Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2016

Associação entre função muscular do quadril e do tronco, equilíbrio e funcionalidade em idosos da comunidade

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

Jaqueline Mello Porto

Dissertação

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

JAQUELINE MELLO PORTO

**Associação entre função muscular do quadril e do tronco,
equilíbrio e funcionalidade em idosos da comunidade**

VERSÃO CORRIGIDA

Ribeirão Preto

2016

JACQUELINE MELLO PORTO

Associação entre função muscular do quadril e do tronco, equilíbrio e funcionalidade em idosos da comunidade

Dissertação apresentada a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Reabilitação e Ciência da Saúde.

Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu

Colaboradores: Renato Campos Freire Júnior
Larissa Bocarde
Júlia Adorno Fernandes

Versão corrigida. A versão original encontra-se disponível tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa, quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD).

Ribeirão Preto - SP

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Porto, Jaqueline Mello.

Associação entre função muscular do quadril e do tronco, equilíbrio e funcionalidade em idosos da comunidade / Jaqueline Mello Porto; orientadora Daniela Cristina Carvalho de Abreu – Ribeirão Preto, 2016. f.:74.

Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2016.

1. Fisioterapia. 2. Idosos. 3. Função Muscular. 4. Controle Postural. 5. Funcionalidade. de Abreu, Daniela Cristina Carvalho.

Faculdade Medicina de Ribeirão Preto-USP
Seção de Pós-Graduação

Janus

Universidade de São Paulo

ATA DE DEFESA

Aluno: 17152 - 5913421 - 1 / Página 1 de 1

Ata de defesa pública de Dissertação do(a) Senhor(a) Jaqueline Mello Porto no Programa: Reabilitação e Desempenho Funcional, do(a) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Aos 28 dias do mês de março de 2016, no(a) FMRP-USP realizou-se a Defesa da Dissertação do(a) Senhor(a) Jaqueline Mello Porto, apresentada para a obtenção do título de Mestra intitulada:

"Associação entre função muscular do quadril e do tronco, equilíbrio e funcionalidade em idosos da comunidade"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra ao candidato para exposição e a seguir aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Nome dos Participantes da Banca	Função	Sigla da CPG	Resultado
Daniela Cristina Carvalho de Abreu	Presidente	FMRP - USP	<i>Aprovado</i>
Fábio Viadanna Serrão	Titular	UFSCar - Externo	<i>Aprovado</i>
Renato de Moraes	Titular	EEFERP - USP	<i>Aprovado</i>

Resultado Final: *Aprovado*

Parecer da Comissão Julgadora *

Eu, João Luís Cruz Flores, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as). Ribeirão Preto, aos 28 dias do mês de março de 2016.

Fábio Viadanna Serrão

Renato de Moraes

Daniela Cristina Carvalho de Abreu
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs.: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

A defesa foi homologada pela Comissão de Pós-Graduação em 05/04/16, portanto, o(a) aluno(a) faz jus ao título de Mestra em Ciências obtido no Programa Reabilitação e Desempenho Funcional. Área de concentração: Fisioterapia.

Presidente da Comissão de Pós-Graduação
Prof. Dr. João Santana da Silva
Presidente da CPG - FMRP/USP

Dedicatória

*Aos meus pais que sempre me deram todo o suporte
necessário para realizar todos os projetos da minha vida.*

Amo muito vocês.

.

Agradecimentos

A **Deus** por sempre me iluminar, guiar meus passos e colocar pessoas especiais em meu caminho.

À minha família, meus pais **Ailton José de Souza Porto** e **Chérie Russo de Mello**, e ao **Weverton d Georgi Visconte** por todo o incentivo, compreensão, amor e apoio emocional e psicológico sempre que precisei.

Em especial, à minha orientadora **Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu** que não apenas acreditou em mim, mas também me ajudou a acreditar. Obrigada pela oportunidade, confiança, apoio e ajuda em todos os aspectos da minha vida.

A todos os meus amigos do **Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio**, pela ajuda, mas principalmente, por tornar meus dias mais alegres.

Ao **Renato Campos Freire Júnior**, **Larissa Bocarde**, **Júlia Adorno Fernandes** e **Nise Ribeiro Marques** que tornaram possível a realização desse trabalho.

À minha amiga **Roberta de Matos Brunelli Braghin** por cuidar de mim em Singapura, por compartilhar bons momentos e por todo apoio nos momentos difíceis.

Aos **participantes do estudo** que doaram parte de seu tempo para participarem dessa pesquisa.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo** pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

À **Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto** pela oportunidade de realização do curso de mestrado e ao secretário **Samuel Ribeiro Filipini** pela ajuda sempre que necessário.

*“Algo só é impossível até que alguém
duvide e resolva provar o contrário.”*

Albert Einstein

Associação entre função muscular do quadril e do tronco, equilíbrio e funcionalidade em idosos da comunidade

RESUMO

Estudos pregressos têm investigado causas e fatores de risco para quedas e incapacidade funcional em idosos. Porém, no que se refere a fatores biomecânicos envolvidos no desempenho funcional e controle postural, a contribuição dos grupos musculares proximais de quadril e de tronco ainda recebe pouca atenção. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a associação entre a função muscular dos abdutores e adutores do quadril e dos extensores e flexores do tronco com o desempenho do equilíbrio semi-estático e dinâmico e da funcionalidade de idosos independentes que vivem na comunidade. Métodos: oitenta e um idosos de ambos os sexos foram submetidos à avaliação do equilíbrio e da funcionalidade por meio dos testes: (1) marcha tandem sobre a plataforma de força Balance Master (Neurocom International Inc., Clackamas, OR) para obtenção das variáveis velocidade da marcha tandem e velocidade de oscilação corporal ao final da marcha tandem; e (2) testes clínicos de apoio unipodal e *Timed Up and Go* (TUG). Também foram submetidos à avaliação da função muscular em dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro, Nova York, EUA) por meio de 3 contrações isométricas máximas de abdução e adução do quadril e flexão e extensão do tronco para obtenção das variáveis pico de torque (PT) e taxa de desenvolvimento de força (TDF) proporcionais ao peso corporal. Após aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, foi realizado teste de correlação de Pearson (dados com distribuição normal) e de Spearman (dados com distribuição não-normal). Para aquelas variáveis com coeficiente de correlação significativo, foi aplicado teste de regressão linear para quantificar o índice de determinação (r^2) da função muscular do quadril e tronco no equilíbrio e funcionalidade de idosos. Foi adotado nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Resultados: houve correlação com índice de determinação significativo do PT dos grupos musculares do quadril e do tronco sobre o desempenho dos testes de equilíbrio e funcionalidade. Em relação à TDF, foi encontrada correlação com índice de determinação significativo da TDF de abdução de quadril e de extensão de tronco sobre a velocidade de oscilação ao final da marcha tandem e sobre o TUG e também da TDF de extensão de tronco sobre o apoio unipodal. Conclusões: esses

achados podem ser clinicamente relevantes considerando que (1) diferentes parâmetros da função muscular (como PT e TDF) apresentam diferentes estratégias de intervenção para seu aprimoramento e que (2) problemas de equilíbrio e/ou de funcionalidade em idosos podem estar associados com comprometimentos da TDF e do PT da musculatura proximal, os quais são parâmetros passíveis de intervenção.

Palavras-chave: pico de torque; taxa de desenvolvimento de força; marcha tandem; apoio unipodal; *Timed Up and Go*.

Association between hip and trunk muscle function, balance and functionality in community-dwelling older adults

ABSTRACT

Previous studies have investigated causes and risk factors for falls and functional disability in the elderly. However, regarding biomechanical factors involved in the functional performance and postural control, the contribution of the proximal muscle groups of the hip and trunk still receives little attention. The objective of this study was to assess the association between muscle function of hip abductors and adductors and trunk flexors and extensors muscles with the performance of static and dynamic balance and functionality of community-dwelling older adults. Methods: eighty-one elderly of both sexes underwent assessment of balance and functionality through: (1) tandem gait test on the Balance Master force platform (Neurocom International Inc., Clackamas, OR) to obtain the variable tandem gait speed and body sway velocity in the end of tandem gait; and (2) clinical tests of single-leg stance and Timed Up and Go (TUG). The participants also underwent assessment of muscle function in isokinetic dynamometer (Biodex System 4 Pro, New York, USA) through 3 maximal isometric contractions of abduction and adduction of the hip and flexion and extension of the trunk to obtain the variables peak torque (PT) and rate of force development (RFD) in proportion to body weight. The Shapiro-Wilk normality test was performed and then, Pearson correlation test (data with normal distribution) and Spearman (data with non-normal distribution) were applied. Linear regression test was applied to quantify the determination index (r^2) of muscle function of the hip and trunk in balance and functionality of the elderly for those variables with significant correlation coefficient. It was adopted a significance level of 5% ($p < 0.05$). Results: there was correlation with a significant determination index of PT of muscle groups of the hip and trunk in the performance of balance and functionality tests. Regarding the RFD, it was found correlation with significant determination index of RFD of the hip abduction and trunk extension in the body sway velocity in the end of tandem gait and TUG; and of RFD of the trunk extension in single-leg stance. Conclusions: These findings may be clinically relevant considering that (1) different parameters of muscle function (such as PT and RDF) have different intervention strategies for their improvement and (2) problems of balance and / or functionality in the elderly may be

associated with impairments of RFD and PT of proximal muscles, which are parameters that can be treated.

Key-words: peak torque; rate of force development; tandem gait; single-leg stance; Timed Up and Go test

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Representação esquemática do desenho do estudo. TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; IMC: índice de massa corporal; IPAQ: <i>International Physical Activity Questionnaire</i> .	27
Figura 2. Participante no final do percurso do teste de marcha tandem sobre a plataforma de força Balance Master para registro da variável velocidade de oscilação corporal (graus.s^{-1}).	30
Figura 3. Posicionamento do participante no dinamômetro isocinético para avaliação da função muscular do quadril.	32
Figura 4. Posicionamento do participante no dinamômetro isocinético para avaliação da função muscular do tronco.	33
Figura 5. Dados representativos do pico de torque e da taxa de desenvolvimento de força obtidos a partir da curva torque x tempo. TDF: taxa de desenvolvimento de força.	34
Figura 6. Porcentagem da amostra total composta pelos sexos feminino e masculino e pelos diferentes níveis de atividade física segundo o <i>International Physical Activity Questionnaire</i> (IPAQ).	37
Figura 7. Porcentagem da amostra composta pelos sexos feminino e masculino e pelos diferentes níveis de atividade física segundo o <i>International Physical Activity Questionnaire</i> (IPAQ) em idosos (A) sem histórico de quedas e (B) com histórico de quedas.	37
Figura 8. Parâmetros da função muscular do quadril da amostra total. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.	38
Figura 9. Parâmetros da função muscular do quadril em idosos (A) sem histórico de quedas e (B) com histórico de quedas. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.	38
Figura 10. Parâmetros da função muscular do tronco da amostra total. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.	39
Figura 11. Parâmetros da função muscular do tronco em idosos (A) sem histórico de quedas e (B) com histórico de quedas. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.	40
Figura 12. Relação entre função muscular do quadril, equilíbrio e funcionalidade. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.	43
Figura 13. Relação entre função muscular do tronco, equilíbrio e funcionalidade. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da amostra total. Dados apresentados em média $\pm$ desvio-padrão (DP).....	36
Tabela 2. Caracterização dos participantes com e sem histórico de quedas. Dados apresentados em média $\pm$ DP.....	36
Tabela 3. Equilíbrio e funcionalidade da amostra total. Dados apresentados em média $\pm$ DP.....	40
Tabela 4. Equilíbrio e funcionalidade de idosos com e sem histórico de quedas. Dados apresentados em média $\pm$ DP.....	41
Tabela 5. Coeficiente de correlação (r) entre parâmetros da função muscular do quadril e equilíbrio e funcionalidade nos idosos (n = 81).....	42
Tabela 6. Índice de determinação (r^2) entre parâmetros da função muscular do quadril e equilíbrio e funcionalidade nos idosos (n = 81).....	43
Tabela 7. Coeficiente de correlação (r) entre parâmetros da função muscular do tronco e equilíbrio e funcionalidade nos idosos (n = 81).....	44
Tabela 8. Índice de determinação (r^2) entre parâmetros da função muscular do tronco e equilíbrio e funcionalidade nos idosos (n = 81).....	45
Tabela 9. Coeficiente de correlação (r) entre quedas e função muscular do quadril nos idosos (n = 81).....	46
Tabela 10. Coeficiente de correlação (r) entre quedas e função muscular do tronco nos idosos (n = 81).....	47
Tabela 11. Coeficiente de correlação (r) entre quedas e equilíbrio e funcionalidade nos idosos (n = 81).....	47

