R, Guarnieri G, Guglielmi G, Muto M. Biomechanics of the spine. Part i: spinal stability. *Eur J Radiol.* 2013 Jan;82(1):118-26. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.07.024. Epub 2012 Oct 22.
47. Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. *Eur Spine J.* 2011 Dec; 20(12): 2152-2159.
48. Danneels L, Vanderstraeten G, Cambier D, Witvrouw E, Bourgois J, Dankaerts W, De Cuyper HJ. Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *Br J Sports Med.* 2001 Jun; 35(3): 186–191.
49. Granata KP, Slota GP. Influence of Fatigue in Neuromuscular Control of Spinal Stability. *Hum Factors.* 2004 ; 46(1): 81–91.
50. Slade SC, Keating JL. Trunk-strengthening exercises for chronic low back pain: a systematic review. *J Manipulative Physiol Ther* 2006; 29 (2): 163-173.
51. Da Silva RA, Larivière C, Arsenault AB, Nadeau S, Plamondon A. Pelvic stabilization and semisitting position increase the specificity of back exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Feb;41(2):435-43. doi:10.1249/MSS.0b013e318188446a.
52. Dederig A, Hjelmsater MR, Elfving B, Harms-Ringdahl K, Németh G. Between-days reliability of subjective and objective assessments of back extensor muscle fatigue in subjects without lower-back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000; 10, 151-158.
53. Latimer J, Maher CG, Refshauge K, Colaco I. The reliability and validity of the Biering-sorensen test in asymptomatic subjects and subjects reporting current or previous nonspecific low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999 Oct 15;24(20):2085-9;
54. Dederig A, Németh G, Harms-Ringdahl K. Correlation between electromyographic spectral changes and subjective assessment of lumbar muscle fatigue in subjects without pain from the lower back. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1999 Feb;14(2):103-11.
55. Nemeth G, Ohlsen H. In vivo moment arm lengths for hip extensor muscles at different angles of hip flexion. *J Biomech* 1985; 18, 129-140.

56. Udermann BE, Mayer JM, Graves JE, Murray SR. Quantitative assessment of lumbar paraspinal muscle endurance. *J Athl Train.* 2003 Sep;38(3):259-2.
57. Parreira RB, Amorim CF, Gil AW, Teixeira DC, Bilodeau M, da Silva RA. Effect of trunk extensor fatigue on the postural balance of elderly and young adults during unipodal task. *Eur J Appl Physiol.* 2013 Aug;113(8):1989-96. doi: 10.1007/s00421-013-2627-6. Epub 2013 Mar 30.
58. Demoulin C, Grosdent S, Debois I, Mahieu G, Maquet D, Jidovstev B, Croisier J, Crielaard J, Vanderthommen M. Inter-session, inter-rater and inter-site reproducibility of isometric trunk muscle strength measurements. *Isokinetics and Exercise Science* 2006; 14: 317-325.
59. Clark BC, Manini TM, Thé DJ, Doldo NA, Ploutz-Snyder LL. Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and EMG spectral compression. *J Appl Physiol* 2003; 94: 2263-2272.
60. Clark BC, Manini TM, Ploutz-Snyder LL. Derecruitment of the lumbar musculature with fatiguing trunk extension exercise. *Spine (Phila Pa 1976).* 2003 Feb 1;28(3):282-7.
61. Larivière C, Gravel D, Gardiner P, Bertrand Arsenault A, Gagnon D, Loisel P. A submaximal test to assess back muscle capacity: evaluation of construct validity. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009 Dec;19(6):e422-9. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.11.009. Epub 2008 Dec 31.
62. Moffroid MT. Endurance of trunk muscles in persons with chronic low back pain: assessment, performance, training. *J Rehabil Res Dev.* 1997 Oct;34(4):440-7.
63. Vuori IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2001; 33 (6 Suppl): S551-S586.
64. Wolfe BL, LeMura LM, Cole PJ. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *J Strength Cond Res.* 2004 Feb;18(1):35-47.
65. Bagenhammar S, Hansson EE. Repeated sets or single set of resistance training - A systematic review. *Advances in Physiotherapy.* 2007; 9: 154-160.
66. Carpinelli RN, Otto RM. Strength training. Single versus multiple sets. *Sports Med.* 1998 Aug;26(2):73-84.
67. Hass CJ, Garzarella L, de Hoyos D, Pollock ML. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Jan;32(1):235-42.

