



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FÁBIO ISSAMU IKEZAKI

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA NOS TESTES FUNCIONAIS
DO CORE EM JOVENS SEDENTÁRIOS E PRATICANTES DE
EXERCÍCIO RESISTIDO**

FÁBIO ISSAMU IKEZAKI

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA NOS TESTES FUNCIONAIS
DO CORE EM JOVENS SEDENTÁRIOS E PRATICANTES DE
EXERCÍCIO RESISTIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina e Universidade Norte do Paraná), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de Souza
Guerino Macedo

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Ikezaki, Fábio.

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA NOS TESTES FUNCIONAIS DO CORE EM JOVENS SEDENTÁRIOS E PRATICANTES DE EXERCÍCIO RESISTIDO / Fábio Ikezaki. - Londrina, 2019.
65 f. : il.

Orientador: Christiane de Souza Guerino Macedo.

Coorientador: Eddy Krueger.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Avaliação - Tese. 2. Fisioterapia - Tese. 3. Eletromiografia - Tese. I. Guerino Macedo, Christiane de Souza. II. Krueger, Eddy. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. IV. Título.

FÁBIO ISSAMU IKEZAKI

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA NOS TESTES FUNCIONAIS DO
CORE EM JOVENS SEDENTÁRIOS E PRATICANTES DE EXERCÍCIO
RESISTIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina e Universidade Norte do Paraná), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de Souza
Guerino Macedo
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Rubens Alexandre da Silva Junior
Université du Québec à Chicoutimi – UQAC

Prof. Dr. Marcio Rogério de Oliveira
Universidade Pitágoras

Londrina, 12 de abril de 2019.

DEDICATÓRIA

Á Elisa e Antônio, meus pais.

AGRADECIMENTOS

É muito difícil transmitir esse sentimento maravilhoso em poucas palavras, e deixo claro que não é um milésimo do quanto eu gostaria de expor toda essa gratidão, vou ser eternamente grato a cada um listado abaixo.

Primeiramente, com imenso prazer agrago a profa. Christiane de Souza Guerino Macedo que proporcionou toda essa caminhada de aprendizado e amadurecimento, por todo amor, carinho e paciência dedicados ao ensino e orientação que tornou tudo isso possível. Agradeço as pessoas realmente incríveis que, sem nenhuma obrigação, me ajudaram nesse caminho com seu tempo, atenção e apoio: Felipe Vilaça Machado, Humberto Silva e Walter Aquiles Sepulveda Loyola.

Não posso deixar de agradecer a todos do LFIP, laboratório que me acolheu durante a graduação e que me forneceu uma ótima base em pesquisa, especialmente aos professores Fabio de Oliveira Pitta, Antenor R. Rodrigues e Carlos Augusto Camillo, e ao LAFESP que me forneceu a possibilidade de integrar a pesquisa e a extensão, e me despertou a paixão pelo ensino, em especial a Kathiane K. Bomtempo, Fernanda B. Pesenti, Camile L. Zamboti e Marieli A. R. Marcioli, mentoras nessa caminhada.

Durante as coletas, contei com a ajuda dos colegas Daniel Monteiro, Daniele Nascimento e Fernando Santana, a todos os voluntários que participaram do estudo e ao prof. Eddy Krueger por auxiliar no processamento dos dados, muito obrigado a todos.

Por fim, agradeço a Deus por proporcionar tudo o que eu sou e o que tenho, ao meu pai Antonio Minoru Ikezaki, ao meu irmão Marcelo Takeshi Ikezaki, por todo o suporte, educação e estrutura que me permitiram essa experiência. E, em especial a minha mãe Elisa Orikassa Ikezaki, a pessoa mais incrível que eu conheço, minha inspiração de vida em todos os momentos.

Todos são um ótimo exemplo para mim.

À todos vocês, muito obrigado!

IKEZAKI, Fábio Issamu. **Análise eletromiográfica nos testes funcionais do core em jovens sedentários e praticantes de exercício resistido**. 2019. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Reabilitação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

Os testes de prancha frontal (TPF) e ponte unilateral (TPU) avaliam a estabilidade e *endurance* do core, no entanto, há divergências quanto a confiabilidade e fadiga muscular relacionadas a estes testes. Os objetivos do estudo foram analisar o tempo de permanência, confiabilidade e fadiga muscular no TPF e TPU em jovens sedentários e praticantes de exercício resistido. Avaliou-se 60 participantes, distribuídos em Grupo sedentário (GS, n=30, 15 homens e 15 mulheres, 22±2 anos e Índice de Massa Corporal [IMC] de 22±2 kg/m²); Grupo exercício resistido (GER, n=30; 15 homens e 15 mulheres, idade de 22±2 anos, IMC de 23±2 kg/m²); submetidos a uma repetição do TPF e, após descanso, uma repetição do TPU. Os testes foram mantidos até o tempo máximo de sustentação e a escolha de qual teste iniciou a coleta foi aleatorizada. Os mesmos testes foram repetidos após 30 minutos e uma semana, pelo mesmo avaliador. As variáveis analisadas foram o tempo de permanência e a frequência mediana, por eletromiografia de superfície, nos testes. Os resultados estabeleceram boa confiabilidade no TPF (ICC>0,89/SEM<3,8), com maior tempo de sustentação no GER= 112±9 segundos (s) comparado ao GS 81±7 s (p=0,01). O TPU também apresentou boa confiabilidade (ICC>0,89/SEM<3,3) com GER= 100,7±8,1 s, GS=79±9,2 s (p=0,09). A comparação da fadiga muscular não estabeleceu diferença entre os grupos (GS e GER). Entretanto, quando analisado os resultados da fadiga entre os músculos, para os dois grupos, o TPF apontou que o músculo glúteo máximo apresentou maior fadiga quando comparado ao tríceps braquial (p=0,013), oblíquo externo (p=0,023) e reto femoral (p=0,004). No TPU, o reto abdominal apresentou maior fadiga quando comparado ao oblíquo externo, multifídeos, latíssimo do dorso (p<0,01), glúteo máximo (p=0,04), bíceps femoral e gastrocnêmio lateral (p<0,01); ainda, foi observada maior fadiga no glúteo médio comparado aos multifídeos (p=0,037) e bíceps femoral (p=0,006). Conclui-se que houve boa confiabilidade para o TPF e TPU, praticantes de exercício resistido permanecem maior tempo no TPF, o padrão de fadiga foi semelhante entre os dois grupos, com maior fadiga para o músculo glúteo máximo no TPF e músculo reto abdominal e glúteo médio no TPU.

Palavras-chave: Avaliação. Terapia por exercício. Eletromiografia. Fisioterapia.

IKEZAKI, Fábio Issamu. **Electromyographic activity in the functional tests of the core in young adults sedentary and practitioners of resistance exercise.** 2019. 65 p. Dissertation (Master's degree of Science in Rehabilitation) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

The frontal plank (TPF) and unilateral bridge (TPU) tests are proposed for assessing the stability and endurance of the *core*, however, there are differences regarding reliability and muscle fatigue in these tests. The aims of the study were to measure the time, reliability and muscle fatigue in TPF and TPU in sedentary and resisted exercise practitioners. A total of 60 participants were distributed in Sedentary group (GS, n=30, 15 males and 15 females, 22±2 years and Body Mass Index [BMI] of 22 ± 2 kg/m²) and Resisted exercise group (GER, n=30; 15 men and 15 women, age 22±2 years, BMI 23 ± 2 kg/m²); they performed a repetition of the TPF and, after rest, a repetition of the TPU. The tests were maintained until the maximum sustained time and the choice of which test started the collection was randomized. The same tests were repeated after 30 minutes and one week by the same evaluator. The variables analysed were the dwell time and the median frequency, by surface electromyography, in the tests. The results established a good reliability in the TPF (ICC> 0.89/SEM<3,8) with a longer dwell time in GER = 112±9, second (s) compared to GS 81±7 s (p=0.01). The TPU also showed good reliability (ICC>0.89/SEM<3,3) with GER = 100.7±8 s, GS=79±9 s (p=0.09). The comparison of muscle fatigue did not establish difference between the groups (GS and GER). However, when the results of muscle fatigue were measured for the two groups, TPF indicated that the maximal gluteus muscle presented greater fatigue when compared to the brachial triceps (p=0.013), external oblique (p=0,023) and rectus femoris (p=0.004). In the TPU, the abdominal rectus presented greater fatigue when compared to the external oblique, multifidus, latissimus dorsi (p <0,01), gluteus maximus (p = 0,04), biceps femoris (p = 0.000) and lateral gastrocnemius (p = 0.003). Also, greater fatigue was observed in the gluteus medius compared to multifidus (p = 0.037) and biceps femoris (p = 0.006). It was concluded that there was good reliability for the TPF and TPU, practitioners of resisted exercise remained longer in the TPF, the fatigue pattern was similar between the two groups, with greater fatigue for the gluteus maximus muscle in the TPF and abdominal rectus muscle and gluteus medius in the TPU.

Key-words: Evaluation. Exercise therapy. Electromyography. Physiotherapy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Dissertação

- Figura 1** – Teste da Prancha Frontal.....20
- Figura 2** – Teste da Ponte Unilateral.....23
- Figura 3** – Eletromiógrafo (A) e eletrodos (B) da marca *De/sys* sem fio.....24

Artigo

- Figura 1** – Testes da Prancha Frontal (A) e Ponte Unilateral (B)31
- Figura 2** – Demonstração do processamento do sinal, com eliminação dos segundos iniciais e finais, e posteriormente coletado da janela inicial e final.....34
- Figura 3** – Comparação da fadiga muscular entre os músculos no teste da prancha frontal do grupo sedentário37
- Figura 4** – Comparação da fadiga muscular entre os músculos no teste da prancha frontal do grupo exercício resistido.....37
- Figura 5** – Comparação da fadiga muscular entre os músculos no teste da ponte unilateral do grupo sedentário38
- Figura 6** – Comparação da fadiga muscular entre os músculos no teste da ponte unilateral do grupo exercício resistido39

LISTA DE TABELAS

Artigo

- Tabela 1** - Resultados para caracterização da amostra, tempo de sustentação e Borg final nos testes de prancha frontal e ponte unilateral.....35
- Tabela 2** – Coeficiente de Correlação Intra-classe para o tempo de permanência nos testes de prancha frontal e ponte unilateral, nos grupos sedentários e de exercício resistido36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMG	Eletromiografia
TPF	Teste da prancha frontal
TPU	Teste da ponte unilateral
IMC	Índice de Massa Corporal
FM	Frequência Mediana
CIVM	Contração Isométrica Voluntária Máxima
PM	músculo Peitoral Maior
TB	músculo Tríceps Braquial
OE	músculo Oblíquo Externo
RA	músculo Reto Abdominal
MU	músculo Multífidos
LD	músculo Latíssimo do Dorso
Gmed	músculo Glúteo Médio
Gmax	músculo Glúteo Máximo
BF	músculo Bíceps Femoral
GL	músculo Gastrocnêmio Lateral
RF	músculo Reto Femoral
ISEK	<i>International Society of Electrophysiology and Kinesiology</i>
SENIAM	<i>Surface Electromyography for the non-invasive assessment of Muscles</i>
CCI	Coeficiente de Correlação Intra-classe
SEM	<i>Standard Error Measurement</i>

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação de mestrado é composta por introdução, revisão de literatura e um artigo científico produzido no Laboratório de Análise do Movimento Humano do Centro Especializado de Pesquisa e Pós-Graduação (CEPPOS) do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

Em consonância com as regras do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação em parceria entre UEL e Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), o artigo científico será encaminhado ao periódico *Journal of Electromyography and Kinesiology* (A2, fator de impacto de 1,57).