LISTA DE SIGLAS

AVD	Atividade de Vida Diária
AP	Anteroposterior
CIVM	Contração Isométrica Voluntária Máxima
CM	Centro de Massa
COP	Centro de Pressão
DP	Desvio Padrão
EMG	Eletromiográfica
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
IMC	Índice de Massa Corporal
IPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
LARE	Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio
ML	Médio-Lateral
PIC	Programa de Integração Comunitária
PT	Pico de Torque
RP	Ribeirão Preto
SPPB	<i>Short Physical Performance Battery</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDF	Taxa de Desenvolvimento de Força
TUG	<i>Timed Up and Go</i>
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
<	Menor
>	Maior
=	Igual
≥	Maior ou igual
±	Mais ou menos
°	Número
mmHg	Milímetros de mercúrio
ms	Milissegundos
s	Segundos
cm	Centímetros
m	Metros
m.s ⁻¹	Metros por segundos
kg	Quilograma
G	Gramas
Hz	Hertz
Nm	Newton metro
Nm.kg ⁻¹	Newton metro por quilograma
Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹	Newton metro por segundos por quilograma
graus.s ⁻¹	Graus por segundos

Sumário

1. Introdução	18
2. Revisão da Literatura	19
2.1. Controle Postural e Envelhecimento	19
2.2. Função Muscular e Envelhecimento.....	21
3. Justificativa.....	24
4. Objetivo.....	24
4.1. Objetivos Específicos.....	25
5. Hipótese.....	25
6. Métodos	25
6.1. Desenho do Estudo e Amostra.....	25
6.2. Aspectos Éticos.....	28
6.3. Procedimentos.....	28
6.3.1. Caracterização da Amostra	28
6.3.2. Avaliação do Equilíbrio e da Funcionalidade.....	29
6.3.3. Avaliação da Função Muscular.....	31
6.4. Processamento e Análise dos Dados.....	33
6.5. Análise Estatística.....	35
7. Resultados	35
7.1. Associações entre Quadril, Equilíbrio e Funcionalidade	41
7.2. Associações entre Tronco, Equilíbrio e Funcionalidade.....	44
7.3. Quedas	46
8. Discussão.....	48
8.1. Quadril.....	49
8.2. Tronco.....	53
9. Conclusões.....	56
10. Limitações do Estudo.....	57
11. Referências.....	58
APÊNDICE A.....	69
APÊNDICE B.....	70
APÊNDICE C.....	72
ANEXO A.....	73
ANEXO B.....	74

1. Introdução

O processo de envelhecimento gera além de alterações psicológicas e comportamentais, modificações funcionais e estruturais no organismo (GODOI, BARELA, 2002; FECHINE, TROMPIERI, 2012).

As alterações fisiológicas que acompanham o envelhecimento ocorrem nos diversos sistemas do organismo, e incluem alterações nos sistemas sensoriais (visual, vestibular e somatossensorial) e no sistema neuromuscular (força muscular, potência muscular e taxa de desenvolvimento de força), lentidão do processamento cognitivo e sensorial, além de problemas biomecânicos na execução de movimentos (HORAK, 2006; GRABINER et al., 2008; GOMES et al., 2013; LIM, LEE, 2012). Tais alterações podem levar a prejuízos na mobilidade (SHIMADA et al., 2010), na capacidade funcional (DONOGHUE et al., 2014) e no controle postural (DONOGHUE et al., 2014; KUBICKI, 2014) do idoso. Isso resulta em piora do desempenho na marcha, do equilíbrio, prejuízos nas atividades rotineiras (FECHINE, TROMPIERI, 2012; GOMES et al., 2013; MARQUES et al., 2013) e aumento do risco de quedas (LAROCHE et al., 2010).

As quedas são definidas como eventos não intencionais que tem como resultado a mudança de posição do indivíduo para um nível mais baixo em relação à sua posição inicial (BUCHNER et al., 1997). Na população idosa, as quedas são consideradas um fenômeno multifatorial (RUBENSTEIN, JOSEPHSON, 2006; GRABINER et al., 2008), que representa um grave problema de saúde pública, pois podem acarretar consequências potencialmente sérias, como óbito, altos custos com hospitalização, fraturas e incapacidades funcionais, além de alterações psicológicas, medo de quedas e isolamento social (CABRAL et al., 2013; KÓVACS et al., 2013). Assim, entender os fatores de risco para quedas torna-se fundamental para a elaboração de estratégias para prevenção e tratamento na população idosa.

Estudos pregressos têm investigado causas e fatores de risco para quedas e incapacidade funcional em idosos. Porém, no que se refere a fatores biomecânicos envolvidos no desempenho funcional e no controle postural, grande parte dos estudos tem como foco os membros inferiores, principalmente as articulações do joelho e tornozelo. Enquanto que a contribuição dos grupos musculares proximais de quadril e de tronco, apesar de serem considerados importantes para a estabilidade

postural, marcha e reação de proteção de passo lateral (HILLIARD et al., 2008) recebe pouca atenção.

2. Revisão da Literatura

2.1. Controle Postural e Envelhecimento

Para a realização das atividades de vida diária (AVDs), os seres humanos necessitam da habilidade de controlar a posição do corpo no espaço, ou seja, necessitam do controle postural (SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2010). O controle postural é definido como a capacidade de manter, alcançar ou restabelecer o estado de equilíbrio em qualquer postura ou atividade (semi-estática ou dinâmica), com o objetivo de orientação e estabilidade postural (HORAK, 2006; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2010).

A orientação postural é definida como habilidade de manter uma relação apropriada entre os segmentos corporais e entre o corpo e o meio ambiente da tarefa (HORAK, MACPHERSON, 1996; HORAK, 2006). Já a estabilidade postural, ou equilíbrio, é a habilidade de controlar o centro de massa (CM) em relação à base de sustentação (HORAK, 2006; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2010).

Assim, o controle postural requer uma complexa interação entre os sistemas sensoriais visual, vestibular e somatossensorial (sistema aferente), neural e musculoesquelético (sistema eferente) (HORAK, 2006; HORLINGS et al., 2008; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2010). O processamento central das informações provenientes dos sistemas sensoriais resulta em uma resposta neuromuscular coordenada que estabiliza o centro de massa corporal mesmo em situações de instabilidades (HORAK, 2006; LIM, LEE, 2012).

A manutenção ou recuperação do equilíbrio envolve diferentes mecanismos de controle postural (GODOI, BARELA, 2002; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2010). Tais mecanismos podem ser divididos em ajustes posturais antecipatórios (*feedforward*) e compensatórios (*feedback*). Ajustes posturais antecipatórios são respostas posturais realizadas antes de movimentos voluntários que podem provocar desequilíbrio, a fim de manter a estabilidade. Já os ajustes compensatórios

ou respostas reativas ocorrem em resposta ao *feedback* sensorial de uma perturbação externa, ou seja, referem-se aos padrões de movimento utilizados para recuperar a estabilidade após deslocamento do centro de massa (GODOI, BARELA, 2002; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2010). Dentre as respostas reativas encontram-se as estratégias de tornozelo, quadril e passo (GODOI, BARELA, 2002; HORAK, 2006; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2010). Na estratégia de tornozelo, o movimento corporal é centrado nas articulações do tornozelo, caracterizando um pêndulo invertido e ocorre durante pequenas perturbações do equilíbrio sobre superfície estável (HORAK, 2006; SHUMWAY-COOK, WOOLLACOTT, 2010). A estratégia de quadril produz movimento amplo e rápido nas articulações do quadril e é utilizada quando a superfície é instável ou estreita ou quando o centro de massa deve ser movido rapidamente (HORAK, 2006). Já a estratégia de passo ocorre quando as estratégias anteriores não são suficientes para recuperar o equilíbrio e sendo possível mudar a posição dos pés (HORAK, 2006).

Considerando ainda que o controle postural depende da interação entre indivíduo, tarefa e ambiente em que a tarefa é executada, além dos mecanismos de controle postural utilizados para manutenção e recuperação do equilíbrio, diversos componentes fisiológicos estão envolvidos na execução eficiente e segura das atividades rotineiras. Alguns desses componentes são: estratégias sensoriais e orientação no espaço, processamento cognitivo, características biomecânicas e controle dinâmico do centro de massa (HORAK, 2006; HORAK, WRISLEY, FRANK, 2009).

Vários estudos têm apontado considerável deterioração do controle postural com o avanço da idade. Esta deterioração está relacionada a diversos fatores, entre eles, alterações do sistema neuromuscular, lentidão do processamento cognitivo e sensorial e problemas biomecânicos. Tais deficiências podem levar o idoso a perdas funcionais, como incapacidade de andar, subir e descer escadas ou sentar e levantar-se independentemente e de maneira segura (HORAK, 2006; GRABINER et al., 2008; GOMES et al., 2013; LIM, LEE, 2012).

Disfunções do sistema de controle postural são caracterizadas por um aumento da velocidade e do deslocamento do centro de massa durante tarefas

semi-estáticas e dinâmicas (BALOH et al., 1998; GOMES et al., 2013) e podem aumentar o risco de quedas (GRABINER et al., 2008; LIM, LEE, 2012).

Alguns estudos têm demonstrado que os efeitos do envelhecimento sobre o equilíbrio são mais acentuados na direção médio-lateral (ML) em relação à direção anteroposterior (AP) (CHANG et al., 2005; HILLIARD et al., 2008). Estudos pregressos demonstram que a maior oscilação postural ML tem sido associada com histórico de quedas (LORD et al., 1999), risco de quedas futuras (MAKI, HOLLIDAY, TOPPER, 1994) e com quedas recorrentes (STEL et al., 2003). Do ponto de vista biomecânico, o equilíbrio na direção médio-lateral, em posição ortostática e durante o passo compensatório, é dependente do torque abdutor-adutor do quadril e de movimentos posturais do tronco (HILLIARD et al., 2008). Assim, as alterações fisiológicas do sistema neuromuscular associadas ao envelhecimento podem contribuir para a instabilidade postural (HILLIARD et al., 2008; PIZZIGALLI et al., 2011).

2.2. Função Muscular e Envelhecimento

Considerando que o sistema eferente é fundamental para o controle postural por ser o sistema de ação que efetua os ajustes posturais antecipatórios e as respostas reativas para manutenção e recuperação do equilíbrio, torna-se evidente a importância do sistema neuromuscular. Além disso, prejuízos na função muscular podem prejudicar o desempenho das AVDs (como marcha e transferências), o que pode levar a perda de independência e piora da qualidade de vida do idoso (LAROCHE et al., 2010; MANINI, CLARK, 2012).