68. Steele J, Fitzpatrick A, Bruce-Low S, Fisher J. The effects of set volume during isolated lumbar extension resistance training in recreationally trained males. *PeerJ* 2015; 3: e878. doi: 10.7717/peerj.878.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa: **EFEITO DO VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS EXTENSORES DE TRONCO EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS: ENSAIO CONTROLADO ALEATORIZADO**, desenvolvido pelo professor Dr. Rubens Alexandre da Silva Jr. (UNOPAR) e colaboração com outros docentes. Este projeto tem por objetivo avaliar o efeito de uma e três séries de exercício nos ganhos de resistência e força muscular dos extensores do tronco. Os critérios de inclusão do estudo são: (1) ter entre 18 e 30 anos de idade; (2) ausência de dor lombar ou lombosacral com ou sem irradiação para membros inferiores; (3) não realizar atividade física de forma regular ou participar de algum programa de treinamento resistido (4) não fazer uso de recursos ergogênicos e esteróides anabólicos (5) não fazer uso de medicamentos que potencialize ou afete o desempenho muscular (6) não ter restrição médica para prática de exercício físico. Os critérios de exclusão são: (1) apresentar qualquer tipo de doenças mentais ou físicas que interfiram no protocolo de exercícios; (2) ter sofrido algum tipo de cirurgia do aparelho locomotor ou coluna vertebral nos últimos 6 meses; e (3) ter a massa corporal superior (tronco, cabeça e membros superiores) maior que 50% da força total do músculos extensores de tronco (4) não ser voluntário do estudo.

Após o aceite em participar do estudo, será agendado um horário e data em comum acordo entre você e os pesquisadores para o início das atividades. Você deverá comparecer no Laboratório de Avaliação Funcional e Performance Motora Humana, da UNOPAR, com roupa adequada para realizar exercícios físicos.

PROCEDIMENTOS QUE SERÃO NECESSÁRIOS:

A pesquisa será conduzida da seguinte forma:

- Inicialmente será realizada uma entrevista com objetivo de obter informações demográficas (ex: idade, endereço);
- Em seguida o participante irá responder alguns questionários para se avaliar o estado da saúde geral, realização de atividades físicas.
- Será necessário realizar algumas medidas antropométricas, tais como peso, altura, circunferência e altura de tronco;
- O participante será submetido aos testes de físicos de força e resistência muscular delineados no estudo assim como as sessões de treinamento muscular 2 x semana durante 10 semanas.

PRIVACIDADE:

O nome será mantido em sigilo, fazendo uso da sua participação somente para avaliação científica deste trabalho e possíveis publicações em eventos, revistas e meios científicos, dentro dos princípios éticos que devem nortear a pesquisa e nossa profissão.

BENEFÍCIOS:

Não haverá nenhuma compensação financeira, custo ou benefício, em sua participação neste projeto. Os benefícios recebidos são relativos aos resultados dos exames que serão discutidos individualmente com você. As informações obtidas nessa pesquisa ajudarão aos profissionais da área da saúde a desenvolver programas preventivos e de intervenção da lombalgia.

RISCOS:

Você será submetido aos testes físicos e sessões de treinamento muscular delineados no estudo que poderão acarretar a fadiga dos músculos, dores musculares, mas sem nenhum risco prejudicial à saúde. Os sintomas podem durar apenas 24 horas após exercício e não haverá nenhum risco de integridade física, mental ou moral por participar dessa pesquisa.

DESISTÊNCIA:

Poderá desistir a qualquer momento deste estudo, sem que me traga qualquer consequência. E em momento algum essa pesquisa irá gerar gastos financeiros para sua pessoa.

O (a) senhor (a) tem o direito de pedir outros esclarecimentos sobre a pesquisa que considerar necessário e de se recusar a participar ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

CONTATO COM OS PESQUISADORES:

Caso haja necessidade de esclarecimento de dúvidas ou reclamações ligue para o Centro de Pesquisa em ciências da saúde da UNOPAR, (43) 3371-7990, nos seguintes horários: 14 às 18 horas. No período da manhã, telefonar para clínica de fisioterapia da UNOPAR, entre as 8 às 12 horas.

Declaro estar ciente das informações deste termo de consentimento livre e esclarecido e concordo em participar desta pesquisa.

Assinatura do entrevistado

Nome:

RG:

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome:

RG:

Contato Responsável:

Rubens Alexandre da Silva Jr, Ph.D. PT

Professor Titular - UNOPAR.

Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde - UNOPAR

Av. Marcella, 591 (Londrina-PR)

CEP: 86041-120. Tel.(43) 3371-9848 / (43) 9816-4000. Email: rubens@kroton.com.br

APÊNDICE B

INFORMAÇÕES SÓCIO-DEMOGRÁFICAS E ANTROPOMÉTRICAS

Data da avaliação: __/__/__

Horário: _____

IDENTIFICAÇÃO:

Nome: _____

Sexo: () 1-M () 2-F Data de Nascimento: __/__/__ Idade: _____

Nacionalidade: _____ Naturalidade: _____ Religião: _____

Cor: () 1-Branca () 2-Negra () 3-Parda () 4-Amarela

Estado Civil: () Solteiro () Casado () Divorciado () Viúvo

Profissão: _____

Curso, Turma e Ano: _____

Pratica alguma atividade física: () 1-Sim () 2-Não Qual?/Frequência

Faz uso de algum medicamento: () 1-Sim () 2-Não Qual?/Frequência

Endereço Residencial: _____

Telefone: () _____ Cel: () _____

Email: _____

Dominância: () D () E

3 – MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS:

| | |
|---|--|
| Distância acrômio ao chão | |
| Distância espinha íliaca antero-superior ao acrômio | |
| Distância L5 ao chão | |
| Distância trocânter maior ao chão | |

Peso: _____ kg;

Peso do Tronco: _____ kg;

Altura: _____ m;

IMC: _____ kg/m²;

ANEXOS

ANEXO A

Normas da revista *Medicine & Science in Sports & Exercise*

Manuscript Requirements—Original Submissions

The manuscript file must be in a document format, not PDF format. The manuscript shall be formatted so that it is set in Times Roman font with 12-point font size and has margins of 1" (all sides). Manuscript pages must be double-spaced with continuous line numbers. Typical manuscript length is approximately 20 pages including references, but excluding tables and figures.

Submit all figure and table files separately from the manuscript text file. For original submissions and first review, figures may be .tif, .eps, .jpeg, .gif, .doc(x), .ppt, or .pdf format.

Order of Manuscript

An original investigation should contain the following items and satisfy the given specifications.

- Title Page
 1. Title of no more than 85 characters, including spaces.
 2. Full names of the authors—Only those investigators who contributed substantially or who had a primary role in the research represented in the manuscript should be listed as authors. The Editor-in-Chief reserves the right to request that the author list be reduced.
 3. Institutional affiliation of each author clearly identified; linked to each author by use of superscript numbers
 4. Corresponding author name, mailing address, telephone, fax, and e-mail information

- Abstract
 1. Limit of 275 words, including numbers, abbreviations, and symbols
 2. Structure states purpose, methods, results, and conclusion
 3. Reference citations are not permitted

- Key Words
 1. Four (4) to six (6) words following the abstract
 2. Should not repeat terms or phrases from the title

- Introduction
 1. State clearly the purpose and hypothesis of the study
 2. Provide relevant references
 3. Do not exhaustively review the subject

- Methods
 1. Present subject information
 2. Describe the experimental subjects and their controls
 3. Insert “written informed consent” statement or animal-use statement and ethics committee approval statement (required) (see “Human & Animal Experimentation Policy Statements”)
 4. Identify the methods, apparatus, and procedures employed with sufficient details to allow others to reproduce the results
 5. Provide references for established methods and statistical procedures
 6. Provide rationale for use and include a description of possible limitations for utilized methods not well known

7. Denote statistical significance when appropriate and include detailed statistical analyses, mathematical derivation, or computer programs as supplemental digital content (SDC).

- Results
 1. Present findings of the study in the text, tables, or figures
 2. Do not include the same data in tables and figures
- Discussion
 1. Emphasize the original and important features of the study and avoid repeating all the data presented within the results section
 2. Incorporate the significance of the findings and the relationship(s) and relevance to published observations
 3. Provide only those conclusions that are supported by the study
- Acknowledgments
 1. Identify funding sources. Authors are required to state in the acknowledgments all funding sources, and the names of companies, manufacturers, or outside organizations providing technical or equipment support.
 2. Give credit to others who contributed to the development and results of the study.
- Conflict of Interest

In particular, authors should:

 1. Disclose professional relationships with companies or manufacturers who will benefit from the results of the present study
 2. State that the results of the present study do not constitute endorsement by