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3.	HIPÓTESE	16
4.	CONTEXTUALIZAÇÃO - REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1	Conceito <i>CORE</i>	17
4.2	Estabilidade e <i>endurance</i> do <i>CORE</i>	18
4.3	Testes funcionais	19
4.4	Eletroniografia de Superfície	23
5.	ARTIGO CIENTÍFICO	26
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
7.	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE	58
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	58
	APÊNDICE B – Questionário para caracterização da amostra	60
	ANEXOS	61
	ANEXO A – Comprovante da aprovação do comitê de ética	61
	ANEXO B – Normas para submissão na Journal of Electromyography and Kinesiology	62

1. INTRODUÇÃO

Os músculos do *core* são essenciais para atividades de vida diária e podem ser mensurados por testes funcionais que quantificam o desempenho dessa musculatura (BOHANNON et al., 2018). O teste da prancha frontal e ponte unilateral são propostos por desafiar o complexo neuromuscular do tronco e quadril com baixas cargas de compressão nas estruturas articulares da coluna vertebral (BOHANNON et al., 2018; LEHECKA et al., 2017).

O teste da prancha frontal é uma alternativa para mensuração da resistência da musculatura anterior do tronco devido ao recrutamento do reto abdominal, oblíquos interno e externo em indivíduos treinados (LEHMAN et al., 2005; CALATAYUD et al., 2017; YODAS et al., 2017). Este teste apresenta boa confiabilidade com uma semana de intervalo (BOHANNON et al., 2018; DURALL et al., 2012; ROTH et al., 2016), porém há limitados estudos sobre o teste re-teste no mesmo dia. Além disso, há diversos estudos que identificaram melhor desempenho no teste da prancha frontal em atletas comparado aos sedentários (STRAND, 2014; ROTH et al., 2016), no entanto nenhum verificou a diferença no desempenho do teste entre jovens sedentários e praticantes de exercícios resistidos.

A posição da ponte tem demonstrado alta atividade muscular para os músculos posteriores do tronco e membros inferiores (CALATAYUD et al., 2017; YODAS et al., 2017), e aumento do recrutamento muscular do glúteo médio do membro inferior de apoio na forma unilateral (FELDWIESER et al., 2012; AKUTHOTA et al., 2004). Essas posições da ponte, bilateral e unilateral, são utilizadas como testes funcionais para detectar a habilidade dos músculos de estabilizar a coluna lombar e pelve (FERRARI et al., 2015; HABETS et al.,

2015), entretanto, há limitados estudos sobre a confiabilidade do teste da ponte unilateral, apenas Habets et al. (2015) identificaram limitada confiabilidade ($ICC < 0,4$) quando realizado em poucos segundos.

A Eletromiografia (EMG) de superfície é um método não invasivo e quantitativo para detectar o nível de ativação de grupos musculares em determinadas posturas (de LUCA, 1997). O recrutamento muscular do tronco e quadril durante as posições de prancha frontal e ponte unilateral são comumente investigados com variação de cinco a 30 segundos (CALATAYUD et al., 2017; YODAS et al., 2017; EKSTROM et al., 2007), entretanto não há evidências a respeito do comportamento dos músculos do membro superior, tronco e membro inferior quando avaliado o *endurance*, até o tempo-limite de permanência na posição do teste. Ainda, não há evidência que identifique se jovens que realizam exercícios resistidos apresentam mudança do desempenho e da fadiga muscular nos testes da prancha frontal e ponte unilateral.

Desta forma, em função do grande uso clínico dos testes de prancha frontal e ponte unilateral, e de sua importância para avaliação de indivíduos saudáveis, bem como frente às divergências e poucas informações encontradas na literatura a respeito da confiabilidade e aplicação do teste no tempo máximo de sustentação, justifica-se a necessidade de estudos que analisem o desempenho, a confiabilidade dos testes, assim como a diferença no padrão de fadiga muscular em jovens sedentários e praticantes de exercícios resistidos na realização dos testes de prancha frontal e ponte unilateral.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar o desempenho muscular nos testes de prancha frontal e ponte unilateral em jovens sedentários e praticantes de exercícios resistidos.

2.2 Específicos

- Comparar o tempo de sustentação nos testes de prancha frontal e ponte unilateral, entre jovens sedentários e praticantes de exercícios resistidos;
- Identificar a confiabilidade dos testes de prancha frontal e ponte unilateral, entre jovens sedentários e praticantes de exercícios resistidos;
- Identificar a fadiga muscular dos músculos do membro superior, tronco e membro inferior no teste de prancha frontal, entre jovens sedentários e praticantes de exercícios resistidos;
- Identificar a fadiga muscular dos músculos do tronco e membro inferior no teste da ponte unilateral, entre jovens sedentários e praticantes de exercícios resistidos.

3. HIPÓTESE

A hipótese do presente estudo foi de que o grupo praticante de exercícios resistidos apresentaria maior tempo de sustentação dos testes quando comparado ao grupo sedentário; bem como, a alta confiabilidade nos testes de prancha frontal e ponte unilateral no mesmo dia, além de dias diferentes (uma semana de intervalo) para jovens saudáveis (sedentários e praticantes de exercícios resistidos).

Devido os testes exigirem a ativação e recrutamento de diferentes grupos musculares, além do *core*, como os músculos dos membros superiores na prancha frontal e membros inferiores na ponte unilateral, esperava-se encontrar a fadiga em diferentes grupos musculares entre os grupos sedentário e praticantes de exercício resistido.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO – REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Conceito *CORE*

Nas últimas décadas há grande foco das pesquisas sobre o *core*, embora muito estudado, ainda não é uma tarefa simples defini-lo (KEY, 2013). Segundo Haruyama et al., (2017) o *core* é o conjunto de ossos, ligamentos e músculos da coluna lombar, pelve e quadris que incluem os músculos profundos e superficiais do abdômen, assoalho pélvico e músculos adjacentes à coluna vertebral (HARUYAMA et al., 2017; KIBLER et al., 2006). Os músculos profundos do tronco (locais) são considerados os responsáveis pela estabilização, enquanto os músculos responsáveis pelos movimentos dos segmentos, e os que agem de maneira sinérgica aos movimentos realizados pela coluna vertebral, são chamados de globais (RIVERA et al., 2016; HARIUYAMA et al., 2017).

Estruturalmente, o *core* é um espaço tridimensional cujos limites estão presentes superiormente no tórax, na união do músculo transversal abdominal com o diafragma, nos músculos reto e oblíquos abdominais que estruturam o limite anterolateral, os músculos multifídeos que compõem o limite posterior e, finalmente, percorre até o nível das tuberosidades isquiáticas, no limite inferior, representado pelo assoalho pélvico (AKUTHOTA et al., 2004; RIVERA, 2016). Essa estrutura, associado à contração sinérgica dos músculos interespinhais, intertransversais, psoas e fibras mediais do quadrado lombar (HUNGERFORD et al., 2003), latíssimo do dorso e glúteos (McGILL et al., 2010; HODGES et al., 2003) possuem grande importância na estabilidade lombo-pélvica.

Três funções interdependentes são importantes para a estrutura do *core*: a respiração - fundamental na geração da pressão intra-abdominal; o controle postural do tronco – equilíbrio entre a co-ativação dos flexores e extensores; e o controle da postura-movimento – controle direcionado aos movimentos das cinturas pélvica e escapular (KEY, 2013). Ainda se destaca que a principal função desse complexo é criar estabilidade para geração de força e movimento em articulações distais (RIVERA, 2016).

O diafragma, juntamente com o transverso abdominal e músculos pélvicos, é de fundamental importância para a estabilidade do tronco por proporcionar equilíbrio entre o tórax e a pelve por meio da pressão intra-abdominal (KEY, 2013; RIVERA, 2016). Essa pressão é antecipatória aos movimentos e torques dos potentes músculos mobilizadores (KOLAR, 2007; BEALES et al., 2009) ou de alguma força externa sobre a coluna (HODGES et al., 2001). Ainda, quando há presença de dor ou insuficiência da parede abdominal, pode ocorrer atraso ou redução da pré-ativação desses músculos durante o movimento (HODGES et al., 2001; HODGES, 1997; KOLAR et al., 2010; KEY, 2013), com prejuízo à estabilidade do *core*.

4.2 Estabilidade e *endurance* do *CORE*

Coulombe et al. (2017) definem a estabilidade do *core* como a capacidade de garantir uma posição estável da coluna em posição neutra. Outros autores associam ao controle dinâmico lombo-pélvico que permite ótima produção, transferência e controle de força por toda a cadeia cinética durante o movimento (IRELAND et al., 2003).

A estabilidade do *core* está relacionada com a melhora do desempenho em atividades físicas e esportivas (BEHM et al., 2005; KEY, 2013), além da

prevenção de lesões e dores crônicas (CAMPBELL et al., 2016). Acredita-se que a deficiência na força, propriocepção e controle neuromuscular do *core* seja um fator de risco para o desenvolvimento de lesões (HUXEL et al., 2013) durante a prática de esportes ou atividades físicas (BAHR & KROSSHAUG, 2005).

O *endurance* é definido como a habilidade de sustentar uma força em determinada tarefa ao longo do tempo (LIEBER, 2002). O *endurance* do *core* é importante para prevenção de lesões em atividades longas (GRANATA et al., 2004). Além disso, a baixa capacidade do *endurance* do *core* está ligada a adução excessiva do quadril e ao movimento do valgo do joelho durante tarefas dinâmicas (WILKERSON et al., 2015). Apenas a região anterior do *core* foi relacionada com atletas lesionados (WILKERSON et al., 2012; WILKERSON et al., 2015), no entanto, há divergência sobre a relação do *endurance* do *core* ser um fator de risco para lesões nas extremidades inferiores (De BLAISER et al., 2017).

A avaliação da estabilidade e *endurance* do *core* deve basear-se em testes funcionais nos quais mensuram diferentes aspectos. Para serem clinicamente relevantes, esses testes devem ser válidos, confiáveis e de fácil implementação (De BLAISE et al., 2017). No, entanto ainda há falta de precisão dos testes funcionais utilizados para identificar a instabilidade e *endurance* do *core* (BRUMITT et al., 2013).

4.3 Testes Funcionais

Os testes funcionais, comumente recomendados para estabilidade e *endurance* do *core*, fundamentam-se nas pranchas e ponte e suas variações (VERA-GARCIA et al., 2015; EKSTROM et al., 2007; LEHMAN et al., 2005;

VANTI et al., 2016), por desafiar o complexo neuromuscular do tronco e quadril com menor estresse na região lombar (BOHANNON et al., 2018; LEHECKA et al., 2017).

Esses testes são importantes para quantificar a *performance* dos músculos do tronco (CALATAYUD et al., 2017) e devem estar presentes em qualquer triagem que verifique o risco de lesão no esporte ou na prescrição de qualquer programa de exercício (STRAND et al., 2014).

Teste da Prancha Frontal

O teste da prancha frontal (Figura 1) desafia o corpo a manter a coluna em posição neutra em resposta a força da gravidade sobre o tronco elevado, enquanto os pontos de suporte no chão estão somente sobre os dedos dos pés e antebraços, dessa forma os músculos abdominais são acionados (BYRNE, 2014; YODAS et al., 2014), além de promover ativação simultânea de toda a cadeia muscular anterior (BLISS & TEEPLE, 2005).