Durante o envelhecimento fisiológico ocorrem diversas alterações morfofisiológicas e funcionais no sistema neuromuscular. Estima-se que haja uma redução da força muscular de 10 a 15% por década dos 40 aos 70 anos de idade (MALAFARINA et al., 2012) e que essa redução seja ainda maior (de 30 a 40% por década) após os 70 anos de idade (MALAFARINA et al., 2012; TUDORASCU et al., 2014). As alterações fisiológicas relacionadas ao envelhecimento que prejudicam a função muscular, resultando em redução da força muscular, podem ser divididas em fatores neurais e musculares (CLARK, MANINI, 2008; MANINI, CLARK, 2012).

Os fatores neurais estão relacionados à redução da excitabilidade cortical e espinhal, perda de neurônios motores, redução do recrutamento e da taxa de disparo das unidades motoras e redução da velocidade do impulso nervoso (CLARK, MANINI, 2008; MANINI, CLARK, 2012; TUDORASCU et al., 2014). Já os fatores musculares estão relacionados à perda de massa muscular, rigidez tendínea, redução do número de fibras de contração rápida do tipo II (CLARK, MANINI, 2008; MANINI, CLARK, 2012; TUDORASCU et al., 2014), aumento da quantidade de gordura intramuscular e alterações estruturais da cadeia pesada de miosina (CLARK, MANINI, 2008; MANINI, CLARK, 2012). Além disso, durante a contração muscular, qualquer alteração no acoplamento excitação-contração, como a redução da liberação do íon cálcio, pode provocar prejuízos na função muscular (CLARK, MANINI, 2008; MANINI, CLARK, 2012; TUDORASCU et al., 2014).

Essas alterações se devem a fatores neuropáticos, hormonais, imunológicos, nutricionais e ao baixo nível de atividade física nos idosos que levam ao aumento da taxa de catabolismo e redução do anabolismo celular (TUDORASCU et al., 2014).

Dentre os parâmetros da função muscular que são prejudicados por essas alterações fisiológicas, deve ser dado destaque para a força e a potência muscular (CASEROTTI et al., 2008; LAROCHE et al., 2010). Prejuízos na força e potência muscular e no equilíbrio postural em idosos são os principais fatores de risco intrínsecos independentes para quedas e para prejuízos funcionais (em tarefas como levantar-se e marcha) (TINETTI, SPEECHLEY, GINTER, 1988; PIZZIGALLI et al., 2011), porém, são passíveis de intervenção para melhora funcional e prevenção de quedas em idosos (HORLINGS et al., 2008; PIZZIGALLI et al., 2011).

Estudos pregressos têm sugerido que a taxa de desenvolvimento de força (TDF) é um importante parâmetro da função muscular relacionado ao risco de quedas, uma vez que é necessária para recuperação do equilíbrio após perturbação postural externa (AAGAARD et al., 2007; LAROCHE et al., 2007; BENTO et al., 2010).

A TDF é definida como a capacidade de desenvolver força muscular rapidamente (AAGAARD et al., 2002). Alguns estudos sugerem ainda, que a potência muscular e a TDF estão mais associadas ao desempenho motor funcional e à incidência de quedas do que a força muscular em si (CASEROTTI et al., 2008; LAROCHE et al., 2010; BENTO et al., 2010).

Diferentes fatores fisiológicos podem influenciar a TDF dependendo da fase da contração muscular. Na fase inicial da contração (<40 ms) as propriedades contráteis intrínsecas do músculo, influenciadas pela magnitude da produção eferente do motoneurônio, taxa de disparo e recrutamento de motoneurônios, parecem ter maior influência na geração da TDF (AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN, AAGAARD, 2006). Já em fases mais tardias da contração (>90 ms), a TDF parece ser mais dependente da força muscular máxima, que está relacionada ao tamanho muscular, à área relativa das fibras de contração rápida e à composição da cadeia pesada de miosina (AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN, AAGAARD, 2006).

De acordo com estudos pregressos, com o envelhecimento, há redução da TDF em diversos grupos musculares, como: extensores de joelho (SCHIMIDT et al., 2014), flexores de joelho (BENTO et al., 2010) e flexores plantares de tornozelo (THOMPSON et al., 2014), o que pode influenciar no risco de quedas.

Há uma grande quantidade de estudos a respeito da influência dos grupos musculares do joelho e tornozelo no equilíbrio e funcionalidade em idosos, enquanto que a musculatura proximal ainda é pouco estudada.

Ham et al. (2010) sugerem que as estruturas musculares proximais têm um papel mais importante do que a articulação do tornozelo em situações de apoio unipodal ou apoio bipodal sob condições mais desafiadoras ou desestabilizadoras. Além disso, a articulação do quadril é um elemento essencial para manter o controle postural e recuperar o equilíbrio após perturbação externa (respostas reativas de quadril e passo) (HORLINGS et al., 2009; HAM et al., 2010). O torque abdutor-adutor do quadril está envolvido não apenas com a regulação da oscilação postural na direção médio-lateral, mas também com o controle da transferência de peso lateral, com a estabilização do segmento lombo-pélvico na marcha e com a produção de movimento do membro inferior durante a realização do passo compensatório (HILLIARD et al., 2008; HORLINGS et al., 2009).

Já o tronco tem como função participar de várias atividades motoras desempenhadas pelo homem enquanto mantém a estabilidade (CECCATO et al., 2009; SWINNEN et al., 2012). Para tal função, há necessidade de uma complexa regulação dos movimentos do tronco e ativação sinérgica da musculatura anterior e posterior, resultando nas ações musculares antecipatórias e reativas (KAVCIC,

GRENIER, MCGILL, 2004; CECCATO et al., 2009). A musculatura extensora do tronco é responsável por manter uma adequada postura da coluna vertebral, controlar a magnitude da flexão do tronco e atenuar as forças de reação do solo (ADEGOKE, BABATUNDE, 2007).

Assim, a geração de força dos músculos flexores e extensores do tronco é uma capacidade física importante a ser considerada na análise da postura e da estabilidade da região lombo-pélvica (GUILHEM et al., 2014). A redução da força desses músculos leva a transmissão inadequada de forças geradas durante os movimentos corporais, o que acarreta em um aumento da sobrecarga nos tecidos passivos (ligamentos, fáscias e tendões), podendo resultar em dor e disfunção musculoesquelética (GUILHEM et al., 2014).

Além disso, a manutenção da força muscular do tronco contribui para a estabilização do centro de massa durante perturbações cinemáticas promovidas pelos movimentos dos membros superiores e inferiores, resultando, assim, em um melhor desempenho e maior economia de movimento durante atividades como a marcha, corrida, entre outras (MOCKOVA, GREENWOOD, DAY, 2006).

3. Justificativa

Apesar do tronco e do quadril serem considerados articulações importantes para a estabilidade postural e funcionalidade, há poucos estudos que avaliam a associação entre função muscular do quadril e do tronco com o equilíbrio e a funcionalidade nos idosos (AMIRIDIS, HATZITAKI, ARABATZI, 2003; CHANG et al., 2005; SURI et al., 2009; MARQUES et al., 2013). Compreender essa associação torna-se clinicamente relevante, pois pode não apenas auxiliar na identificação de idosos com risco de quedas e de prejuízos funcionais, mas também identificar parâmetros musculares específicos a serem tratados com intuito de melhorar o equilíbrio e a capacidade funcional.

4. Objetivo

O objetivo deste estudo foi verificar a associação da função muscular dos abdutores e adutores do quadril e dos extensores e flexores do tronco com o

desempenho do equilíbrio postural e funcionalidade de idosos independentes que vivem na comunidade.

4.1. Objetivos Específicos

Correlacionar a função muscular (pico de torque e taxa de desenvolvimento de força) dos abdutores e adutores de quadril com o equilíbrio semi-estático e dinâmico e com a funcionalidade de idosos da comunidade.

Correlacionar a função muscular (pico de torque e taxa de desenvolvimento de força) dos extensores e flexores de tronco com o equilíbrio semi-estático e dinâmico e com a funcionalidade de idosos da comunidade.

Correlacionar o histórico de quedas com a função muscular do quadril e do tronco, equilíbrio e funcionalidade de idosos da comunidade.

5. Hipótese

A hipótese inicial do estudo era de que quanto maior o PT e a TDF dos abdutores e adutores do quadril e flexores e extensores do tronco, melhor o desempenho nos testes de equilíbrio semi-estático e dinâmico e na funcionalidade dos idosos, assim como, menor o número de quedas.

6. Métodos

6.1. Desenho do Estudo e Amostra

Este é um estudo observacional transversal em idosos independentes que vivem na comunidade.

Ao todo foram contatados 181 idosos dos Núcleos de Saúde da Família (Núcleos 1, 2 e 3) e da comunidade de Ribeirão Preto. O convite foi feito por meio de folders explicativos (APÊNDICE A) distribuídos nos Programas de Integração Comunitária (PICs), nos eventos proporcionados pela USP-RP para a terceira idade

e no comércio e praças do município, assim como por meio de ligações telefônicas a partir dos contatos disponibilizados pelos Núcleos de Saúde da Família.

Critérios de Inclusão: Indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 60 e 80 anos, independentes para as AVDs e com marcha sem uso de dispositivos auxiliares, residentes na comunidade.

Critérios de Exclusão: indivíduos com doenças neurológicas, sequela motora de acidente vascular encefálico ou condição musculoesquelética sintomática que pudesse interferir no equilíbrio e na função muscular (auto relato de dor diária ou disfunção em coluna vertebral ou membros inferiores, indivíduos com prótese de quadril ou de joelho e histórico de fraturas nos 6 meses anteriores a participação na pesquisa), doença cardiovascular descompensada (pressão arterial acima de 160/90 mmHg), queixas de tontura, baixa pontuação no Mini Exame do Estado Mental de acordo com a escolaridade segundo Brucki et al., 2003 (escore menor que 20 pontos para idosos analfabetos, 25 para aqueles com 1 a 4 anos de estudo, 26,5 para aqueles com 5 a 8 anos de estudo, 28 para aqueles com 9 a 11 anos de estudo e 29 para aqueles com mais de 11 anos de estudo) e indivíduos com perda de visão ou com déficit de sensibilidade protetora nos pés, ou seja, indivíduos que apresentassem pelo menos um ponto insensível ao monofilamento de Semmes-Wenstein 10 g (cor laranja), sendo tais pontos: face plantar do hálux, cabeça do 1º, 3º e 5º metatarso (FENG, SCHLOSSER, SUMPIO, 2009).

Dos idosos contatados, 81 foram avaliados, 87 recusaram-se a participar da pesquisa e 13 foram excluídos: 1 devido à perda de visão a esquerda (descolamento de retina); 1 devido à cirurgia recente para catarata; 3 devido à osteoartrite sintomática de joelho, com prejuízo na funcionalidade; 3 devido à retirada do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) no decorrer da avaliação; 1 devido à queixas de tontura; 1 devido à lombalgia crônica com relato de dor de alta intensidade e prejuízo na funcionalidade; 3 devido à hanseníase com déficit de sensibilidade protetora nos pés (Figura 1).

Figura 1. Representação esquemática do desenho do estudo. TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; IMC: índice de massa corporal; IPAQ: *International Physical Activity Questionnaire*.

Considerando o objetivo do estudo, os testes de correlação e de regressão linear foram utilizados para a equação do cálculo amostral. O índice de determinação (r^2) para as várias associações foram calculados a partir de um estudo piloto, sendo utilizado o menor índice ($r^2 = 0,072$) para determinar o tamanho do efeito. Considerando o erro (α) de 5% e o poder do teste de 80% obteve-se um tamanho da amostra de 80 indivíduos. O cálculo amostral foi desenvolvido através do software G*Power, versão 3.1.92 (Universitat Kie; Alemanha).

6.2. Aspectos Éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da FMRP-USP (Ofício nº 4419/2013) (ANEXO A).

No primeiro dia de avaliações, foram fornecidas todas as informações sobre os objetivos, procedimentos do estudo e possíveis riscos da pesquisa e, após a concordância, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B).