ACSM

- References

The reference list shall be in alphabetic order (rather than in the order of citation) and numbered. There shall not be more than 40 references for original investigations. Review articles are limited to 75 references. All references shall appear in the text. The format for references is that which has been adopted by the United States National Library of Medicine [Patrias K. National Library of Medicine Recommended Formats for Bibliographic Citation. Bethesda (MD): The Library; 1991. Available from: NTIS, Springfield, VA; PB91-182030.] and employed in Index Medicus. For those not included in Index Medicus, adhere to the form established by the American National Standard for Bibliographic References. Examples of the types of references are as follows:

 1. Book
 - o Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1988. 567 p.
 - o Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL. Physical activity and physical fitness as determinants of health and longevity. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson BD, editors. Exercise, Fitness, and Health. Champaign: Human Kinetics; 1990. p. 33–48.
 2. Conference Proceedings—Matthie JR, Withers PO, Van Loan MD, Mayclin PL. Development of a commercial complex bio-impedance spectroscopic (CBIS) system for determining intracellular water (ICW) and extracellular water (ECW) volumes. In: Proceedings of the 8th International Conference on Electrical Bio-impedance; 1992 Jul 28-31: Kuopio (Finland). University of Kuopio; 1992. p. 203–5.
 3. Doctoral Dissertation—Crandall C. Alterations in human baroreceptor reflex regulation of blood pressure following 15 days of simulated microgravity exposure [dissertation]. Fort Worth (TX): University of North Texas; 1993. 100 p.
 4. Government Report—U.S. Department of Health and Human Services. Bone Health and Osteoporosis: A Report of the Surgeon General. Rockville, MD: U.S. Department of Health and Human Services, Office of the Surgeon General; 2004. 436 p. Available from: U.S. GPO, Washington.
 5. Journal Article—Blair SN, Ellsworth NM, Haskell WL, Stern MP, Farguhar JW, Wood PD. Comparison of nutrient intake in middle-aged men and women runners and controls. *Med Sci Sports Exerc.* 1981;13(5):310–5.
 6. E-Journal Article—Vickers AJ. Time course of muscle soreness following different types of exercise. *BMC Musculoskeletal Disorders* [Internet]. 2001 [cited 2001 May 31];2(5). Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/2/5>. doi:10.1186/1471-2474-2-5.
 7. Web site home page—American Heart Association Web site [Internet]. Dallas

(TX): American Heart Association; [cited 2006 Jan 1]. Available from:<http://www.americanheart.org>.

8. Abstract—An abstract can be cited when it is the only source of information.

Note: In-text reference citations shall be baseline in parentheses, not superscripts [e.g., (14,15), not 14,15]. Personal Internet Web sites, Master of Science theses, personal communications, or other unpublished material are not acceptable as references. All book references require page numbers. Journal abbreviations should follow the abbreviations of Index Medicus published by the Library of Congress. Use of et al.—If fewer than seven (7) authors are listed, all should be mentioned. When seven or more authors are named, list only the first three.

- Appendices

Appendices are considered supplemental material and will not be published in the print journal. Appendices will appear online only. Submitted appendices shall meet the requirements given in the section “Supplemental Digital Content (SDC).”

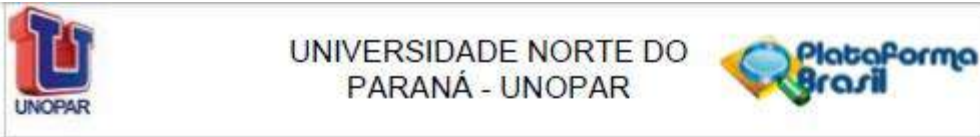
- Figure Captions

- o Provide a caption for each figure

- o List captions together following references section

ANEXO B

Parecer do comitê de ética e pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DO VOLUME DE TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS EXTENSORES DE TRONCO EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS: ENSAIO CONTROLADO ALEATORIZADO.

Pesquisador: Rubens Alexandre da Silva Junior

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 35223214.3.0000.0108

Instituição Proponente: UNIAO NORTE DO PARANA DE ENSINO LTDA

Patrocinador Principal: UNIAO NORTE DO PARANA DE ENSINO LTDA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 846.393

Data da Relatoria: 22/10/2014

Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa propõe realizar um importante estudo relacionado à prescrição de exercício no meio da reabilitação físico-funcional e conta com a participação do prof. Dr. Rubens Alexandre da Silva Júnior do Programa de Mestrado e Doutorado em Reabilitação UEL/UNOPAR (responsável pela pesquisa), docentes colaboradores da UNOPAR (Programa de Mestrado e Doutorado em Reabilitação UEL/UNOPAR e Programa de Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde) e um docente do Programa Stricto Sensu em Fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo (UNICID). Além disso, participarão da execução do projeto 1 aluno de mestrado (Programa de Mestrado e Doutorado em Reabilitação UEL/UNOPAR) e 4 alunos de iniciação científica do curso de Fisioterapia da Unopar. O projeto está bem fundamentado e a metodologia bem descrita.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo principal do projeto de pesquisa é realizar a comparação de dois programas de exercícios específicos dos músculos extensores de tronco, utilizando quantidade de séries diferentes (programa realizado com uma série e outro com três séries de exercícios) em indivíduos jovens saudáveis com idade variando entre 18 e 30 anos para verificação dos melhores resultados, considerando-se o ganho de resistência muscular.