O teste da prancha frontal consiste no participante inicialmente em decúbito ventral com os cotovelos posicionados sob a linha dos ombros e membros inferiores na largura do quadril, em seguida é solicitado para o indivíduo retirar a pelve do solo e manter os ombros, quadril e tornozelos alinhados, e sustentar o peso corporal com apoio apenas nos dedos dos pés e antebraços/cotovelos (EKSTROM et al., 2007; IMAI et al., 2010).



Figura 1. Teste da prancha frontal.

Esse teste apresenta baixas forças de compressão na coluna por meio da dissipação das cargas quando comparado com outros testes que necessitam dos movimentos de flexão e/ou extensão do tronco (FREEMAN et al., 2006; PETERSON, 2013; AXLER et al., 1997). No entanto, necessita de força e *endurance* da parte superior do corpo (membros superiores e coluna cervical), com isso, em alguns indivíduos com fraqueza ou dor na região escapular ou extremidades superiores podem finalizar o teste antes da fadiga dos músculos do tronco (DURALL et al., 2012).

Durall et al (2012) e Bohannon et al. (2018) investigaram a confiabilidade da prancha frontal e relataram um ICC=0.95 (95% *Confidence interval* [CI]= 0.87-0.99) e 0.915 (*minimal detectable change* 95%=39.7%), respectivamente com uma semana de intervalo. Schellenberg et al., (2007) defendem a validade do teste para mensuração dos músculos do tronco, com recrutamento do reto abdominal e oblíquo externo de 52% e 59% da Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM), respectivamente comparado a 10% da CIVM para múltifidos e 4,3% da CIVM para bíceps femoral.

Também Strand et al., (2014) investigaram a capacidade de sustentar a prancha frontal em 361 atletas e 109 não atletas no maior tempo possível, e apontaram 123±69 segundos de permanência na prancha para os atletas e 83±63 segundos nos não atletas. Entre as principais causas para interromper o teste referidas pelos participantes foram estabelecidas as extremidades com 64%, em seguida os abdominais com 21% e costas com apenas 6% (STRAND et al., 2014). Já Bohannon et al., (2018) identificaram a fadiga dos abdominais e membros inferiores como principal motivo para interromper o teste, no

entanto essas informações foram baseadas nas descrições subjetivas dos participantes, o que pode interferir na qualidade dos resultados.

Teste da Ponte Unilateral

O teste da ponte unilateral recruta os músculos posteriores do tronco (VANTI et al., 2016), com maior intensidade do oblíquo externo e do glúteo médio do membro inferior de apoio (AKUTHOTA et al., 2004), comparado a posição bilateral, por acréscimo no desafio do controle neuromuscular enquanto o indivíduo sustenta a posição (FELDWIESER et al., 2012; CALATAYUD et al., 2017). Schellenberg et al (2007) identificaram maior recrutamento nos músculos posteriores de tronco com 57% da CIVM, enquanto os músculos reto abdominal, oblíquo externo e bíceps femoral apresentaram baixo recrutamento de 7,1%, 9,3% e 6,9% da CIVM, respectivamente. Em adição, outros autores identificaram grande atividade dos músculos posteriores do quadril (EKSTROM et al., 2007; IMAI et al., 2010; LEHMAN et al., 2005).

O teste da ponte unilateral consiste no paciente em posição inicial de decúbito dorsal com os joelhos fletidos e com as plantas dos pés apoiados no solo na largura do quadril, o indivíduo levanta a pelve do solo até permanecer com o tronco, quadril e coxas alinhados, em seguida estende o joelho até a linha da coxa contralateral, sustentando o peso corporal (Figura 2) (EKSTROM et al., 2007; IMAI et al., 2010; STEVENS et al., 2006).



Figura 2. Teste da ponte unilateral.

Schellenberg et al (2007) apresentaram boa confiabilidade ($r=0.84$) da ponte unilateral, em contrapartida, Habets et al (2015) identificaram limitada confiabilidade (Coeficiente de correlação intra-classe = 0,291; IC 95%=0,029-0,522 e *Standard error measurement* (SEM) = 0.9) no teste realizado em 10 segundos. Até o momento, não há estudos que investigaram a confiabilidade e fadiga muscular no tempo máximo de sustentação no teste da ponte unilateral, o que é considerado importante por se assemelhar com a prática clínica e esportiva.

4.4 Eletromiografia de Superfície

A eletromiografia (EMG) de superfície é uma técnica não invasiva capaz de registrar a atividade muscular durante um movimento (WAN et al., 2017). Tem recomendação e padronização importantes estabelecidas pela *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* (ISEK), como a *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM) que orientam sobre o posicionamento dos eletrodos, preparação do local de aplicação e filtragem do sinal, logo é uma referência global para uso da EMG. O equipamento para a coleta do sinal eletromiográfico é o eletromiógrafo (figura 3), que pode ser utilizado em posturas estáticas ou dinâmicas, e associado aos movimentos de vida diária e aos esportes.

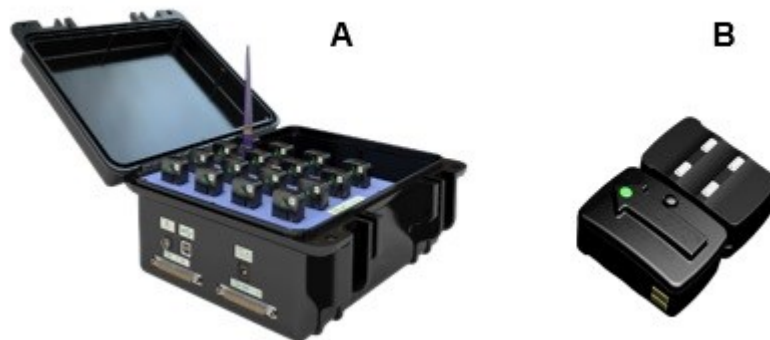


Figura 3. Equipamento eletromiográfico da marca *Delsys* (A) e eletrodo sem fio (B).

Para análise da fadiga, caracterizada como a incapacidade do músculo de manter e/ou sustentar o movimento ou posição em determinada tarefa, o indicador mais utilizado é a Frequência Mediana (FM), definida como a frequência que divide o espectro em duas áreas iguais (SANTOS et al., 2008). A FM apresenta maior fundamento científico e representa a fadiga quando há tendência de redução dos valores devido a alteração do recrutamento das fibras musculares e outras mudanças nas propriedades contráteis (SUNG, 2003).

Bandpei et al., (2014) realizaram uma revisão no qual demonstraram que os parâmetros da EMG, incluindo a FM, são considerados como confiáveis e úteis para avaliar fadiga do músculo paraespinal em diferentes atividades. Corroborando, Koumantakis et al., (2001) verificaram a confiabilidade em um minuto de contração isométrica, e os parâmetros no domínio da frequência demonstraram ser mais confiáveis do que os parâmetros no domínio temporal em intensidades a 60% da CIVM. Além disso, é válida durante contrações

isométricas e dinâmicas, porém em atividades dinâmicas deve-se controlar a velocidade do movimento (SINGH et al., 2011).

Os valores brutos da EMG necessitam de um processamento que permite com que os dados sejam confiáveis para fins científicos, portanto mostra-se importante a necessidade de filtragem do sinal e normalização dos valores (da SILVA et al., 2013). Quanto a análise do espectro da frequência, é possível utilizar o método de *slope* e regressão linear que consiste em calcular o valor da FM em janelas sucessivas de tempo até o tempo total no protocolo de fadiga. Comumente, uma análise de regressão linear é aplicada à série temporal da FM para calcular a taxa de declínio ao longo do tempo (Da SILVA et al., 2015; XIAO et al., 2016). Outro método de análise utilizado no domínio da frequência é por meio de janelas (*slice*) de partes específicas do sinal, normalmente para análise da fadiga, é utilizado uma janela inicial, no início da contração muscular, considerado o momento sem a presença de fadiga, e outra janela final, nos momentos finais da contração, representando a fadiga muscular localizada (CORREA et al., 2006; SANTOS et al., 2008).

Comumente a eletromiografia é utilizada para mensuração dos músculos do tronco nos testes de prancha frontal e ponte unilateral, no entanto há limitados estudos que identificam a fadiga nesses testes, por meio do domínio da frequência, o que destaca a necessidade de melhor entendimento desse fenômeno nestes testes.

5. ARTIGO CIENTÍFICO

Electromyographic activity in the functional tests of the core in young adults sedentary and practitioners of resistance exercise

Fábio Ikezaki^a, Eddy Krueger^{a,b}, Christiane de Souza Guerino Macedo^{a,c};

^a Programa de pós-graduação em Ciências da Reabilitação UEL/UNOPAR, Paraná – Brazil,

^b Departamento de Anatomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná – Brazil.

^c Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná – Brazil.

e-mail: chmacedouel@yahoo.com.br

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

Bolsa: CAPES Demanda Social 04/2017

Abstract

It was evaluated the muscle performance of young sedentary individuals and resistance exercise practitioners in the prone bridge test (PBT) and supine unilateral bridge test (SUBT), and reliability of the tests. Were analysed 30 sedentary individuals (SG) and 30 resistance practitioners (RG). The time of permanence in the tests and the fatigue, by electromyography, of the muscles of the upper limbs, lower limbs and trunk were analysed. Each test was performed twice with 30 minutes of interval, and after a week. For the PBT was observed a good reliability and, longer time of permanence in the RG compared to SG. The SUBT also showed good reliability, but no difference between the groups. There was no significant difference in muscle fatigue between the groups. Regarding the comparison of muscle fatigue within all groups, the gluteus maximus showed greater fatigue when compared to the triceps brachii, external oblique and rectus femoris in the PBT. In the SUBT, rectus abdominis showed greater fatigue when compared to trunk and leg muscles. Furthermore, SUBT showed greater fatigue in the gluteus medius compared to multifidus and femoral biceps. The PBT and SUBT seem to be reliable, and the RG presented a better performance in the PBT.

Keywords: Evaluation, Exercise Therapy, Electromyography, Physiotherapy.

Introduction

The core muscles are essential in the daily live activities as well as in sports demand (Strand, 2014). One way to assess and quantify the performance of this group of muscles is using functional testes (Bohannon et al., 2018). Which can include the prone bridge test (PBT) and supine unilateral bridge test (SUBT), both are supposed to challenge the trunk and the neuromuscular hip complex which provide lower trunk overload (Bohannon et al., 2018; Lehecka et al., 2017). In addition, because these tests are easy to perform in research and clinical settings, they became a widely tool to evaluation the core muscles (Calatayud et al., 2017; Youdas et al., 2017).

The PBT is an alternative test to assess the anterior trunk muscles in trained individuals (De Blaiser et al., 2018; Lehman et al., 2005; Calatayud et al., 2017; Youdas et al., 2017). Furthermore, this test has showed good reliability when applied with a week apart (De Blaiser et al., 2018; Bohannon et al., 2018; Durall et al., 2012; Roth et al., 2016). On the other hand, Schellenberg et al. (2007) observed ($r=0.78$) good reliability in re-test on the same day session but did not report the rest period between the repetitions. In addition, there are several studies that have identified better performance in the PBT in athletes (Strand, 2014; Roth et al., 2016). However, any of them have assessed the difference in muscle performance considering young sedentary individuals and resistance exercise practitioners.