6.3. Procedimentos

A coleta de dados foi realizada em três diferentes dias devido à localização dos equipamentos utilizados e a fim de minimizar os efeitos da fadiga muscular nos testes. No primeiro dia, foram coletados dados referentes à caracterização da amostra. Em seguida, os participantes foram submetidos à avaliação do equilíbrio dinâmico por meio da marcha tandem no equipamento Balance Master (Neurocom International Inc., Clackamas, OR), do equilíbrio semi-estático pelo teste clínico de apoio unipodal e da capacidade funcional pelo Teste *Timed Up and Go* (TUG). O segundo dia incluiu a familiarização da avaliação da função muscular, sendo realizadas contrações isométricas máximas de abdução e adução de quadril e de extensão e flexão de tronco no dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro, Nova York, EUA). No terceiro dia de coleta, a avaliação da função muscular por meio de contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) de abdução e adução do quadril e de extensão e flexão de tronco foi registrada. O segundo e o terceiro dias (familiarização e avaliação da função muscular) foram separados por um intervalo de no mínimo dois dias e no máximo sete dias entre eles.

6.3.1. Caracterização da Amostra

No primeiro dia de avaliação foram coletados dados antropométricos (idade, peso, altura, índice de massa corporal), nível de atividade física e histórico de quedas dos participantes. O nível de atividade física foi avaliado por meio do questionário *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) versão curta, já traduzido e validado para utilização no Brasil (MATSUDO et al., 2001) (ANEXO B).

Já o histórico de quedas foi avaliado por um questionário semiestruturado utilizado no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio (LARE) (APÊNDICE C).

6.3.2. Avaliação do Equilíbrio e da Funcionalidade

A avaliação do equilíbrio e da funcionalidade foi realizada no LARE, situado na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto.

Foram avaliados o equilíbrio dinâmico por meio da marcha tandem, o equilíbrio semi-estático por meio do teste clínico de apoio unipodal e a funcionalidade por meio do teste *Timed Up and Go* (TUG).

Marcha tandem: A tarefa marcha tandem foi realizada sobre a plataforma de força Balance Master (Neurocom International Inc., Clackamas, OR) (Figura 2). O teste teve início com o paciente em posição tandem sobre o início da plataforma, com o membro inferior esquerdo à frente do direito. Após comando verbal, o participante foi orientado a andar na postura tandem (com um pé à frente do outro), o mais rápido possível, sobre a linha média da plataforma e se estabilizar por cinco segundos na posição tandem ao final do percurso de 152,4 cm. As variáveis coletadas foram: a velocidade da marcha tandem (m.s^{-1}) e a velocidade de oscilação corporal anteroposterior ao final do movimento (graus.s^{-1}), o que demonstra a capacidade de rápida desaceleração do centro de gravidade (CHANG et al., 2006). O teste foi realizado três vezes e a média de cada uma das variáveis foi considerada.

Figura 2. Participante no final do percurso do teste de marcha tandem sobre a plataforma de força Balance Master para registro da variável velocidade de oscilação corporal (graus.s^{-1}).

Apoio unipodal: Para realização do teste clínico de apoio unipodal, o participante foi solicitado a permanecer em pé sobre a perna dominante, com o joelho oposto fletido a 90 graus e braços relaxados ao lado do corpo. A posição foi mantida com os olhos abertos e fixos em um alvo de 5 cm de diâmetro, posicionado, aproximadamente, na altura dos olhos e a 1,5 m de distância do indivíduo, por no máximo 30 segundos. O teste era interrompido caso o participante utilizasse os membros superiores ou estratégias de quadril para se estabilizar. O tempo que cada participante permaneceu na posição foi cronometrado. Foram realizadas duas tentativas e considerado o maior tempo que o indivíduo permaneceu na posição (SHIMADA et al., 2010).

Teste *Timed Up and Go*: O teste TUG é um teste clínico rápido e de fácil aplicação. Para sua realização, o participante foi solicitado a levantar de uma cadeira, andar 3 metros em sua velocidade habitual, girar, voltar à cadeira e sentar-se (PODSIADLO, RICHARDSON, 1991). O tempo gasto para realização da tarefa foi

cronometrado. O teste foi realizado três vezes e a média das três tentativas foi usada.

6.3.3. Avaliação da Função Muscular

A avaliação da função muscular do quadril e do tronco foi realizada em um dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro, Nova York, EUA) calibrado semanalmente de acordo com recomendações do fabricante.

Inicialmente, os participantes realizaram cinco minutos de exercício em uma bicicleta ergométrica (Athletic Extreme) para preparação muscular (BALDON et al., 2009). Para a avaliação muscular dos grupos musculares abdutores e adutores do quadril e flexores e extensores do tronco, os participantes foram instruídos a realizar as contrações o mais rápido e forte possível de acordo com comando verbal (JOHNSON et al., 2004).

O protocolo de avaliação consistiu em contrações isométricas voluntárias máximas (CIVMs) para obtenção das médias das variáveis pico de torque (PT) (Nm.kg^{-1}) e taxa de desenvolvimento de força (TDF) ($\text{Nm.s}^{-1}.\text{kg}^{-1}$) dos músculos abdutores e adutores de quadril e flexores e extensores de tronco proporcionais ao peso corporal. Foram escolhidas contrações isométricas para que a TDF não fosse influenciada por alterações no braço de momento de força ou por alterações na relação comprimento-tensão do músculo durante a contração (LAROCHE et al., 2010).

Abdutores e adutores de quadril: os indivíduos foram posicionados no dinamômetro isocinético em decúbito lateral com o membro inferior a ser testado para cima e o tronco e membro inferior contralateral fixados por cintos (Figura 3). O eixo rotacional do dinamômetro foi alinhado com o ponto representado pela intersecção de duas retas, uma reta traçada inferiormente a partir da espinha ílaca pósterio-superior em direção ao joelho e a outra reta traçada medialmente ao trocânter maior do fêmur em direção à linha média do corpo (BALDON et al., 2009). A alavanca do dinamômetro foi posicionada 5 cm acima da borda superior da patela.

Figura 3. Posicionamento do participante no dinamômetro isocinético para avaliação da função muscular do quadril.

Os participantes foram instruídos a manter seus dedos do pé para frente e não realizar flexão do joelho do membro a ser testado a fim de evitar alterações no recrutamento muscular e compensações durante a avaliação (BALDON et al., 2009). Apenas o membro inferior dominante foi testado, sendo definido como o membro de preferência do participante para chutar uma bola (JOHNSON et al., 2004).

O protocolo de avaliação foi composto por 3 contrações isométricas voluntárias máximas de abdução e de adução de quadril a 15 graus de abdução do quadril, mantidas por 5 segundos com intervalo de 30 segundos entre elas (JOHNSON et al., 2004).

Flexores e extensores de tronco: foi adotada a posição “semi-em-pé” (Figura 4), caracterizada por cerca de 70 graus de flexão dos quadris a partir da posição em pé, apoio em coluna vertebral e fixação do tronco, pelve e coxas por meio de cintos. O eixo mecânico do dinamômetro foi posicionado na altura da espinha ilíaca anterossuperior (PORTO et al., 2015).

Figura 4. Posicionamento do participante no dinamômetro isocinético para avaliação da função muscular do tronco.

O protocolo de avaliação foi composto por 3 contrações isométricas voluntárias máximas de extensão e flexão de tronco, mantidas por 5 segundos com intervalo de 30 segundos entre cada contração (JOHNSON et al., 2004). Para avaliação dos extensores e flexores do tronco, foram adotadas as posições de 10 graus de flexão e 10 graus de extensão do tronco, respectivamente, a partir da posição inicial (PORTO et al., 2015).

6.4. Processamento e Análise dos Dados

Para a obtenção das variáveis velocidade da marcha tandem (m.s^{-1}) e velocidade de oscilação corporal anteroposterior ao final do movimento (graus.s^{-1}) foi utilizada a plataforma de força Balance Master (Neurocom International Inc., Clackamas, OR), que apresenta frequência de amostragem de 100 Hz. O processamento dos dados e cálculo de tais variáveis foram realizados pelo software específico do fabricante do equipamento (Neurocom International Inc.).

O pico de torque (PT) isométrico e a TDF dos abdutores e adutores do quadril e extensores e flexores de tronco foram normalizados pela massa corporal, para refletir com mais precisão o desempenho funcional dos músculos em relação à massa do indivíduo. As medidas relativas à massa corporal são mais fortemente

relacionadas à facilidade de movimento e à capacidade de se recuperar de uma perda de equilíbrio (LAROCHE et al., 2007).

Para a obtenção da TDF, o dinamômetro isocinético foi conectado a um módulo de eletromiografia (EMG System do Brasil Ltda) para obtenção de uma frequência de amostragem de 2000 Hz. Para o cálculo da TDF foi utilizado o programa Microsoft Excel 2010 e método descrito por LaRoche et al. (2010). Assim, a partir da curva torque *versus* tempo, em janelas de 100 amostras, foi calculado o *slope* torque *versus* tempo da amostra 1 para a amostra 100, seguido da amostra 2 para amostra 101 e assim sucessivamente, de acordo com a equação:

$$TDF_{(1,100)} = \frac{(\text{Torque}_{n=100} - \text{Torque}_{n=1})}{(100\text{amostras}/\text{Freq de amostragem})}$$

O torque *onset* para início do cálculo da TDF foi definido como o primeiro valor $\geq 5\%$ do pico de torque isométrico (CROZARA et al., 2013).

A figura 5 demonstra dados representativos do pico de torque e da taxa de desenvolvimento de força a partir da curva torque *versus* tempo.

Figura 5. Dados representativos do pico de torque e da taxa de desenvolvimento de força obtidos a partir da curva torque x tempo. TDF: taxa de desenvolvimento de força.

Considerando os diferentes componentes (neurais e musculares) que influenciam a TDF nos diferentes tempos de contração muscular, a TDF dos abdutores e adutores de quadril e extensores e flexores de tronco foi calculada em 2

momentos diferentes da contração: a 30 ms e a 200 ms a partir do início da produção de torque.

6.5. Análise Estatística

Para a análise estatística foi utilizado o programa GraphPad Prism versão 5.0 para Windows (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA). Para a caracterização dos participantes foram utilizados média e desvio padrão para os dados antropométricos e número de quedas, e porcentagem para o sexo e o nível de atividade física. As correlações dos dados de função muscular do quadril e do tronco e as variáveis da marcha tandem, apoio unipodal e TUG foram realizadas por meio do teste de correlação de Pearson (para dados com distribuição normal) e de Spearman (para dados com distribuição não-normal), após a aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para obtenção do coeficiente de correlação (r). Valores de r entre 0,00 e 0,25 foram considerados como correlação muito baixa ou sem correlação; 0,25 a 0,50, correlação baixa; 0,50 a 0,75, correlação moderada; 0,75 a 1,00, correlação alta (COEHN, 1988).

Ainda, para as variáveis que foram encontrados coeficientes de correlação (r) significativos ($p < 0,05$), foi aplicado um teste de regressão linear, para obtenção do índice de determinação (r^2), considerando como variável dependente as variáveis do equilíbrio e da funcionalidade. O r^2 varia entre 0 e 1 (correspondendo a 0 a 100%) (SURI et al., 2009; WERT et al., 2010), sendo que valores mais próximos de 1 (ou 100%) indicam maior contribuição dos parâmetros da função muscular sobre o equilíbrio e a funcionalidade. O nível de significância para todos os testes estatísticos foi ajustado em 5% ($p < 0,05$).

7. Resultados

Os dados antropométricos, idade e número de quedas da amostra total estão apresentados na Tabela 1. O estudo contou com a participação de apenas 16 idosos (19,75% da amostra) com histórico de queda única em 6 meses. Os idosos caídores recorrentes contatados recusaram-se a participar da pesquisa.