UNIVERSIDADE NORTE DO
PARANÁ - UNOPAR



Continuação do Parecer: 846.393

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os benefícios são relativos aos resultados dos exames. As informações obtidas nessa pesquisa ajudarão os profissionais da área da saúde a desenvolver programas preventivos e de intervenção da lombalgia. Os participantes serão submetidos aos testes físicos e sessões de treinamento muscular delineados no estudo, que poderão acarretar a fadiga dos músculos e dores musculares, porém, sem risco de prejuízo à saúde. De acordo com os pesquisadores, os sintomas podem durar apenas 24 horas após a realização dos exercício e não haverá nenhum risco para a integridade física ou mental dos participantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto apresenta uma interessante proposta de pesquisa, visando o preenchimento de uma lacuna no conhecimento relacionado à prescrição correta de exercícios (número de séries efetivas) para o fortalecimento e resistência dos músculos extensores de tronco, que auxiliam na melhora da dor lombar.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foi alterado de acordo com as sugestões do Comitê de Ética em Pesquisa.

Recomendações:

O projeto, bem como o TCLE foram alterados de acordo com as sugestões do Comitê de Ética em Pesquisa. Dessa forma, não existem recomendações a serem feitas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não existem pendências. Projeto aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

ANEXO C

Registro do *clinical trials*

ClinicalTrials.gov PRS
Protocol Registration and Results System



ClinicalTrials.gov PRS **DRAFT Receipt (Working Version)**
Last Update: 12/22/2014 16:53

Effect of Volume Training on Back Endurance

This study is not yet open for participant recruitment.

Verified by Rubens Alexandre da Silva Jr, Universidade Norte do Paraná, December 2014

| | |
|--|--|
| Sponsor: | Universidade Norte do Paraná |
| Collaborators: | Universidade Estadual de Londrina |
| Information provided by (Responsible Party): | Rubens Alexandre da Silva Jr, Universidade Norte do Paraná |
| ClinicalTrials.gov Identifier: | NCT02326792 |

► Purpose

The fatigue of the trunk extensor muscles is often reported in people with the chronic low back pain (LBP). Evidences have showed that the strengthening muscular by the training of the lumbar spinal muscles is efficient to decrease the pain and disability symptoms of patients with the chronic LBP. Also, some studies have reported improve of the strength and endurance of the back muscles from of this type of training muscular. However, the exercise prescription for the trunk extensor muscles during the training is still not clear in the literature. In fact, no study has showed any differences between one and three sets of specific lumbar exercise with regard to better prescription of training in healthy subjects (e.g; preventive action) as well as in LBP subjects (e.g; intervention action).

| Condition | Intervention | Phase |
|-----------|--------------|-------|
| Back Pain | Exercise | N/A |

Study Type: Interventional

Study Design: Treatment, Parallel Assignment, Single Blind (Outcomes Assessor), Randomized, N/A

Official Title: Effect of Volume Training on Endurance of Trunk Extensor Muscles in Healthy Subjects: A Randomized Control Trial.

Further study details as provided by Rubens Alexandre da Silva Jr, Universidade Norte do Paraná:

Primary Outcome Measure:

- Isometric endurance (Classic Sorensen test) [Time Frame: 10 weeks] [Designated as safety issue: Yes]
To determine the improve of endurance muscular, the time-limit in seconds will be computed from modified Sorensen test executed on a roman chair. To measure the fatigue muscular, the participant would hold the unsupported trunk horizontally (Sorensen test).

Secondary Outcome Measures:

- Number of repetitions [Time Frame: 10 weeks] [Designated as safety issue: Yes]
To determine the improve of dynamic back endurance, a second test will be performed and the number of repetitions will be computed from trunk flexion-extension cycles executed on a roman chair (2 seconds of concentric and 2 seconds of eccentric contraction; by a total of 4 seconds for each cycle).