The supine bridge test has shown high muscular activity for the posterior muscles of the trunk and hip (Ekstrom et al., 2007; Imai et al., 2010; Lehman et al., 2005; Akuthota et al., 2004; Calatayud et al., 2017; Youdas et al., 2017).

Furthermore, during unilateral task it was observed an increase in muscle activation for the gluteus medius of the lower limb support (Akuthota et al., 2004; Feldwieser et al., 2012). Although it is widely used, Habets et al. (2015) have identified a limited reliability for the SUBT.

Surface electromyography (EMG) is a non-invasive and quantitative technique for evaluating and recording the electrical activity produced by skeletal muscles (De Luca, 1997), which can be used to evaluate the muscle performance in the prone and supine bridge tests. The activation of the trunk and hip muscles during the PBT and SUBT are commonly investigated considering a variation of five to 30 seconds long (Calatayud et al., 2017; Youdas et al., 2017; Ekstrom et al., 2007). Moreover, there is no evidences regarding the endurance of upper limb, lower limb and trunk muscles in the maximum sustained time for both tests.

Finally, there is the need of studies to investigate the performance (regarding time of permanence), reliability and muscle fatigue in sedentary individuals and resistance exercise practitioners for PBT and SUBT. On this way, the purpose of this study was to analyse the time of permanence, the reliability and muscle fatigue in the PBT and SUBT in young sedentary individuals and resistance exercise practitioners.

We hypothesized that the resistance exercise participants would have a better performance by presenting a longer time of permanence in the tests. Moreover, we expected high reliability in both tests as well as in both groups. In addition, because the tests require the activation of different muscles, we also expected to observe muscle fatigue between both groups.

Methods

The transversal study was conducted in accordance with Resolution 466/2012 of the National Health Council and approved by the Ethics Committee of Londrina State University (2.125880).

Participants

The sample size was established based on the study of Strand et al. (2014), considering the time of permanence in the PBT, with significant difference ($p < 0.05$) between athletes (123 ± 69 s) and sedentary individuals (83 ± 63 s). The Power and Sample Size program was used with 95% confidence interval, alpha level of 5% and test power of 90%, indicating that a total sample size of 60 participants would be adequate. Then, the study consisted of 60 participants divided in two groups (30 sedentary individuals including 15 male and 15 female; 30 trained individuals: 15 male and 15 female) from the university community.

In order to be included in the study, the participant should be healthy, with no respiratory or neuromuscular dysfunctions, no history of musculoskeletal pain or surgery in the last year, and for the female participants, they should not be on their menstrual period (Kami et al., 2017). Those who did not showed up in the assessment session or on the follow-up testing sessions, or those who presented pain during the tests were excluded. As mentioned above, the participants were divided in two groups: Sedentary Group (SG) – included participants who had not practiced exercise regularly for at least three months and, the Resistance Group (RG), included those who practiced

resistance exercises at the gym, at least three times a week, 50 minutes per session, for at least three months regularly.

Functional Tests Protocol

For the PBT (Figure 1.A) the participant started laying down in a prone position with the elbows aligned with the shoulders and lower limbs aligned with the hip width. The participants were asked to lift the pelvis from the ground and keep an alignment of shoulders, trunk and ankles, with only the toes and forearms/elbows as support base. The participants were instructed to maintain the body weight as long and as aligned as possible (Ekstrom et al., 2007; Imai et al., 2010).

For the SUBT (Figure 1.B) the participant started in supine position with flexed knees and feet on the ground aligned with the hip width. Participants were asked to lift up the pelvis from the ground keeping an alignment of the trunk, hip and thighs., Finally, the participants were asked to extend the non-dominant knee at the level of the contralateral thigh , and hold the position as long and as aligned as possible (Ekstrom et al., 2007; Imai et al., 2010; Stevens et al., 2006).

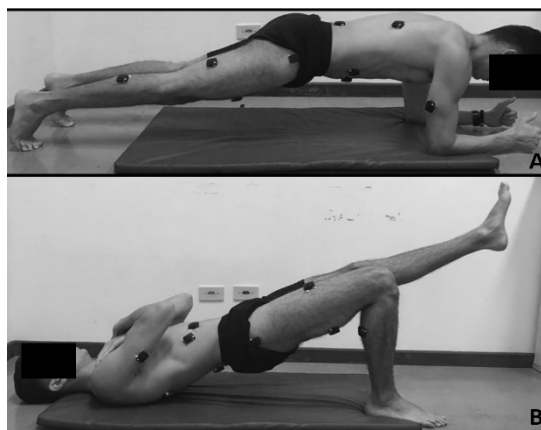


Figure 1. Prone Bridge test (A) and Supine Unilateral Bridge test (B).

Data acquisition

Electromyography (EMG) data was collected for both tests. Muscles in the upper limbs, lower limbs and trunk were evaluated simultaneously using the Trigno Wireless EMG System electromyograph, which has 12 channels and operates in a wireless system (Delsys®, USA).

The electrodes were positioned on the dominant side of the body according to the guidelines of the Surface Electromyography for the non-invasive assessment of Muscles (Seniam; Youdas et al, 2017; Calatayud et al, 2017; Ekstrom et al, 2007; Evans et al, 2018; Roth et al, 2016). For the SUBT it was assessed: External oblique – medial line between the anterior superior iliac spine (ASIS) and the thorax (Criswell, 2011; Ekstrom, 2007); rectus abdominis – three centimetres (cm) lateral and three cm superior to the umbilicus (Criswell, 2011; Ekstrom, 2007); Multifidus - two cm lateral to the lumbosacral joint (Daneels, 2001); Latissimus dorsi (LD) - four cm below the lower angle of the scapula, half of the distance between the spine and lateral of the back (Park, 2013); Gluteus medius, Gluteus maximus, Biceps femoris (BF), Gastrocnemius lateralis and rectus femoris (RF) (Seniam). For the PBT, in addition to the muscle mentioned above, the pectoralis major and triceps brachii muscle (Seniam) were also assessed.

Procedures

The participants were instructed to not consume caffeine-based food or drink prior two hours to the tests and no to perform high intensity activity in the two days prior to the testing session.

On the day of data collection, the participants were referred to a specific room for assessment, in a quiet environment and temperature controlled. First, the anthropometric data was collected (age, height, weight, dominance,

frequency and academy period, pain/injury history). Second, the participant's skin was prepared for placement of the EMG electrodes: the area to be analysed was properly exposed, and tricotomy performed with disposable blades, also the skin was cleaned with cotton and 70% alcohol. Third, the participant watched video instruction regarding the positioning and correct execution of the PBT and SUBT. For familiarization session, the participants performed three to five repetitions or until they felt confident to perform each test. Subsequently, the order of the tests was randomized, using brown and sealed envelopes.

After five minutes at rest, the participants performed the first test (PBT or SUBT) until the maximum time of permanence, with subjective fatigue measured by the modified Borg scale, from zero to ten (Dedering et al., 2000). After five minutes, or until the participant reported to be ready (without fatigue), the second test was performed (PBT or SUBT), also considering the maximum time of permanence. An interval of 30 minutes was provided, and the tests were performed again in the same sequence. After seven days, this protocol was repeated, considering the same time and day of the previous testing session. All the testing sessions were performed by the same trained evaluator.

Data reduction and analysis

The EMG signal was captured with eleven pre-amplified active electrodes (gain=1000x) and filtered in a third-order bandwidth between 20 and 450 Hz with a sampling frequency of 2000 Hz. magnitude of the spectral content EMG was evaluated by the value of Median Frequency (MF) of the power spectrum (Short-fast Fourier transform). Sequentially, EMG signals captured for muscle fatigue analysis were processed using a specific algorithm

developed in a Matlab® routine (Mathworks, version 2013). For the analysis, the first and last two seconds of the tests were excluded (assumed as the moment of adaption in the position), then the initial 2000 milliseconds (initial window - no fatigue) and 2000 milliseconds final (final window - with fatigue) (Santos et al., 2008; Correa et al., 2006), as demonstrated in Figure 2. The fatigue was represented by the slope of the MF between the windows.



Figure 2. Demonstration of signal processing, with elimination of the initial and final seconds, and then collected the initial and final window.

Statistics

The Shapiro-Wilk test was used to analyse the normality of the data and the results were expressed in mean and standard deviation. Student's t test was used for comparisons of anthropometric data and time of permanence in the tests. The intra-class correlation coefficient (ICC) was used to established the reliability for the time of permanence of the PBT and SUBT, considering reliability values between 0.5 and 0.75 as moderate, 0.75 to 0,90 good and above 0.90 as excellent reliability (Portney & Watkins, 2009). The Standard Error of Measurement (SEM) and % SEM of the time, were calculated to establish the absolute reliability, by means of the following equations: $SEM = SD \sqrt{1 - ICC}$, $\%SEM = SEM * 100 / MT$, respectively, in which SD is the standard deviation and MT is the mean of the tests (Harvill, 1991). Two-way analysis of variance (ANOVA) was used for the effects of muscle fatigue for

both groups (SG and RG). All analyses were performed in SPSS 22.0 with statistical significance at 5%.

Results

The present study was composed by 60 healthy young individuals, divided in a SG (n=30 participants, 15 men and 15 women) and RG (n=30 participants, 15 men and 15 women). Demographic characteristics, time of permanence in PBT and SUBT and, final Borg score are shown in Table 1.

Table 1. Demographic characteristics, time of permanence and final Borg in the tests of PBT and SUBT.

	SG n=30	RG n=30	p
Age (years)	22,4 ± 2	22 ± 2	0,39
Height (meters)	1,71 ± 0,11	1,68 ± 0,09	0,22
Mass (kilograms)	64,7 ± 2,4	64,8 ± 1,7	0,97
BMI kg/m²	21,84 ± 2,4	22,9 ± 2	0,10
Time of PBT (s)	81 ± 7.7	111.8 ± 9.4	0,01*
Time of SUBT (s)	79 ± 9.2	100.7 ± 8.1	0,09
Final BORG PBT	3.5 ± 2	3.7 ± 2	0,69
Final BORG SUBT	3.7 ± 2	3.8 ± 2	0,82

BMI: body mass index; s: seconds; PBT: prone bridge test; SUBT: supine unilateral bridge test; SG: sedentary group; RG: resistance group; *Significant difference between SG and RG.

Reliability

It was found good to excellent reliability considering the time of permanence in the PBT and SUBT between the first and second attempts

performed in the same day (after 30 minutes) as well as seven days later. Similar results were found in both groups and are shown in table 2.

Table 2. Intraclass correlation coefficient for the time of permanence in the tests of PBT and SUBT, in the sedentary and resistance group.

	Sedentary Group		Resistance Group	
	ICC (IC 95%)	SEM (%)	ICC (IC 95%)	SEM (%)
PBT1vsPBT2	0.937 (0.871-0.969)	1,89 (2,7)	0.836 (0.656-0.922)	3,85 (4,1)
PBT1vsPBT3	0.899 (0.800-0.951)	2,43 (3,3)	0.905 (0.811-0.954)	2,93 (2,8)
SUBT1vsSUBT2	0.871 (0.747-0.936)	3,30 (4,6)	0.900 (0.800-0.951)	2,56 (2,8)
SUBT1vsSUBT3	0.914 (0.828-0.958)	2,70 (3,6)	0.931 (0.860-0.967)	2,13 (2,2)

ICC: Intraclass correlation coefficient; SEM: Standard Error Measurement; PBT1: first repetition of the PBT; PBT2: repetition after 30 minutes of rest; PBT3: repetition with a week interval; SUBT1: first repetition of the SUBT; SUBT2: repetition after 30 minutes; SUBT3: repetition with a week interval.