Tabela 1. Caracterização da amostra total. Dados apresentados em média $\pm$ desvio-padrão (DP).

	n = 81
Idade (anos)	67,27 $\pm$ 4,29
Peso (kg)	70,16 $\pm$ 11,32
Altura (m)	1,57 $\pm$ 0,07
IMC (kg.m ⁻²)	28,30 $\pm$ 3,99
Número de quedas	0,19 $\pm$ 0,40

IMC: Índice de massa corporal

A Tabela 2 apresenta a caracterização dos participantes com e sem histórico de quedas.

Tabela 2. Caracterização dos participantes com e sem histórico de quedas. Dados apresentados em média $\pm$ DP.

	Sem quedas (n = 65)	Com quedas (n = 16)
Idade (anos)	67,04 $\pm$ 4,24	68,18 $\pm$ 4,51
Peso (kg)	71,21 $\pm$ 11,77	65,85 $\pm$ 8,21
Altura (m)	1,57 $\pm$ 0,07	1,55 $\pm$ 0,04
IMC (kg.m ⁻²)	28,55 $\pm$ 4,16	27,26 $\pm$ 3,11

As porcentagens da amostra total composta pelos sexos feminino e masculino e pelos diferentes níveis de atividade física segundo o IPAQ estão apresentadas na Figura 6.

Figura 6. Porcentagem da amostra total composta pelos sexos feminino e masculino e pelos diferentes níveis de atividade física segundo o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ).

A Figura 7 apresenta as porcentagens de idosos com e sem histórico de quedas composta pelos sexos feminino e masculino e pelos diferentes níveis de atividade física segundo o IPAQ.

Figura 7. Porcentagem da amostra composta pelos sexos feminino e masculino e pelos diferentes níveis de atividade física segundo o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) em idosos (A) sem histórico de quedas e (B) com histórico de quedas.

A Figura 8 apresenta as médias e os desvios-padrão das variáveis da função muscular do quadril obtidos na amostra total avaliada.

Figura 8. Parâmetros da função muscular do quadril da amostra total. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.

A Figura 9 apresenta as médias e os desvios-padrão das variáveis da função muscular do quadril de idosos com e sem histórico de quedas.

Figura 9. Parâmetros da função muscular do quadril em idosos (A) sem histórico de quedas e (B) com histórico de quedas. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.

A Figura 10 apresenta as médias e os desvios-padrão das variáveis da função muscular do tronco obtidos na amostra total avaliada.

Figura 10. Parâmetros da função muscular do tronco da amostra total. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.

A Figura 11 apresenta as médias e os desvios-padrão das variáveis da função muscular do tronco de idosos com e sem histórico de quedas.

Figura 11. Parâmetros da função muscular do tronco em idosos (A) sem histórico de quedas e (B) com histórico de quedas. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.

A Tabela 3 apresenta os valores das variáveis do equilíbrio e funcionalidade obtidos na amostra total avaliada.

Tabela 3. Equilíbrio e funcionalidade da amostra total. Dados apresentados em média $\pm$ DP

	n = 81
Velocidade da marcha tandem (m.s ⁻¹)	0,21 $\pm$ 0,08
Velocidade de oscilação corporal (graus.s ⁻¹)	4,53 $\pm$ 1,83
Teste de apoio unipodal (s)	20,97 $\pm$ 9,96
TUG (s)	8,72 $\pm$ 1,46

TUG: teste *Timed Up and Go*.

A Tabela 4 apresenta os valores das variáveis do equilíbrio e funcionalidade em idosos com e sem histórico de quedas.

Tabela 4. Equilíbrio e funcionalidade de idosos com e sem histórico de quedas. Dados apresentados em média $\pm$ DP

	Sem quedas (n = 65)	Com quedas (n = 16)
Velocidade da marcha tandem (m.s ⁻¹)	0,20 $\pm$ 0,08	0,23 $\pm$ 0,08
Velocidade de oscilação corporal (graus.s ⁻¹)	4,37 $\pm$ 1,83	5,21 $\pm$ 1,72
Teste de apoio unipodal (s)	21,58 $\pm$ 9,76	18,05 $\pm$ 10,73
TUG (s)	8,63 $\pm$ 1,42	9,11 $\pm$ 1,60

TUG: teste *Timed Up and Go*.

7.1. Associações entre Quadril, Equilíbrio e Funcionalidade

O coeficiente de correlação (r) entre as variáveis da função muscular do quadril e dos testes de equilíbrio e funcionalidade estão apresentados na Tabela 5. Foi encontrada correlação positiva entre velocidade da marcha tandem e PT abdutor ($r = 0,355$; $p = 0,001$) e PT adutor ($r = 0,224$; $p = 0,044$). Também foi encontrada correlação positiva significativa entre o tempo do teste de apoio unipodal e PT abdutor ($r = 0,384$; $p = 0,0004$) e PT adutor ($r = 0,252$; $p = 0,023$).

Foi encontrada correlação negativa entre velocidade de oscilação corporal ao final da marcha tandem e TDF 200 ms de abdução ($r = -0,276$; $p = 0,013$). Também entre o tempo do teste TUG e TDF 30 ms de abdução ($r = -0,331$; $p = 0,003$), PT abdutor ($r = -0,331$; $p = 0,003$) e PT adutor ($r = -0,254$; $p = 0,027$).

Tabela 5. Coeficiente de correlação (r) entre parâmetros da função muscular do quadril e equilíbrio e funcionalidade nos idosos (n = 81).

	TDF 30 abdução	TDF 200 abdução	TDF 30 adução	TDF 200 adução	PT abdutor	PT adutor
Velocidade da marcha tandem (m.s ⁻¹)	0,217	0,086	0,183	0,040	0,355*	0,224*
Velocidade de oscilação corporal (graus.s ⁻¹)	-0,179	-0,276[#]	-0,147	-0,093	-0,179	-0,189
Teste de apoio unipodal (s)	0,124	0,098	0,045	0,018	0,384**	0,252*
TUG (s)	-0,331[#]	-0,148	-0,163	0,017	-0,331*	-0,254*

[#]p < 0,05 segundo o teste de Spearman; *p < 0,05 segundo o teste de Pearson; ** p < 0,001 segundo teste de Pearson. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque; TUG: teste *Timed Up and Go*.

Para quantificar a contribuição da função muscular do quadril no equilíbrio semi-estático, equilíbrio dinâmico e funcionalidade, foi realizado teste de regressão linear para obtenção do índice de determinação (r^2) das variáveis que apresentaram correlação significativa (Tabela 6).

Com o teste de regressão linear, foi detectado índice de determinação significativo entre velocidade da marcha tandem e PT abdutor ($r^2 = 0,152$; p = 0,0003) e PT adutor ($r^2 = 0,079$; p = 0,010); entre velocidade de oscilação corporal ao final da marcha tandem e TDF 200 ms de abdução ($r^2 = 0,091$; p = 0,015); entre o tempo do teste de apoio unipodal e PT abdutor ($r^2 = 0,147$, p = 0,0004) e PT adutor ($r^2 = 0,069$, p = 0,017); e entre o tempo do teste TUG e TDF 30 ms de abdução ($r^2 = 0,076$; p = 0,012), PT abdutor ($r^2 = 0,109$; p = 0,002) e PT adutor ($r^2 = 0,064$; p = 0,022).

Tabela 6. Índice de determinação (r^2) entre parâmetros da função muscular do quadril e equilíbrio e funcionalidade nos idosos (n = 81).

	TDF 30 abdução	TDF 200 abdução	PT Abdutor	PT Adutor
Velocidade da marcha tandem (m.s^{-1})	-	-	0,152**	0,079*
Velocidade de oscilação corporal (graus.s^{-1})	-	0.091*	-	-
Teste de apoio unipodal (s)	-	-	0,147**	0.069*
TUG (s)	0.076*	-	0.109*	0.064*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque; TUG: teste *Timed Up and Go*.

A figura 12 ilustra as relações entre função muscular do quadril, equilíbrio e funcionalidade.

Figura 12. Relação entre função muscular do quadril, equilíbrio e funcionalidade. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.

7.2. Associações entre Tronco, Equilíbrio e Funcionalidade

O coeficiente de correlação (r) entre as variáveis da função muscular do tronco e dos testes de equilíbrio e funcionalidade estão apresentados na Tabela 7.

Foi encontrada correlação positiva entre a velocidade da marcha tandem e PT flexor ($r = 0,243$; $p = 0,028$); e entre o tempo do teste de apoio unipodal e TDF 200 ms de extensão ($r = 0,289$; $p = 0,010$), PT flexor ($r = 0,409$; $p = 0,0001$) e PT extensor ($r = 0,223$; $p = 0,045$).

Foi encontrada correlação negativa entre velocidade de oscilação corporal ao final da marcha tandem e TDF 30 ms de extensão ($r = -0,230$; $p = 0,041$) e PT extensor ($r = -0,284$; $p = 0,010$); e entre o tempo do teste TUG e TDF 30 ms de extensão ($r = -0,350$; $p = 0,002$), TDF 200 ms de extensão ($r = 0,279$; $p = 0,013$), PT flexor ($r = -0,418$; $p = 0,0001$) e PT extensor ($r = -0,361$; $p = 0,0009$).

Tabela 7. Coeficiente de correlação (r) entre parâmetros da função muscular do tronco e equilíbrio e funcionalidade nos idosos ($n = 81$).

	TDF 30 flexão	TDF 200 flexão	TDF 30 extensão	TDF 200 extensão	PT flexor	PT extensor
Velocidade da marcha tandem ($m.s^{-1}$)	0,200	0,192	0,185	0,185	0,243*	0,079
Velocidade de oscilação corporal ($graus.s^{-1}$)	-0,155	-0,004	-0,230[#]	-0,151	-0,149	-0,284*
Teste de apoio unipodal (s)	0,171	0,167	0,187	0,289[#]	0,409**	0,223*
TUG (s)	-0,112	-0,112	-0,350[#]	-0,279[#]	-0,418**	-0,361**

[#] $p < 0,05$ segundo o teste de Spearman; * $p < 0,05$ segundo o teste de Pearson; ** $p < 0,001$ segundo teste de Pearson. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque; TUG: teste *Timed Up and Go*.

Para quantificar a contribuição da função muscular do tronco no equilíbrio semi-estático, equilíbrio dinâmico e funcionalidade, foi realizado teste de regressão

linear para obtenção do índice de determinação (r^2) das variáveis que apresentaram correlação significativa (Tabela 8).

Com o teste de regressão linear, foi detectado índice de determinação significativo entre velocidade da marcha tandem e PT flexor ($r^2 = 0,047$; $p = 0,051$); entre a velocidade de oscilação corporal ao final da marcha tandem e TDF 30 ms de extensão ($r^2 = 0,074$; $p = 0,015$) e PT extensor ($r^2 = 0,080$; $p = 0,010$); entre o tempo do teste de apoio unipodal e TDF 200 ms de extensão ($r^2 = 0,063$; $p = 0,026$); PT flexor ($r^2 = 0,167$; $p = 0,0001$) e PT extensor ($r^2 = 0,049$; $p = 0,051$); e entre o tempo do teste TUG e TDF 30 ms de extensão ($r^2 = 0,095$; $p = 0,017$), TDF 200 ms de extensão ($r^2 = 0,072$; $p = 0,017$), PT flexor ($r^2 = 0,174$; $p = 0,0001$) e PT extensor ($r^2 = 0,130$; $p = 0,0009$).

Tabela 8. Índice de determinação (r^2) entre parâmetros da função muscular do tronco e equilíbrio e funcionalidade nos idosos ($n = 81$).

	TDF 30 extensão	TDF 200 extensão	PT flexor	PT extensor
Velocidade da marcha tandem (m.s ⁻¹)	-	-	0,047	-
Velocidade de oscilação corporal (graus.s ⁻¹)	0,074*	-	-	0,080*
Teste de apoio unipodal (s)	-	0,063*	0,167**	0,049
TUG (s)	0,095*	0,072*	0,174**	0,130**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque; TUG: teste *Timed Up and Go*.

A figura 13 ilustra as relações entre função muscular do tronco, equilíbrio e funcionalidade.

Figura 13. Relação entre função muscular do tronco, equilíbrio e funcionalidade. TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque.

7.3. Quedas

As correlações entre número de quedas e função muscular do quadril estão apresentadas na Tabela 9. Não houve associação significativa entre o número de quedas e as variáveis da função muscular do quadril.

Tabela 9. Coeficiente de correlação (r) entre número de quedas e função muscular do quadril nos idosos ($n = 81$).

	Coeficiente de correlação (r)
TDF 30 abdução (Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹)	0,043
TDF 200 abdução (Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹)	-0,018
TDF 30 adução (Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹)	0,060
TDF 200 adução (Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹)	0,101
PT abdutor (Nm.kg ⁻¹)	-0,025
PT adutor (Nm.kg ⁻¹)	-0,062

TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque

As correlações entre número de quedas e função muscular do tronco estão apresentadas na Tabela 10. Não houve associação significativa entre o número de quedas e as variáveis da função muscular do tronco.

Tabela 10. Coeficiente de correlação (r) entre número de quedas e função muscular do tronco nos idosos (n = 81).

	Coeficiente de correlação (r)
TDF 30 flexão (Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹)	-0,198
TDF 200 flexão (Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹)	0,161
TDF 30 extensão (Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹)	-0,013
TDF 200 extensão (Nm.s ⁻¹ .kg ⁻¹)	0,053
PT flexor (Nm.kg ⁻¹)	-0,035
PT extensor (Nm.kg ⁻¹)	-0,042

TDF: taxa de desenvolvimento de força; PT: pico de torque

As correlações entre número de quedas e equilíbrio e funcionalidade estão apresentadas na Tabela 11. Não houve associação significativa entre o número de quedas e as variáveis do equilíbrio e funcionalidade.

Tabela 11. Coeficiente de correlação (r) entre número de quedas e equilíbrio e funcionalidade nos idosos (n = 81).

	Coeficiente de correlação (r)
Velocidade da marcha tandem (m.s ⁻¹)	0,185
Velocidade de oscilação corporal (graus.s ⁻¹)	0,206
Teste de apoio unipodal (s)	-0,128
TUG (s)	0,103

TUG: teste *Timed Up and Go*.

8. Discussão

O presente estudo demonstrou que os músculos do quadril e do tronco apresentam associação com o desempenho nos testes de equilíbrio e funcionalidade em idosos independentes que vivem na comunidade. Assim, nossas hipóteses iniciais foram parcialmente comprovadas, uma vez que maiores PT e TDF do quadril e do tronco contribuíram para o melhor desempenho nos testes de equilíbrio e funcionalidade, porém não apresentaram correlação com o número de quedas.

A falta de correlação entre número de quedas e função muscular do quadril e do tronco, equilíbrio e funcionalidade pode ser devido ao baixo número de quedas da amostra e ao fato de que só foram avaliados idosos com histórico de uma única queda nos 6 meses anteriores à pesquisa. Assim, incluir idosos caídores recorrentes em estudos futuros poderá trazer resultados mais claros a respeito do papel dos músculos proximais na incidência de quedas na população geriátrica.

São poucos os estudos encontrados a respeito da associação entre função muscular dos grupos musculares abdutores e adutores de quadril e flexores e extensores do tronco com equilíbrio e funcionalidade em idosos. De modo geral, nossos resultados corroboram com estudos pregressos que sugeriram que a função muscular do quadril é importante para manutenção do controle postural em idosos (HORLINGS et al., 2009; HAM et al., 2010), principalmente em situações de apoio unipodal ou apoio bipodal sob condições mais desafiadoras ou desestabilizadoras (HAM et al., 2010), e que os músculos do tronco exercem papel importante no equilíbrio e funcionalidade por possivelmente manter a estabilidade proximal (SURI et al., 2009; CECCATO et al., 2009).

Estudos que investigaram o papel da função muscular da musculatura proximal incluíram avaliação da resistência muscular do quadril (GRIBBLE, HERTEL, 2004; REIMER, WIKSTROM, 2010), atividade eletromiográfica do quadril (AMIRIDIS, HATZITAKI, ARABATZI, 2003) e do tronco (CECCATO et al., 2009, MARQUES et al., 2013) e pico de torque e resistência muscular do tronco (SURI et al., 2009), sendo que poucos estudos investigaram a variável TDF do quadril em idosos (JOHNSON et al., 2004; CHANG et al., 2005). Além disso, não foram encontrados estudos que avaliassem a TDF dos músculos do tronco de idosos ou sua relação com o controle postural e com a capacidade funcional.

Assim, esse estudo contribuiu para o melhor entendimento do papel da musculatura proximal do quadril e do tronco no equilíbrio e funcionalidade, trazendo inclusive dados sobre a contribuição da TDF que é um parâmetro, até então, pouco estudado para esses grupos musculares.

8.1. Quadril

Os músculos abdutores de quadril apresentam uma maior contribuição na manutenção da estabilidade médio-lateral devido à vantagem biomecânica do músculo glúteo médio (WINTER et al., 1996; LEE, SOUZA, POWERS, 2012), que consiste no maior músculo abdutor do quadril, com cerca de 60% do total da área de secção transversa dos abdutores (NEUMANN, 2010).

O braço de momento do músculo glúteo médio é maior do que de outros músculos que atuam na manutenção do controle postural na direção ML, tais como inversores e eversores de tornozelo. Assim, os abdutores de quadril são mais eficazes para reposicionar o centro de massa em resposta a perturbações médio-laterais (NEUMANN, 2010; LEE, SOUZA, POWERS, 2012).

Considerando que existem diferentes componentes que influenciam a geração de força de acordo com o período da contração muscular, a TDF foi analisada em dois diferentes períodos: a 30 ms (correspondendo a fase inicial da contração) e a 200 ms (correspondendo a uma fase mais tardia da contração muscular). Nossos resultados demonstraram correlação fraca e negativa, com índice de determinação significativo de 7,6% entre TDF de abdução de quadril a 30 ms com o tempo de execução do TUG, ou seja, quanto maior a TDF dos abdutores de quadril a 30 ms, melhor o desempenho no teste.

O teste *Timed Up and Go* tem sido utilizado para identificar risco de quedas e declínio funcional em idosos (SHIMADA et al., 2010). Esse teste abrange diversas habilidades que são necessárias nas atividades diárias, como transferência, marcha e giro (DONOGHUE et al., 2014). Assim, diversos fatores podem estar envolvidos para um bom desempenho nesse teste, incluindo o sistema de controle postural e a função muscular dos membros inferiores (SHIMADA et al., 2010), como demonstrado nos resultados do presente estudo.

Chang et al. (2005) sugeriram que a TDF é mais importante em tarefas dinâmicas, uma vez que em seu estudo encontraram maior valor preditivo da TDF de

abdutores de quadril no escore do teste de marcha tandem do que no teste de apoio unipodal, o que pode explicar os achados de correlação entre o TUG e a TDF em nosso estudo.

A marcha tandem, que avalia o equilíbrio dinâmico em base estreita, tem sido utilizada para identificar idosos com maior risco de quedas (KIM et al., 2010), de quedas recorrentes (CHO, SCARPACE, ALEXANDER, 2004), de fratura de quadril (DARGENT-MOLINA et al., 1996) e para mensurar habilidades funcionais (KANG et al., 2004). Já o teste de apoio unipodal, que avalia o equilíbrio semi-estático em base estreita, também tem sido amplamente utilizado para avaliar o risco de quedas em idosos (JONSSON, SEIGER, HIRSCHFELD, 2004). Dado que essas tarefas desafiam a estabilidade médio-lateral, supõe-se que os grupos musculares do quadril desempenhem importante papel nesses testes (WINTER et al., 1996; AMIRIDIS, HATZITAKI, ARABATZI, 2003; CHANG et al., 2005).

Chang et al. (2005) identificaram, em idosos, a associação entre a TDF de abdutores de quadril com o tempo gasto para realização da marcha tandem (percurso de 6,10 m) e com o tempo de permanência em apoio unipodal, mas não encontraram correlação entre a TDF e oscilação do centro de pressão (COP) durante o passo compensatório. Esses autores concluíram que a TDF está mais relacionada com tarefas de equilíbrio em condições voluntárias do que reativas, ou seja, o déficit na TDF de quadril desempenha papel importante nas quedas causadas por perturbações posturais geradas por erros no controle motor (CHANG et al., 2005). Ainda nesse estudo, os autores também sugeriram que a falta de associação entre a TDF e a oscilação do COP no passo compensatório pode ser explicada pelas diferentes estratégias adotadas após perturbação externa do controle postural, o que leva a ativação de diferentes grupos musculares em diferentes planos de movimento.

Em nosso estudo, além da atividade dinâmica como o TUG, também foi encontrada correlação entre a TDF a 200 ms dos abdutores de quadril e a velocidade de oscilação corporal ao final da marcha tandem, que corresponde a transição de uma tarefa dinâmica para uma tarefa semi-estática. Apesar de não encontrarmos estudos que investigaram a influência da TDF dos músculos abdutores de quadril em condições semelhantes, nossos resultados sugerem que, possivelmente, a TDF auxilie na estabilidade corporal após uma tarefa dinâmica,

promovendo ajustes posturais antecipatórios, podendo ser importante para prevenção de quedas. Dessa forma, é recomendado que futuras investigações sejam conduzidas para averiguar essas hipóteses.

Estudos pregressos sugeriram que a velocidade da contração muscular é um preditor de desempenho funcional mais forte do que a força muscular (CASEROTTI et al., 2008; LAROCHE et al., 2010; BENTO et al., 2010). Porém, em nosso estudo, encontramos maiores índices de correlação e de determinação entre o pico de torque abdutor e adutor do quadril com os testes de equilíbrio e funcionalidade, do que da TDF com os mesmos.

Schultz (1995) em sua revisão sobre função muscular e mobilidade em idosos sugere que, apesar de durante a execução de atividades diárias não haver necessidade do uso da força muscular máxima, a capacidade de gerar força é um importante parâmetro para a funcionalidade no idoso em decorrência de dois motivos: (1) em algumas tarefas diárias (como levantar-se) os idosos podem adotar estratégias que requerem maior força muscular do que aquelas estratégias adotadas por jovens; e (2) atividades que requerem maior demanda física (como recuperar equilíbrio para evitar uma queda) parecem estar associadas, em parte, com a capacidade de gerar força muscular.

Além disso, um dos principais papéis funcionais dos músculos abdutores de quadril é durante o apoio unipodal, inclusive durante a fase de apoio simples da marcha (JOHNSON et al., 2004; NEUMANN, 2010). Nessa condição, os músculos abdutores de quadril devem gerar um torque abdutor (momento interno) no membro de apoio para contrapor o momento externo (gravitacional) de adução, e assim, estabilizar a pelve em relação ao fêmur (NEUMANN, 2010). Nesse sentido, devido à diferença do comprimento dos braços de momento externo e interno, os abdutores de quadril devem produzir uma força muscular cerca de duas vezes o peso corporal. Ainda, para manutenção do equilíbrio semi-estático, há uma força de reação articular com direção contrária, mas de mesma magnitude da força muscular dos abdutores (NEUMANN, 2010). Essas forças podem ser ainda maiores em situações dinâmicas, como andar ou subir e descer degraus (NEUMANN, 2010; LEE, SOUZA, POWERS, 2012).