Muscle Fatigue

All the muscles analysed showed a decrease in the MF for both tests. Comparing the two groups there was no significant difference or interaction regarding muscle fatigue in the PBT, as well as in the SUBT.

When compared the MF values in both groups, it was observed in the PBT that the maximal gluteus muscle presented greater fatigue when compared to the triceps brachii ($p = 0.013$), external oblique ($p = 0.023$) and rectus femoris ($p = 0.004$) in sedentary group (Figure 3) and resistance group (Figure 4).

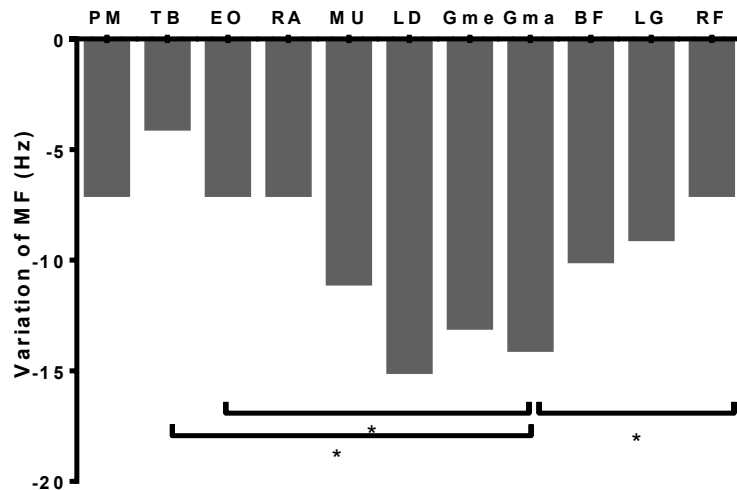


Figure 3. Comparison of muscle fatigue between muscles in the prone bridge test for sedentary group.

MF: Median Frequency; PM: pectoralis major; TB: triceps brachii; OE: external oblique; RA: rectus abdominis; MU: multifidus; LD: latissimus dorsi; Gme: gluteus medius; Gma: gluteus maximus; BF: biceps femoris; LG: lateral gastrocnemius; RF: rectus femoris; * Statistical significance ($p < 0.05$).

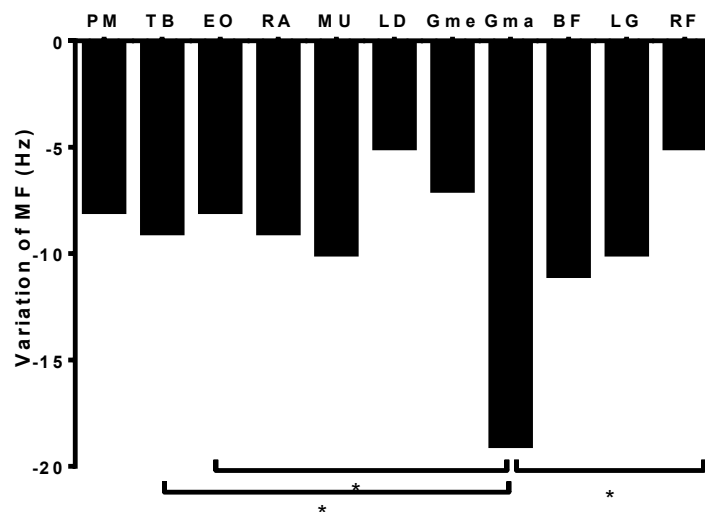


Figure 4. Comparison of muscle fatigue between muscles in the prone bridge test for resistance group.

MF: Median Frequency; PM: pectoralis major; TB: triceps brachii; OE: external oblique; RA: rectus abdominis; MU: multifidus; LD: latissimus dorsi; Gme: gluteus medius; Gma: gluteus maximus; BF: biceps femoris; LG: lateral gastrocnemius; RF: rectus femoris; * Statistical significance ($p < 0.05$).

In the SUBT, comparing the two groups, the rectus abdominis presented greater fatigue when compared to the external oblique ($p = 0.004$), multifidus ($p = 0.000$), latissimus dorsi ($p = 0.01$), gluteus maximus ($p = 0.04$), femoral biceps ($p = 0.000$) and lateral gastrocnemius ($p = 0.003$). Furthermore, there was greater fatigue in the gluteus medius compared to multifidus ($p=0.037$) and femoral biceps ($p=0.006$), as shown in Figure 5 (sedentary group) and Figure 6 (resistance group).

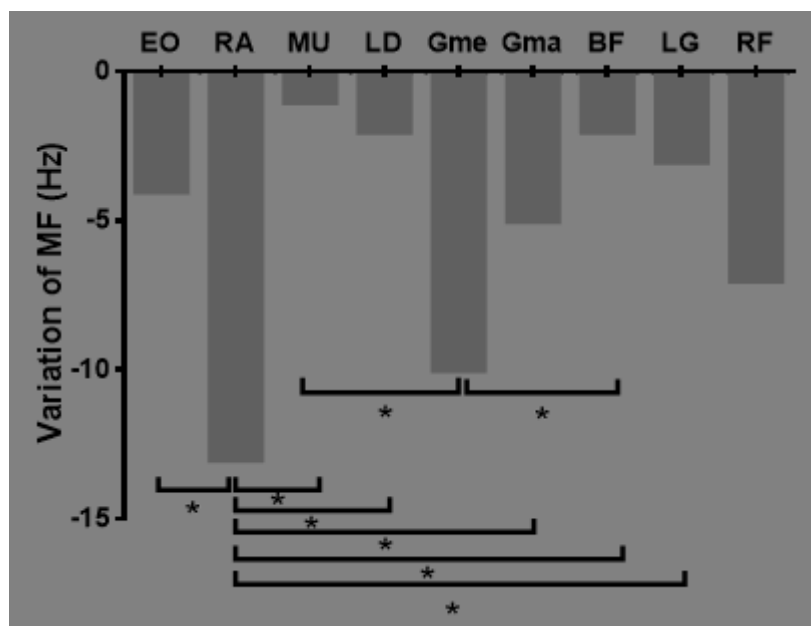


Figure 5. Comparison of muscle fatigue between muscles in the supine unilateral bridge test of sedentary group.

MF: Median Frequency; EO: external oblique; RA: rectus abdominis; MU: multifidus; LD: latissimus dorsi; Gme: gluteus medius; Gma: gluteus maximus; BF: biceps femoris; LG: lateral gastrocnemius; RF: rectus femoris; * Statistical significance ($p < 0.05$).

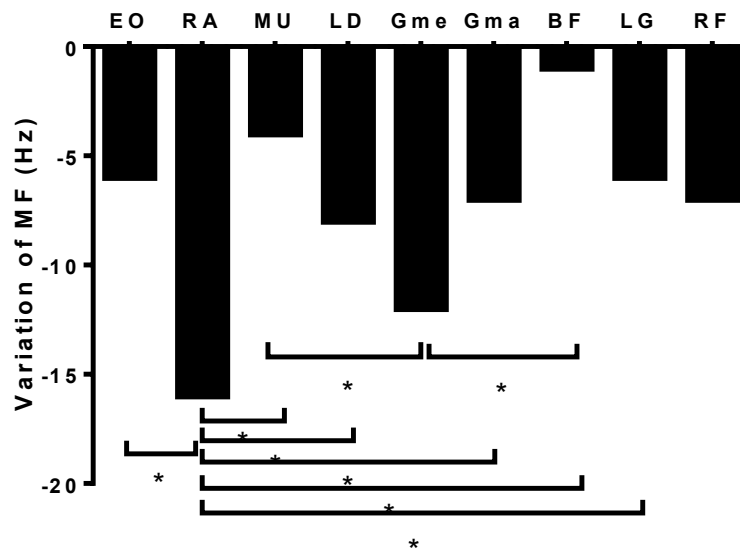


Figure 6. Comparison of muscle fatigue between muscles in the supine unilateral bridge test of resistance group.

FM: Median Frequency; EO: external oblique; RA: rectus abdominis; MU: multifidus; LD: latissimus dorsi; Gme: gluteus medius; Gma: gluteus maximus; BF: biceps femoris; LG: lateral gastrocnemius; RF: rectus femoris; * Statistical significance ($p < 0.05$).

Discussion

The present study analysed the PBT and SUBT between young sedentary individuals and resistance exercise practitioners. Consideration was given to the time of permanence and reliability of the tests, as well as fatigue of the muscles of the upper limbs, lower limbs and trunk.

The first finding was that the RG remained longer in the PBT compared to the SG, which was already expected since the young with better conditioning present a longer time when compared to those who do not exercise. These data confirm the results of Strand et al. (2014) who established a longer duration on the PBT in participants who exercised three to five times a week compared to those who performed only twice a week. In addition, Bohannon et al. (2018) highlight the lower body fat index in resistance exercise practitioners as

favourable for better performance of the PBT. However, this difference was not found in the SUBT, which showed no sensitivity in differentiate the performance between the SG and the RG. It is noteworthy that to date there are no other studies that investigated SUBT support time among sedentary and resistance exercise practitioner, which makes it difficult to discuss.

Several studies have evaluated the reliability of the PBT with different methodologies (Friedrich et al, 2017; Habets et al, 2015; Schellenberg et al, 2007). The present study established good to excellent reliability of PBT, with interval of 30 minutes and one week which corroborates with Bohannon (2018) and Durall (2012) when identifying good reliability between two and three repetitions of the PBT, respectively, with an interval of one week. On the other hand, no studies were found on reliability in the SUBT, which highlights the importance of the present study when identifying good and excellent reliability in the SUBT, and the need to perform only one repetition of the two tests in the evaluation of young sedentary individuals and resistance exercise practitioners.

Regarding muscle fatigue, participants remained on the test until the time limit, however, according to the values of the Borg scale, the level of fatigue was low to moderate (Dedering et al., 2000). Bohannon et al. (2018) pointed out that the sensation of fatigue in the abdominal region and lower limbs were the main cause of interrupting the test. Other authors have identified the extremities as the main reason for interrupt the test, followed by the abdominal muscles (Strand et al., 2014; Roth et al., 2016). However, the evaluation was based on the subjective information from the participant, thus identifying the need to measure objectively.

Localized muscle fatigue is characterized as the reduction of muscle performance during exercise, making it unable to sustain position or movement (Santos et al., 2008). The literature establishes, until the moment, only the study of De Blaiser et al. (2018) verified the pattern of muscle fatigue of the trunk and hip in the PBT until the time limit and identified greater fatigue of the rectus abdominis. Xiao et al. (2016) found that the MF in the trunk and lower limb muscles decreased by 60 seconds and found that the PBT presented greater fatigue compared to other positions, especially for the gastrocnemius and rectus abdominis muscles. However, the SUBT caused greater fatigue especially in the anterior tibial and multifidus (Xiao et al., 2016).

These data were contrary to the present study, in which, for the two groups evaluated, greater gluteus maximus muscle fatigue compared to the triceps brachii, external oblique and rectus femoris in the PBT. In the SUBT, also for the two groups, there was more fatigue of the gluteus medius compared to the multifidus and biceps femoris, and greater fatigue of the rectus abdominis, compared to the external oblique, multifidus, latissimus dorsi, gluteus maximus, biceps femoris, lateral gastrocnemius. Interestingly, there was no difference in the pattern of muscle fatigue between the SG and RG, results that does not confirm the initial hypothesis of this study.