Nossos resultados mostraram contribuição significativa do PT abdutor e do PT adutor do quadril sobre as variáveis velocidade da marcha tandem (15,2% e 7,9%,

respectivamente), apoio unipodal (14,7% e 6,9%, respectivamente) e TUG (10,9% e 6,4%, respectivamente). Isso indica que quanto maior a força muscular do quadril, melhor o desempenho nos testes de equilíbrio e funcionalidade nos idosos.

Amiridis, Hatzitaki e Arabatzi (2003) avaliaram a atividade eletromiográfica (EMG) e a cinemática do quadril e do tornozelo de jovens e idosos em três condições semi-estáticas: posição ortostática com pés paralelos, posição tandem e apoio unipodal. Os jovens apresentaram apenas aumento da atividade EMG de tornozelo à medida que foi se estreitando a base de suporte. Já os idosos, apresentaram uma combinação de estratégias de quadril e de tornozelo ao se estreitar a base de suporte, apresentando maior atividade EMG dos músculos do quadril e maiores alterações cinemáticas.

Assim, de acordo com esses autores, em idosos, quanto mais desafiadora a tarefa, maior a dependência dos músculos do quadril para manutenção do equilíbrio. Essa afirmação pode explicar, em parte, os resultados do nosso estudo em que o maior pico de torque resultou em melhor desempenho no equilíbrio e na funcionalidade de idosos, uma vez que uma maior atividade eletromiográfica está, indiretamente, relacionada a uma maior geração de força muscular (BROWN, MCGILL, 2008) e que os idosos são dependentes do uso da estratégia do quadril em tarefas que desafiam a estabilidade médio-lateral (AMIRIDIS, HATZITAKI, ARABATZI, 2003), como nos testes de marcha tandem e apoio unipodal.

Apesar do teste TUG não permitir identificar qual componente (sentar-levantar, marcha e giro) tem maior contribuição no seu score, Shimada et al. (2010) demonstraram que o TUG apresenta maior correlação com a marcha do que com o equilíbrio unipodal ou com a força muscular do joelho e tornozelo. Para o bom desempenho na marcha é esperado alterações rápidas e coordenadas de geração de torque abdutor e adutor do quadril, a fim de estabilizar a pelve principalmente na fase de apoio simples (JOHNSON et al., 2004). Isso ajuda a justificar a associação encontrada em nosso estudo entre PT abdutor e adutor de quadril com o TUG.

Ainda é escasso na literatura estudos que tem investigado a contribuição dos músculos abdutores e adutores do quadril no controle postural. Gribble e Hertel (2004) observaram, em seu estudo com jovens saudáveis, que a fadiga dos músculos abdutores de quadril afeta negativamente o equilíbrio (apoio unipodal) mais do que a fadiga da musculatura distal do tornozelo. Lee, Souza e Powers

(2012) avaliaram a influência da força muscular dos abdutores de quadril na estabilidade postural dinâmica em mulheres jovens com e sem dor femoropatelar. Esses autores encontraram menor pico de torque abdutor de quadril e pior desempenho na estabilidade postural em jovens sintomáticas, o que confirmou a sua hipótese inicial de que a força muscular do quadril tem uma importante contribuição na estabilidade postural médio-lateral.

O presente estudo também demonstrou que há contribuição da musculatura proximal do quadril sobre o desempenho de tarefas semi-estáticas e dinâmicas, importantes para independência e funcionalidade dos idosos.

8.2. Tronco

O tronco corresponde a cerca de dois terços da massa corporal total (CECCATO et al., 2009; SWINNEN et al., 2012) e devido à sua posição em relação aos pés, exerce um importante efeito de alavanca no modelo de pêndulo invertido quando em posição ortostática (CECCATO et al., 2009). Assim, para o adequado desempenho de tarefas semi-estáticas e dinâmicas é fundamental manter a estabilidade da coluna vertebral (HAM et al., 2010). Déficits na estabilidade do tronco podem estar relacionados a diferentes estratégias compensatórias e padrões anormais de respostas posturais (HAM et al., 2010).

No presente estudo encontramos contribuição significativa do PT flexor de tronco de 16,7% sobre o apoio unipodal e de 17,4% sobre o TUG. Também foi encontrada contribuição significativa do PT extensor de 8% na velocidade de oscilação corporal ao final da marcha tandem e de 13% no TUG.

Nossos achados quanto à correlação entre PT flexor do tronco com a manutenção da postura semi-estática (apoio unipodal) e com o melhor desempenho em atividade dinâmica (TUG) podem estar relacionados à estabilidade segmentar da coluna vertebral (GRANACHER et al., 2013). Para promover a estabilidade do tronco e proteger a coluna vertebral durante desafios posturais, são utilizadas estratégias de co-contração dos grupos musculares flexores e extensores de tronco a fim de manter a estabilidade inter-segmentar (MEHTA et al., 2010). Além disso, a menor habilidade de recrutar os músculos abdominais (como o transverso do abdome e o oblíquo interno) está relacionada a prejuízos no desempenho de AVDs

(inclusive na marcha) (FERREIRA et al., 2010; MARQUES et al., 2013) e a disfunções da coluna vertebral (FERREIRA et al., 2010).

Os músculos extensores são responsáveis pela manutenção do tronco na posição ereta e na promoção de um adequado equilíbrio entre flexibilidade e rigidez durante atividades dinâmicas como a marcha (SWINNEN et al., 2012). Granito et al. (2012) identificaram que a fraqueza dos extensores de tronco apresenta correlação com o aumento da cifose torácica. Tanto a fraqueza desse grupo muscular quanto a hipercifose torácica parecem estar relacionados ao aumento de incidência de quedas e de fraturas e a prejuízos na qualidade de vida dos idosos (KASUKAWA et al., 2010; GRANITO et al., 2012). Além disso, Kasukawa et al. (2010) também identificaram que alterações posturais e da mobilidade da coluna lombar, provocadas em parte pela fraqueza dos extensores do tronco, representa fator de risco para quedas nos idosos.

Suri et al. (2009) avaliaram a associação entre força e resistência muscular dos extensores e flexores de tronco com o equilíbrio e a mobilidade (teste de apoio unipodal, escala *Short Physical Performance Battery* – SPPB e escala de equilíbrio de Berg) de 70 idosos da comunidade com limitação da mobilidade (detectada por meio da SPPB). Seus resultados demonstraram contribuição significativa da força muscular dos extensores de tronco de 9% sobre o tempo de permanência em apoio unipodal, e da resistência muscular dos extensores de tronco de 14% sobre a SPPB e de 17% sobre a escala de equilíbrio de Berg.

Há evidências na literatura de que os músculos extensores de tronco desempenham importante papel nas AVDs, principalmente aquelas que envolvem movimento anterior no plano sagital, como na deambulação (CECCATO et al., 2009; GRANACHER et al., 2013). Ceccato et al. (2009) sugeriram que os músculos eretores da espinha estão mais relacionados à geração dos movimentos do tronco durante a marcha, do que à reação a esses movimentos, ou seja, a atividade rítmica desses músculos identificada durante a marcha é eficiente para o controle postural pois promove ajustes posturais antecipatórios e não reativos, envolvidos em ações antecipatórias à propulsão (CECCATO et al., 2009).

Apesar da incapacidade de verificar a influência dos músculos do tronco em cada componente (sentar-levantar, marcha e giro) do teste TUG, a contribuição desses grupos musculares neste teste, encontrada em nosso estudo, pode ser

devido à sua importância na marcha, mas também na tarefa de levantar-se durante o teste. Estudos prévios demonstram ativação muscular dos paravertebrais na fase 1 do movimento de passar de sentado para em pé, que corresponde ao momento de flexão do tronco e da pelve resultando em deslocamento anterior do centro de massa e pico de atividade EMG desse grupo muscular na fase 2, que corresponde ao momento de transferência que se inicia com a perda do contato das nádegas com a cadeira (MILLINGTON, MYKLEBUST, SHAMBES, 1992; GOULART et al., 2003). Além disso, devido à grande mudança de estabilidade da tarefa de levantar-se, ajustes posturais são constantemente necessários, principalmente na fase 2 (GOULART et al., 2003).

Além das correlações do PT flexor e extensor, nossos resultados demonstraram contribuição significativa da TDF de extensão de tronco a 30 ms de 7,4% sobre a velocidade de oscilação corporal ao final da marcha tandem e de 9,5% sobre o TUG. Assim como, da TDF de extensão de tronco a 200 ms de 6,3% sobre o teste de apoio unipodal e de 7,2% sobre o TUG. Ou seja, quanto maior a TDF dos extensores de tronco, melhor a estabilidade postural e o desempenho nos testes.

A variável velocidade de oscilação corporal anteroposterior ao final da marcha tandem é um indicativo da capacidade de rápida desaceleração do centro de massa (CHANG et al., 2006). A correlação da TDF dos extensores com essa variável confirma a hipótese de que os músculos extensores do tronco são importantes para a estabilidade postural, por possivelmente serem efetores dos ajustes posturais antecipatórios (KIBLER, PRESS, SCIASCIA, 2006).

Não foram encontrados estudos sobre a relação entre TDF de tronco e equilíbrio e funcionalidade nos idosos. Assim, esses resultados tornam-se relevantes, pois mostram que não apenas a força muscular do tronco é importante para o controle postural e funcionalidade, mas também a capacidade de rápida geração da força extensora do tronco no início da contração muscular. A contribuição da TDF a 30 ms reforça a hipótese de que o desempenho funcional não é puramente dependente da força muscular, uma vez que a TDF em períodos de contração muscular menores que 40 ms estão mais associados a fatores como magnitude da produção eferente do motoneurônio, taxa de disparo e recrutamento de motoneurônios (AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN, AAGAARD, 2006).

Apesar de sua aparente importância, poucos estudos avaliaram a associação entre a cinética do tronco e equilíbrio e atividades funcionais, dando mais enfoque aos grupos musculares dos membros inferiores. Porém, nosso estudo e outros estudos recentes (SURI et al., 2009; KASUKAWA et al., 2010; GRANACHER et al., 2013) têm demonstrado que diferentes parâmetros da função muscular do tronco são importantes para o equilíbrio e desempenho funcional de idosos, o que pode estar relacionado aos ajustes posturais antecipatórios gerados a partir da ativação desses grupos musculares, o que, por sua vez, melhora a estabilidade do tronco para o uso mais eficiente dos membros superiores e inferiores (KIBLER, PRESS, SCIASCIA, 2006; GRANACHER et al., 2013).

Nossos achados demonstraram contribuição da TDF e PT dos abdutores e adutores de quadril e flexores e extensores do tronco no desempenho dos testes marcha tandem, apoio unipodal e TUG em idosos. Os índices de determinação aparentemente baixos (valores distantes de 100%) encontrados podem ser devido ao fato de que as tarefas realizadas a fim de avaliar o equilíbrio e a funcionalidade dependem de vários fatores e não apenas de aspectos biomecânicos. Assim, estudos futuros que avaliem a função muscular desses grupos musculares em diferentes populações (como idosos frágeis e não frágeis) poderão fornecer maiores informações a respeito da relevância clínica dos índices encontrados nesse estudo.

9. Conclusões

O presente estudo demonstrou que há contribuição da função muscular do quadril (abdutores e adutores) e do tronco (extensores e flexores) no equilíbrio e na funcionalidade em idosos. O pico de torque dos quatro grupos musculares avaliados apresentou contribuição no desempenho dos testes realizados. Porém, nosso estudo demonstrou que não apenas a força muscular, mas também a capacidade de rápida geração da força muscular no início da contração (TDF) dos músculos abdutores de quadril e extensores de tronco tem contribuição no equilíbrio e na funcionalidade. A TDF ainda é um parâmetro pouco estudado para a musculatura proximal de quadril e tronco, porém, nosso estudo confirma a importância da TDF dos abdutores de quadril e traz novas informações ao detectar contribuição da TDF dos extensores de tronco no equilíbrio e funcionalidade de idosos.