De Blaiser et al. (2018) did not check the gluteal muscles, which makes comparison with the present study difficult. The divergence with Xiao et al. (2016) may be due to the analysis of the present study to demonstrate the fatigue index at the end of the test until the maximum time of the participant, which presented behavior different from when performed in 60 seconds, where participants may not have reached the same level of muscle fatigue. Our theory

is that at the end of the test, the participant presents positioning strategies (compensations) to support the position, with fatigue of other muscle groups, in addition to those commonly observed when recruited in a few seconds in position, such as the anterior musculature in the prone bridge (Youdas et al, 2017; Calatayud et al., 2017) and posterior musculature of the supine unilateral bridge (Youdas et al, 2017; Calatayud et al., 2017). This finding is important to identify healthy young strategies when submitted to the PBT and SUBT until the time limit.

As limitations of the present study, instruments of better standardization of the positioning of the test like inclinometer or a line to maintain the alignment of the position were not used, this allows less objectivity in the tests. However, explanatory videos and familiarization of the tests were used to reduce this bias. Furthermore, future studies are needed to identify the pattern of fatigue in different populations with low back pain, dysfunctions in the upper and lower limbs.

Clinical Implications

The study confirms the need to use only one repetition of prone bridge test and supine unilateral bridge test in young sedentary individuals and resistance exercise practitioners, and although young individuals who practice resisted exercises present longer time in the prone bridge test, the fatigue of the extremities muscles and the trunk during the test of the prone bridge test and supine unilateral bridge test presented the same pattern. Furthermore, the time until fatigue test demonstrates differences in this fatigue pattern and may require strategies (compensations) to sustain the position for a longer time.

Conclusion

The prone bridge test and supine unilateral bridge test are reliable for healthy young sedentary individuals and resistance exercise practitioner, however, resistance exercise practitioners maintain a longer time in the prone bridge test compared to sedentary ones. Both sedentary and resistance exercise practitioners presented the same pattern of muscle fatigue in the tests. When performed up to the time limit, the prone bridge test presented greater gluteus maximus muscle fatigue, while the supine unilateral bridge test showed greater fatigue in the rectus abdominis and gluteus medius.

Referências

- Akuthota, V., Nadler, S.F., 2004. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil, 85:86–92. <https://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>
- Bohannon, R. W., Steffl, M., Glenney, S. S., Green, M., Cashwell, L., Prajerova, K., Bunn, J. 2018. The prone bridge test: Performance, validity, and reliability among older and younger adults. J of Bodywork & Movement Therapies 22 85e389. <http://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.07.005>
- Calatayud, J., Casaña, J., Martin, F., Jakobsen, M.D., Colado, J.C., Andersen, L.L., 2017. Progression of core stability exercises based on the extent of muscle activity. Am J of Physical Medicine & Rehabilitation Vol 96, n 10. <http://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000713>
- Calatayud, J., Casaña, J., Martin, F., Jakobsen, M.D., Colado, J.C., Gargallo, P., Jueas, A., Munoz, V., Andersen, L.L., 2017. Trunk muscle activity during different variations of the supine plank exercise. Musculoskeletal Science and Practice, 28;54e58. <http://doi.org/10.1016/j.msksp.2017.01.011>
- Corrêa, F. I., Corrêa, J. C. F., Martinelli, J. L., Oliveira, A. R., Oliveira, C. S., 2006. Reproducibility of electromyography of muscular fatigue during isometric contraction of the quadriceps muscle. Fisioterapia e pesquisa 13(2):46-52. <https://doi.org/10.1590/fpusp.v13i2.76222>
- Criswell, E., Cram, J.R. 2011. *Cram's Introduction to Surface Electromyography*. Sudbury, MA: Jones & Bartlett; (book)
- Dannels, L.A., Cagnie, B.J., Cools, A.M., et al. 2001. Intra-operator and inter-operator reliability of surface electromyography in the clinical evaluation of back muscles. Man Ther. 6:145-153. <http://doi.org/10.1054/math.2001.0396>

- De Blaiser, C., De Ridder, R., Willems, T., Danneels, L., Bossche, L. V., Palmans, T., Roosen, P. 2018. Evaluating abdominal core muscle fatigue: assessment of the validity and reliability of the prone bridging test. *Scand J Med Sci Sports*. 28(2):391-399. <http://doi.org/10.1111/sms.12919>
- Dedering, A., Harms-Ringdahl, K., Németh, G. 2000. Between-days reliability of subjective and objective assessments of back extensor muscle fatigue in subjects without lower-back pain. *J Electromyogr Kinesiol*; 10:151–8. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00009-2](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00009-2)
- de Luca, C. J., 1997. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomechanics*, 13,135-163. <http://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>
- Durall, C.J., Greene, P.F., Kernozek, T.W., 2012. A comparison of two isometric tests of trunk flexor endurance. *J of Strength and Conditioning Research* 26(7)/1939–1944. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318237ea1c>
- Ekstrom, R.A., Donatelli, R.A., Carp, K.C., 2007. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*,37:754–62. <http://doi.org/10.2519/jospt.2007.2471>
- Evans, N. A., Dressler, E., Uhl, T. 2018. An electromyography study of muscular endurance during the posterior shoulder endurance test. *J of Electromyography and Kinesiology* 41, 132–138. <http://doi.org/10.1016/j.jelekin.2018.05.012>
- Friedrich, J., Brakke, R., Akuthota, V., Sullivan, W. 2017. Reliability of the core score: four dynamic core stability tests performed in a physician office setting. *Clin J Sport Med*, 27:409–414. <http://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000366>
- Feldwieser, F.M., Sheeran, L., Meana-Esteban, A., Sparkes, V., 2012. Electromyographic analysis of trunk-muscle activity during stable, unstable and

unilateral bridging exercises in healthy individuals. *Eur. Spine J.* 21 (Suppl. 2), S171eS186. <http://doi.org/10.1007/s00586-012-2254-7>

Habets, B., Van Cingel, R.E.H., Ostelo, R.W.J.C., 2015. Reproducibility of a battery of commonly used clinical tests to evaluate lumbopelvic motor control. *Physical Therapy in Sport*, 16 331e339. <http://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.02.004>

Harvill, L. M. 1991. Standard Error of Measurement. An NCME Instructional Module. p 33-41. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.1991.tb00195.x>

Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., Shiraki, H., 2010. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 40(6), 369e375. <http://doi.org/10.2519/jospt.2010.3211>

Kami, A. T., Vidigal, C. B., Guerino-Macedo, C. S. 2017. Influence of menstrual cycle phases in functional performance of healthy and young women. *Fisioterapia Pesqui*, vol.24, n.4, pp.356-362. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-2950/16081424042017>.

Lehecka, B.J., Edwards, M., Haverkamp, R. et al. 2017. Building a better gluteal bridge: electromyographic analysis of hip muscle activity during modified single-leg bridges. *The Inter J of Sports Physical Therapy*. Vol 12, n4-543. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28900560>

Lehman, G.J., Hoda, W., Oliver, S., 2005. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swissball. *Chiropractic and Osteopathy* 13:14–21. <http://doi.org/10.1186/1746-1340-13-14>

Park, S., Yoo, W. Selective activation of the latissimus dorsi and the inferior fibers of trapezius at various shoulder angles during isometric pull-down

exertion. *J Electromyogr Kinesiol* 23 1350–1355, 2013.

<http://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.08.006>

Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research : applications to practice*. Pearson/Prentice Hall; 2009. 892 p. (book)

Roth, R., Donath, L., Zahner, L., Faude, O. 2016. Muscle Activation and Performance During Trunk Strength Testing in High-Level Female and Male Football Players. *Journal of Applied Biomechanics*, 32, 241-247.

<http://dx.doi.org/10.1123/jab.2014-0303>

Santos, M.C.A., Semeghini, T.A., Azevedo, F.M., Colugnati, D. B., Filho, R.F.N., Alves, N., Arida, R.M. 2008. Analysis of Localized Muscular Fatigue in Athletes and Sedentary Subjects through Frequency Parameters of Electromyographic Signal. *Rev Bras Med Esporte*, Vol. 14, n 6.

<http://doi.org/10.1590/S1517-86922008000600007>

Schellenberg, K. L., Lang, J. M., Chan, K.M., Burnham, R. S., 2007. A clinical tool for office assessment of lumbar spine stabilization endurance: prone and supine bridge maneuvers. *Am J Phys Med Rehabil*, 86:380–386.

<http://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318032156a>

Sim, J., Wright, C.C., 2005. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Phys Ther* ;85(3):257-68.

<https://doi.org/10.1093/ptj/85.3.257>

Stegeman, D.F., Hermens, H.J. 2007. Standards for surface electromyography: the European project "Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM)" www.seniam.org

Stevens, V.K., Coorevits, P.L., Bouche, K.G., Mahieu, N.N., Vanderstraeten, G.G., Danneels, L.A., 2007. The influence of specific training on trunk muscle

recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. *Man Ther* 12 (3):271e9. <http://doi.org/10.1016/j.math.2006.07.009>

Strand, S.L., Hjelm, J., Shoepe, T.C., Fajardo, M. A., 2014. Norms for an isometric muscle endurance test. *J of Human Kinetics* vol 40, 93-102. <http://doi.org/10.2478/hukin-2014-0011>

Xiao, J., Sun, J., Gao, J., Wang, H., Yang, X., 2016. The activity of surface electromyographic signal of selected muscles during classic rehabilitation exercise. *Rehabilitation Research and Practice*, ID 4796875. <http://doi.org/10.1155/2016/4796875>

Youdas, J.W., Boor, M.M., Darfler, A.L., Koenig, M.K., Mills, K.M., Hollman, J.H., 2014. Surface electromyographic analysis of core trunk and hip muscles during selected rehabilitation exercises in the side-bridge to neutral spine position. *Sports Physical Therapy*. 6:416–21. <http://doi.org/10.1177/1941738114539266>

Youdas, J. W., Hartman, J. P., Murphy, B. A., Rundle, A. M., Ugorowski, J. M., Hollman, J. H. 2017. Electromyographic analysis of gluteus maximus and hamstring activity during the supine resisted hip extension exercise versus supine unilateral bridge to neutral. *Physiotherapy theory and practice* <http://dx.doi.org/10.1080/09593985.2016.1271848>

Youdas, J. W., Coleman, K. C., Holstad, E. E., Long, S. D., Veldkamp, N.L., Hollman, J.H. 2017. Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers in healthy adults during prone on elbow planking exercises with and without a fitness ball. *Physiotherapy Theory and Practice* <http://dx.doi.org/10.1080/09593985.2017.1377792>

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou uma importante relevância no âmbito da biomecânica, com alta confiabilidade dos testes da prancha frontal e ponte unilateral, maior tempo de sustentação em praticantes de exercício resistido comparado a sedentários no teste da prancha frontal. Além disso, todos os músculos apresentaram queda da frequência mediana ao final dos testes, porém sem diferenças entre os grupos ao final dos testes entre jovens sedentários e praticantes de exercício resistido, com maior fadiga do glúteo máximo no teste da prancha frontal e maior fadiga do glúteo médio e reto abdominal no teste da ponte unilateral.

7. REFERÊNCIAS

- AKUTHOTA, V.; NADLER, S.F. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil*, 85:86–92, 2004.
- AXLER, C.T.; MCGILL, S.M. Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc*; 29:804–11, 1997.
- BAHR, R., KROSSHAUG, T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 324-329, 2005.
- BANDPEI, M.A.M.; RAHMANI, N.; MAJDODESLAM, B.; ABDOLLAHI, I.; ALI, S. S.; AHMAD, A. Reliability of surface electromyography in the assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review. *J of Manipulative and Physio Therapeutics*, 511 Vol 37, N. 7, 2014.
- BEALES, D.J.; O'SULLIVAN, P.B.; BRIFFA, N.K. Motor control patterns during an active straight leg raise in pain-free subjects. *Spine* 34 (1), E1eE8, 2009.
- BEHM, D.G.; LEONARD, A.M.; YOUNG, W.B.; BONSEY, A.C.; MACKINNON S.N. Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *J of Strength and Conditioning Research*, 19:193–201, 2005.
- BLISS, L.S.; TEEPLE, P. Core stability: The center piece of any training program. *Curr Sport Med Report*, 4: 179-183, 2005.
- BOHANNON, R. W.; STEFFL, M.; GLENNEY, S. S.; GREEN, M.; CASHWELL, L.; PRAJEROVA, K.; BUNN, J. The prone bridge test: Performance, validity, and reliability among older and younger adults. *J of Bodywork & Movement Therapies* 22 85e389, 2018.

BRUMITT, J.; MATHESON, J.W.; MEIRA, E. P. Core stabilization exercise prescription, part I: current concepts in assessment and intervention. *Sports Health*. 5(6):504–509, 2013.

BYRNE, J.M.; BISHOP, N.S.; CAINES, A.M.; CRANE, K.A.; FEAVAR, A.M.; PEARCEY, G.E.P. Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28:3049–55, 2014.

CALATAYUD, J.; CASAÑA, J.; MARTIN, F.; JAKOBSEN, M.D.; COLADO, J.C.; ANDERSEN, L.L. Progression of core stability exercises based on the extent of muscle activity. *Am J of Physical Medicine & Rehabilitation* Vol 96, N 10, 2017.

CALATAYUD, J. CASAÑA, J.; MARTIN, F.; JAKOBSEN, M.D.; COLADO, J.C.; GARGALLO, P.; JUESAS, A.; MUNOZ, V.; ANDERSEN, L.L. Trunk muscle activity during different variations of the supine plank exercise. *Musculoskeletal Science and Practice*, 28;54e58, 2017.

CAMPBELL, A.; KEMP-SMITH, K.; O’SULLIVAN, P. STRAKER, L. Abdominal bracing increases ground reaction forces and reduces knee and hip flexion during landing. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2016.

CORRÊA, F. I.; CORRÊA, J. C. F.; MARTINELLI, J. L.; OLIVEIRA, A. R.; OLIVEIRA, C. S. Reproducibility of electromyography of muscular fatigue during isometric contraction of the quadriceps muscle. *Fisioterapia e pesquisa* 13(2):46-52, 2006.

COULOMBE, B.J.; GAMES, K.E.; NEIL, R.E.; EBERMAN, E. L. Core stability exercise versus general exercise for Chronic Low Back pain. *J Athletic Training*. 52(1);71-72, 2017.

da SILVA, R. A. Normalização EMG: considerações da literatura para avaliação da função muscular/EMG normalization: considerations of the literature for muscular function evaluation. *ConScientiae Saúde (Impresso)*, v. 12, p. 470-479, 2013.

Da SILVA, R. A.; VIEIRA, E. R.; CABRERA, M.; et al. Back muscle fatigue of younger and older adults with and without chronic low back pain using two protocols: A case-control study. *J of Electromyography and Kinesiology*, 25 928–936, 2015.

De BLAISER, C.; ROOSEN, P.; WILLEMS, T. et al. Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Phys Therapy in Sport*, 2017.

de LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomechanics*, 13,135-163, 1997.

DURALL, C.J. GREENE, P.F.; KERNOZEK, T.W. A comparison of two isometric tests of trunk flexor endurance. *J of Strength and Conditioning Research* 26(7)/1939–1944, 2012.

EKSTROM, R.A.; DONATELLI, R.A.; CARP, K.C. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*,37:754–62, 2007.

FELDWIESER, F.M.; SHEERAN, L.; MEANA-ESTEBAN, A.; SPARKES, V. Electromyographic analysis of trunk-muscle activity during stable, unstable and unilateral bridging exercises in healthy individuals. *Eur. Spine J.* 21 (Suppl. 2), S171eS186, 2012.

FERRARI, S.; MANNI, T.; BONETTI, F.; VILLAFANE, J.H.; VANTI, C. A literature review of clinical tests for lumbar instability in low back pain: validity

and applicability in clinical practice. *Chiropractic & Manual Therapies* 23:14, 2015.

FREEMAN, S.; KARPOWICZ, A.; GRAY, J.; MCGILL, S.M. Quantifying muscle patterns and spine load during various forms of the push-up. *Medicine Science in Sports and Exercise*. 38:570–77, 2006.

GRANATA, K.P.; SLOTA, G.P.; WILSON, S. E. Influence of fatigue in neuromuscular control of spinal stability. *Human Factors: The J of the Human Factors and Ergonomics Society*. 44:1 46(1): 81-91, 2004.

HABETS, B.; VAN CINGEL, R.E.H.; OSTELO, R.W.J.C. Reproducibility of a battery of commonly used clinical tests to evaluate lumbopelvic motor control. *Physical Therapy in Sport*, 16 331e339, 2015.

HARUYAMA, K.; KAWAKAMI, M.; OTSUKA, T. Effect of core stability training on trunk function, standing balance, and mobility in stroke patients: a randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, v. 31, n. 3, p. 240-249, 2017.

HODGES, P.W.; BUTLER, J.E.; MCKENZIE, D.K.; GANDEVIA, S.C. Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. *J. Physiol*. 505.2, 539e548, 1997.

HODGES, P.W.; HEIJNEN, I.; GANDEVIA, S.C. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *J. Physiol*. 15, 999e1008, 2001.

HODGES, P. W. Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthop Clin N Am*, 34:245– 254, 2003.

HUNGERFORD, B.; GILLEARD, W.; HODGES, P.W. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. *Spine*, 28(14), 1593 e 1600, 2003.

HUXEL, K. C.; ANDERSON, B.E. Core stability training for injury prevention. *Sports Health*. 5(6):514–522, 2013.

IMAI, A.; KANEOKA, K.; OKUBO, Y.; SHIINA, I.; TATSUMURA, M.; IZUMI, S.; SHIRAKI, H. Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 40(6), 369e375, 2010.

IRELAND, M.L.; WILLSON, J.D.; BALLANTYNE, B.T.; DAVIS, I.M. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 33: 671–676, 2003.

KEY, J. 'The core': Understanding it and retraining its dysfunction. *J of Bodywork & Movement Therapies*, 17, 541e559, 2013.

KIBLER, W. B., PRESS, J., & SCIASCIA, A. The role of core stability in athletic function. *Sports medicine*, 36 (3), 189-198, 2006.

KOLAR, P. Facilitation of agonist and antagonist co-activation by reflex stimulation methods. *Rehabilitation of the Spine: A Practitioner's Manual*, 2007.

KOLAR, P.; SULC, J.; KYNCL, M.; SANDA, J.; NEUWIRTH, J.; BOKARIUS, A.V.; KRIZ, J.; KOBESOVA, A. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *J. Appl. Physiol.* 109, 1064e1071, 2010.

KOUMANTAKIS, G.A.; ARNALL, F.; COOPER, R.G.; OLDHAM, J.A. Paraspinal muscle fatigue testing with two methods in healthy volunteers. Reliability in the context of clinical applications. *Clin Biomech*, 16:263-6, 2001.

LEHMAN, G.J.; HODA, W. OLIVER, S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swissball. *Chiropractic and Osteopathy* 13:14–21, 2005.

LEHECKA, B.J.; EDWARDS, M.; HAVERKAMP, R. et al. Building a better gluteal bridge: electromyographic analysis of hip muscle activity during modified single-leg bridges. *The Inter J of Sports Physical Therapy*. Vol 12, n4-543, 2017.

LIEBER, R. Skeletal muscle structure, function and plasticity. *Skeletal muscle physiology*, In T. Julet; 45-112, 2002.

McGILL, S.M. Core training: evidence translating performance and injury prevention. *Strength and Conditioning*, 32:33–46, 2010.

PETERSON, D.D. Proposed performance standards for the plank for inclusion consideration into the Navy's physical readiness test. *Strength and Conditioning Journal*. 35:22–26, 2013.

RIVERA, C. E. Core and Lumbopelvic Stabilization in Runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 27, 319-337, 2016.

ROTH, R.; DONATH, L.; ZAHNER, L.; FAUDE, O. Muscle Activation and performance during trunk strength testing in high-level female and male football players. *J of Applied Biomechanics*, 32, 241-247, 2016.

SANTOS, M.C.A.; SEMEGHUINI, T.A.; AZEVEDO, F.M.; COLUGNATI, D. B.; FILHO, R.F.N.; ALVES, N.; ARIDA R.M. Analysis of Localized Muscular Fatigue in Athletes and Sedentary Subjects through Frequency Parameters of Electromyographic Signal. *Rev Bras Med Esporte*, Vol. 14, n 6, 2008.

SCHELLENBERG, K. L.; LANG, J. M.; CHAN, K.M.; BURNHAM, R. S. A clinical tool for office assessment of lumbar spine stabilization endurance: prone and supine bridge maneuvers. *Am J Phys Med Rehabil*, 86:380–386, 2007.

SINGH, D.K.A.; BAILEY, M.; LEE, R. Strength and fatigue of lumbar extensor muscles in older adults. *Muscle Nerve*, 44:74–9, 2011.

STEGEMAN, D.F.; HERMENS, H.J. Standards for surface electromyography: the European project "Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM)" 2007.

STEVENS, V.K.; COOREVITS, P.L.; BOUCHE, K.G.; MAHIEU, N.N.; VANDERSTRAETEN, G.G.; DANNEELS, L.A. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. *Man Ther* 12 (3):271e9, 2007.

STRAND, S.L.; HJELM, J.; SHOEPE, T.C.; FAJARDO, M. A. Norms for an isometric muscle endurance test. *J of Human Kinetics* vol 40, 93-102, 2014.

SUNG, P. The efficacy of median frequency on multifidus muscles during one-minute back extension. *Arch Phys Med Rehabil*, 84:1313-8, 2003.

VANTI, C.; CONTI, C.; FARESIN, F.; FERRARI, S.; PICARRETA, R. The relationship between clinical instability and endurance tests, pain, and disability in nonspecific low back pain. *J of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 2016.

VERA-GARCIA, V.F.J.; MORENO-PÉREZ, B.D.V.; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, S.; JUAN-RECIO, C.; ELVIRA, J.L.L. Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Rev Andal Med Deporte* 8: 79–85, 2015.

WAN, J. J.; QIN, Z.; WANG, P. Y.; SUN, Y.; LIU, X. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & Molecular Medicine* 49 e384, 2017.

WILKERSON, G.B.; GILES, J.L.; SEIBEL, D.K. Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study. *Journal of Athletic Training*, 47(30), 264-272, 2012.

WILKERSON, G.B.; COLSTAN, M.A. A refined prediction model for core and lower extremity sprains and strains among collegiate football players. *Journal of Athletic Training*, 50(6), 643-650, 2015.

XIAO, J.; SUN, J.; GAO, J.; WANG, H.; YANG, X. The activity of surface electromyographic signal of selected muscles during classic rehabilitation exercise. *Rehabilitation Research and Practice*, id 479 6875, 2016.

YOUODAS, J.W.; BOOR, M.M.; DARFLER, A.L.; KOENIG, M.K.; MILLS, K.M.; HOLLMAN, J.H. Surface electromyographic analysis of core trunk and hip muscles during selected rehabilitation exercises in the side-bridge to neutral spine position. *Sports Physical Therapy*. 6:416–21, 2014.

YOUODAS, J.W.; COLEMAN, K.C.; HOLSTAD, E.E.; LONG, S.D.; VELDKAMP, N.L.; HOLLMAN, J.H. Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers in healthy adults during prone on elbow planking exercises with and without a fitness ball. *Physiother Theory Pract*, 34(3):212-222, 2017.

YOUODAS, J.W.; HARTMAN, J.P.; MURPHY, B.A.; RUNDLE, A.M.; UGOROWSKI, J.M.; HOLLMAN, J.H. Electromyographic analysis of gluteus maximus and hamstring activity during the supine resisted hip extension exercise versus supine unilateral bridge to neutral. *Physiother Theory Pract*, 33(2):124-130, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA NOS TESTES FUNCIONAIS DO CORE EM JOVENS SEDENTÁRIOS E PRATICANTES DE EXERCÍCIO RESISTIDO

Você está sendo convidada a participar como voluntário(a) do desenvolvimento deste projeto de pesquisa coordenado pela professora Christiane de Souza Guerino Macedo, em conjunto com o aluno de mestrado Fábio Issamu Ikezaki. O objetivo principal do estudo é avaliar a fadiga muscular dos membros inferiores, superiores e tronco de jovens sedentários e praticantes de exercício resistido, entre 18-40 anos, em dois testes de *endurance* do core: teste da prancha frontal e teste da ponte unilateral. Após o aceite em participar do estudo, será agendado uma data e horário para iniciar a coleta. Você deverá comparecer ao Centro de Pesquisa em Pós-Graduação (CEPPOS), no Hospital Universitário (HU), para preenchimento dos dados pessoais e realização dos testes:

1. Teste da Prancha Frontal: Você iniciará o teste de barriga para cima com os cotovelos posicionados sob a linha dos ombros e membros inferiores na largura do quadril, será solicitado para retirar o quadril do solo e manter os ombros, quadril e tornozelos alinhados, com apoio apenas nos dedos dos pés e antebraços/cotovelos até a o cansaço máximo.
 2. Teste da Ponte Unilateral: Você iniciará de barriga para cima com os joelhos fletidos e com as plantas dos pés apoiados no solo na largura do quadril, será solicitado que você levante o quadril do solo até permanecer com o tronco, quadril e coxas alinhados, em seguida será orientado a estender um joelho até a linha da coxa contralateral, permanecerá na posição até o cansaço máximo.
- Espera-se que a realização dos testes funcionais, não provoque quadro de dor nos seus membros inferiores e tronco.
 - Você receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos, riscos ou benefícios da pesquisa;

- Em qualquer fase do estudo, você poderá retirar o termo de consentimento e deixar de fazer parte do estudo, sem que isto leve a qualquer penalidade;
- Os procedimentos desta pesquisa estão de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução nº466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – Brasília/DF;
- Os pesquisadores asseguram a sua privacidade quanto a sua identidade e aos dados envolvidos com o estudo, os quais serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa e divulgação científica;

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode nos contatar a qualquer momento: Prof. Dra. Christiane de S. Guerino Macedo, Avenida Robert Kock, nº 60, Departamento de Fisioterapia, telefone: 43-33712288, E-mail: chmacedouel@yahoo.com.br; aluno de mestrado Fábio Issamu Ikezaki, tel (43) 9986-46896, e-mail: fabioikezaki@gmail.com; ou o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Eu, _____, RG nº _____, li e entendi todas as informações contidas neste documento e concordo em participar do estudo. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso no ensino, pesquisa e divulgação científica.

Assinatura

Londrina, _____ de _____ de 2017.

APÊNDICE B. Questionário para caracterização da amostra

DADOS PESSOAIS

Data do Teste: ____/____/____

Nome: _____

Idade: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Altura: _____ Peso: _____ IMC: _____

Dominância: _____ Profissão: _____

Presença de dor: () SIM () NÃO Local: _____

Pratica atividade física atualmente? () SIM () NÃO

Qual? _____

Há quanto tempo? _____

Com qual frequência? _____

Já realizou alguma cirurgia? () SIM () NÃO

Qual? _____

Há quanto tempo? _____

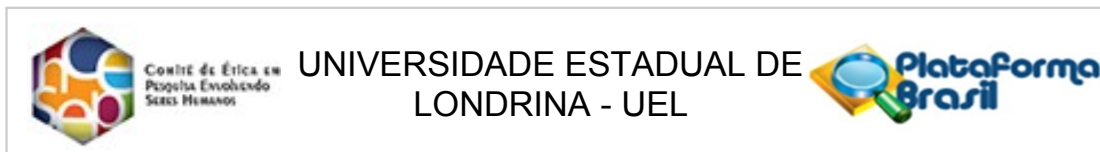
Já sofreu entorse, fraturas, lesão de ligamentos, menisco? () SIM () NÃO

Qual? _____

Há quanto tempo? _____

ANEXOS

ANEXO A. Comprovante da aprovação do Comitê de Ética



COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MUSCULAR EM TESTES DE ENDURANCE DO CORE DE INDIVÍDUOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS

Pesquisador: FABIO ISSAMU IKEZAKI

Versão: 1

CAAE: 69242917.3.0000.5231

Instituição Proponente: CCS - Progr. de Pós-Grad. em Ciências da Reabilitação

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 059683/2017

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Informamos que o projeto ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MUSCULAR EM TESTES DE ENDURANCE DO CORE DE INDIVÍDUOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS que tem como pesquisador responsável FABIO ISSAMU IKEZAKI, foi recebido para análise ética no CEP Universidade Estadual de Londrina - UEL em 05/06/2017 às 09:15.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

ANEXO B. Normas para *Journal of Electromyography and Kinesiology (JEK)*.

Disponível em:

<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-electromyography-and-kinesiology/10506411/guide-for-authors>

Arrangement of papers

JEK now accepts original articles within a word limit of 5,000 words (including title page, abstract, text, references & figure legends). Reviews and special articles (keynote lectures or a Special issue articles) are exempted from this limit.

You should arrange your contribution in the following order:

- 1. Title page including the article title, author(s), affiliation(s), keywords and one author identified for correspondence*
- 2. A 200 words abstract outlining the purpose, scope and conclusions of the paper*
- 3. The text, suitably divided under headings*
- 4. Acknowledgements (if any)*
- 5. References*
- 6. Tables (each on separate sheet)*
- 7. Captions to illustrations (grouped on a separate sheet or sheets)*
- 8. Illustrations, each on a separate sheet containing no text.*

All submissions should be accompanied by a declaration signed by each author that the paper has not been previously published or submitted for consideration elsewhere.

TEXT

Subdivide your paper in the simplest way possible, consistent with clarity using the standard format of introduction, methods, results and discussion.

TABLES

Number tables consecutively throughout the paper (with Arabic numerals) referring to them in the text as Table 1, Table 2 etc. with a caption at the top of each table. Avoid the use of vertical rules. Tables should not duplicate results presented in graphs.

ILLUSTRATIONS

All illustrations should be identified with the author's name and figure number marked in pencil.

Line illustrations

Articles may be published more quickly if illustrations are supplied to the required standards, authors should not be deterred if they are unable to meet these standards as illustrations can be redrawn in-house. The originals must be supplied on separate sheets, with two photocopies. Illustrations will be reduced in size photographically, typically to fit one or two columns of the journal and this should be borne in mind to ensure that lines and lettering remain clear when reduced. If you label the original illustrations do so in black ink using a suitable stencil. Lower case letters should be used throughout, with an initial capital letter for the first word only. If suitable stencils are unavailable label a photocopy, not the original illustrations, and our studio will complete the work to the correct standard. If your illustrations are computer-generated follow the lettering standards as above and supply the blackest possible laser printout.

For full instructions on the electronic submission of artwork, please visit: <https://www.evise.com/evise/jrnl/JEK>.

Graphs

The minimum amount of descriptive text should be used on graphs and drawings (label curves, points, etc, with single-letter symbols). Descriptive matter should be placed in the figure caption. Scale grids should not be used in graphs, unless required for actual measurements. Graph axes should be labelled with variables written out in full, along the length of the axes, with the unit in parentheses (for example, Time(s)). A table is usually more satisfactory for recording data.

Photographs

Supply glossy, black and white, unmounted prints or 35 mm transparencies, plus two photocopies. A scale, where appropriate, should be marked on the photographs or included in the caption.

Colour Illustrations

If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <https://www.evise.com/evise/jrnl/JEK>. Please note: Because of the technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for

the printed version should not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations. Submit colour illustrations as original photographs high-quality computer prints or transparencies, close to the size expected in publication, or as 35 mm slides. Polaroid colour prints are not suitable.

REFERENCES

The reference list should be constructed alphabetically. Where more than one reference has the same first author, use the next named author to construct the list alphabetically. For identical author groups, list the references by date. References should be cited in the text using the first author name plus the year of the paper, eg Solomonow et al, 2004, in square brackets. References should be in the following form:

Journal article

Paivio A, Jansen B, Becker LJ. Comparisons through the mind's eye. Cognition 1975;37(2):635-47

Book

Strunk W, White EB. The elements of style. 3rd ed. New York: Macmillan, 1979

Article or chapter in edited book

Gurman AS, Kniskern DP. Family therapy outcome research: knowns and unknowns. In: Gurman AS, Kniskern DP, editors. Handbook of family therapy. New York: Brunner/Maazel, 1981:742-75.

Please ensure that references are complete, in that they include where relevant, author's name, article or book title, volume and issue number, publisher, year and page reference. Journal titles should appear in full.

For reference style 2 Harvard:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <http://dx.doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Data References

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. This identifier will not appear in your published article.

UNITS AND ABBREVIATIONS

SI units and their accepted abbreviations should be used.

RANDOMISED CONTROLLED TRIALS

All randomised controlled trials submitted for publication in the journal should include a completed Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) flow chart. Please refer to the CONSORT statement website at <http://www.consort-statement.org> for more information. The Journal of Electromyography and Kinesiology has adopted the proposal from the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) which require, as a condition of consideration for publication of clinical trials, registration in a public trials registry. Trials must register at or before the onset of patient enrolment. The clinical trial registration number should be included at the end of the abstract of the article. For this purpose, a clinical trial is defined as any research project that prospectively assigns human subjects to intervention or comparison groups to study the cause-and-effect relationship between a medical intervention and a health outcome. Studies designed for other purposes, such as to study pharmacokinetics or major toxicity (e.g. phase I trials) would be exempt. Further information can be found at <http://www.icmje.org>.

ETHICS

Work on human beings that is submitted to the Journal should comply with the principles laid down in the Declaration of Helsinki; Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. Adopted by the 18th World Medical Assembly, Helsinki, Finland, June 1964, amended by the 29th World Medical Assembly, Tokyo, Japan, October 1975, the 35th World Medical Assembly, Venice, Italy, October 1983, and the 41st World Medical Assembly, Hong Kong, September 1989. The manuscript should contain a statement that the work has been approved by the appropriate ethical committees related to the institution(s) in which it was performed and that subjects gave informed consent to the work. Studies involving experiments with animals must state that their care was in accordance with institution guidelines. Patients' and volunteers' names, initials, and hospital numbers should not be used.