Esses achados podem ser clinicamente relevantes considerando que (1) diferentes parâmetros da função muscular (como PT e TDF) apresentam diferentes estratégias de intervenção para seu aprimoramento e que (2) problemas de equilíbrio e/ou de funcionalidade em idosos podem estar associados com comprometimentos da TDF e do PT da musculatura proximal, os quais são parâmetros passíveis de intervenção.

10. Limitações do Estudo

Esse estudo apresenta algumas limitações:

(1) o teste de função muscular realizado consistiu apenas de contrações isométricas em decúbito lateral para o quadril e na posição semi-em-pé para o tronco, o que pode limitar a extrapolação dos achados para o comportamento motor apresentado em atividades de vida diária;

(2) outros parâmetros da função muscular do quadril e do tronco, tais como resistência muscular localizada, que não foram avaliados nesse estudo podem influenciar o desempenho em testes funcionais;

(3) a baixa adesão à pesquisa de idosos caídores recorrentes impossibilitou uma avaliação mais fidedigna da contribuição da função muscular do quadril e do tronco na incidência de quedas.

(4) o presente estudo consistiu em um estudo transversal observacional, não tendo habilidade preditiva de causa e efeito entre função muscular do quadril e do tronco, equilíbrio e funcionalidade nos idosos.

11. Referências

AAGAARD, P.; MAGNUSSON, P.S.; LARSSON, B.; KJAER, M.; KRUSTRUP, P. Mechanical muscle function, morphology, and fiber type in lifelong trained elderly. *Med Sci Sports Exerc*, v.39, n.11, p.1989-96, 2007.

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*, v.93, n.4, p.1318-26, 2002.

ADEGOKE, B.O.A.; BABATUNDE, F.O. Effect of an exercise protocol on the endurance of trunk extensor muscles: a randomized control trial. *Hong Kong Physiother J*, v.25, p.2-9, 2007.

AMIRIDIS, I.G.; HATZITAKI, V.; ARABATZI, F. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neurosci Lett*, v.350, n.3, p.137-40, 2003.

ANDERSEN, L.L.; AAGAARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol*, v.96, n.1, p.46-52, 2006.

BALDON, R.M.; NAKAGAWA, T.H.; MUNIZ, T.B.; AMORIM, C.F.; MACIEL, C.D.; SERRÃO, F.V. Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train*, v.44, n.5, p.490-6, 2009.

BALOH, R.W.; JACOBSON, K.M.; ENRIETTO, J.A.; CORONA, S.; HONRUBIA, V. Balance disorders in older persons: quantification with posturography. *Otolaryngol Head Neck Surg*, v.119, n.1, p.89-92, 1998.

BENTO, P.C.; PEREIRA, G.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A.L. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clin Biomech*, v.25, n.5, p.450-4, 2010.

BROWN, S.H.; MCGILL, S.M. Co-activation alters the linear versus non-linear impression of the EMG–torque relationship of trunk muscles. *J Biomech*, v.41, n.3, p.491-7, 2008.

BRUCKI, S.M.D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P.H.F.; OKAMOTO, I.H. Sugestões para o uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. *Arq Neuropsiquiatr*, v.61, n.3B, p.777-81, 2003.

BUCHNER, D.M.; CRESS, M.E.; DE LATEUR, B.J.; ESSELMAN, P.C.; MARGHERITA, A.J.; PRICE, R.; WAGNER, E.H. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, v.52, n.4, p.M218-24, 1997.

CABRAL, K.N.; PERRACINI, M.R.; SOARES, A.T.; STEIN, F.C.; SERA, C.T.N.; TIEDEMANN, A.; SHERRINGTON, C.; FILHO, W.J.; PASCHOAL, S.M.P. Effectiveness of a multifactorial falls prevention program in community-dwelling older people when compared to usual care: study protocol for a randomised controlled trial (Prevquedas Brazil). *BMC Geriatr*, v.13, n.27, p.1-7, 2013.

CASEROTTI, P.; AAGAARD, P.; LARSEN, J.B.; PUGGAARD, L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scand J Med Sci Sports*, v.18, n.6, p.773-82, 2008.

CECCATO, J.C.; DE SÈZE, M.; AZEVEDO, C.; CAZALETS, J.R. Comparison of trunk activity during gait initiation and walking in humans. *PLoS One*, v.4, n.12, p.e8193, 2009.

CHANG, S.H.; MERCER, V.S.; GIULIANI, C.A.; SLOANE, P.D. Relationship between hip abductor rate of force development and mediolateral stability in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, v.86, n.9, p.1843-50, 2005.

CHANG, W.C.; HSU, L.C.; YANG, Y.R.; WANG, R.Y. Balance ability in patients with benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg*, v.135, n.4, p.534-40, 2006.

CHO, B.L.; SCARPACE, D.; ALEXANDER, N.B. Test of stepping as indicators of mobility, balance, and fall risk in balance impaired older adults. *J Am Geriatr Soc*, v.52, n.7, p.1168-73, 2004.

CLARK, B.C.; MANINI, T.M. Sarcopenia $\neq$ Dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, v.63, n.8, p.829-34, 2008.

COEHN, J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Hilldale, NJ: Erlbaum, 1988.

CROZARA, L.F.; MORCELLI, M.H.; MARQUES, N.R.; HALLAL, C.Z.; SPINOSO, D.H.; DE ALMEIDA NETO, A.F.; CARDOZO, A.C.; GONÇALVES, M. Motor readiness and joint torque production in lower limbs of older women fallers and non-fallers. *J Electromyogr Kinesiol*, v.23, n.5, p.1131-8, 2013.

DARGENT-MOLINA, P.; FAVIER, F.; GRANDJEAN, H.; BAUDOIN, C.; SCHOTT, A.M.; HAUSHERR, E.; MEUNIER, P.J.; BREART, G. Fall-related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study. *Lancet*, v.348, n.9021, p.145-9, 1996.

DONOGHUE, O.A.; SAVVA, G.M.; CRONIN, H.; KENNY, R.A.; HORGAN, N.F. Using timed up and go and usual gait speed to predict incident disability in daily activities among community-dwelling adults aged 65 and older. *Arch Phys Med Rehabil*, v.95, n.10, p.1954-61, 2014.

FECHINE, B.R.A.; TROMPIERI, N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. *Rev Cient Int*, v.20, n.1, p.106-32, 2012.

FENG, Y.; SCHLOSSER, F.J.; SUMPIO, B.E. The Semmes Weinstein monofilament examination as a screening tool for diabetic peripheral neuropathy. *J Vasc Surg*, v.50, n.3, p.675-82, 2009.

FERREIRA, P.H.; FERREIRA, M.L.; MAHER, C.G.; REFSHAUGE, K.; HERBERT, R.D.; HODGES, P.W. Changes in recruitment of transversus abdominis correlate with disability in people with chronic low back pain. *Br J Sports Med*, v.44, n.16, p.1166-72, 2010.

GODOI, D.; BARELA, J.A. Mecanismos de ajustes posturais feedback e feedforward em idosos. *Rev Bras Cienc Esp*, v.23, n.3, p.9-22, 2002.

GOMES, M.M.; REIS, J.G.; NEVES, T.M.; PETRELLA, M.; ABREU, D.C.C. Impact of aging on balance and pattern of muscle activation in elderly women from different age groups. *Int J Gerontol*, v.7, n.2, p.106-11, 2013.

GOULART, F.; CHAVES, C.M.; VALLONE, M.L.D.; CARVALHO, J.A.; SAIKI, K.R. O movimento de passar de sentado para de pé em idosos: implicações para o treinamento funcional. *Acta Fisiatr*, v.10, n.3, p.138-43, 2003.

GRABINER, M.D.; DONOVAN, S.; BAREITHER, M.L.; MARONE, J.R.; HAMSTRA-WRIGHT, K.; GATTS, S.; TROY, K.L. Trunk kinematics and fall risk of older adults: Translating biomechanical results to the clinic. *J Electromyogr Kinesiol*, v.18, n.2, p.197-204, 2008.

GRANACHER, U.; GOLLHOFER, A.; HORTOBAGYI, T.; KRESSIG, R.W.; MUEHLBAUER, T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Med*, v.43, n.7, p.627-41, 2013.

GRANITO, R.N.; AVEIRO, M.C.; RENNO, A.C.; OISHI, J.; DRIUSSO, P. Comparison of thoracic kyphosis degree, trunk muscle strength and joint position sense among

healthy and osteoporotic elderly women: A cross-sectional preliminary study. *Arch Gerontol Geriatr*, v.54, n.2, p.e199-202, 2012.

GRIBBLE, P.A.; HERTEL, J. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kinesiol*, v.14, n.6, p.641-6, 2004.

GUILHEM, G.; GIROUX, C.; COUTURIER, A.; MAFFIULETTI, N.A. Validity of trunk extensor and flexor torque measurements using isokinetic dynamometry. *J Electromyogr Kinesiol*, v.24, n.6, p.986-93, 2014.

HAM, Y.W.; KIM, D.M.; BAEK, J.Y.; LEE, D.C.; SUNG, P.S. Kinematic analyses of trunk stability in one leg standing for individuals with recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, v.20, n.6, p.1134-40, 2010.

HILLIARD, M.J.; MARTINEZ, K.M.; JANSSEN, I.; EDWARDS, B.; MILLE, M.L.; ZHANG, Y.; ROGERS, M.W. Lateral balance factors predict future falls in community-living older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, v.89, n.9, p.1708-13, 2008.

HORAK, F.B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*, v.35, Suppl.2, p. ii7-ii11, 2006.

HORAK, F.B.; MACPHERSON, J.M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L.B.; SHEPARD, J.T. *Handbook of Physiology, Section 12 - Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*. New York: Oxford University Press, 1996. p.255-92.

HORAK, F.B.; WRISLEY, D.M.; FRANK, J. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*, v.89, n.5, p.484-98, 2009.

HORLINGS, C.G.; KUNG, U.M.; VAN ENGELEN, B.G.; VOERMANS, N.C.; HENGSTMAN, G.J.; VAN DER KOOI, A.J.; BLOEM, B.R.; ALLUM, J.H. Balance control in patients with distal versus proximal weakness. *Neuroscience*, v.164, n.4, p.1876-86, 2009.

HORLINGS, C.G.; VAN ENGELEN, B.G.; ALLUM, J.H.; BLOEM, B.R. A weak balance: the contribution of muscle weakness to postural instability and falls. *Nat Clin Pract Neurol*, v.4, n.9, p.504-15, 2008.

JOHNSON, M.E.; MILLE, M.L.; MARTINEZ, K.M.; CROMBIE, G.; ROGERS, M.W. Age-related changes in hip abductor and adductor joint torques. *Arch Phys Med Rehabil*, v.85, p.593-7, 2004.

JONSSON, E.; SEIGER, A.; HIRSCHFELD, H. One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness? *Clin Biomech*, v.19, n.7, p.688-94, 2004.

KANG, K.H.; WHITE, K.N.; HAYES, W.C.; SNOW, C.M. Agility and balance differ between older community and retirement facility residents. *J Appl Gerontol*, v.23, n.4, p.457-68, 2004.

KASUKAWA, Y.; MIYAKOSHI, N.; HONGO, M.; ISHIKAWA, Y.; NOGUCHI, H.; KAMO, K.; SASAKI, H.; MURATA, K.; SHIMADA, Y. Relationships between falls, spinal curvature, spinal mobility and back extensor strength in elderly people. *J Bone Miner Metab*, v.28, n.1, p.82-7, 2010.

KAVCIC, N.; GRENIER, S.; MCGILL, S.M. Determining the Stabilizing Role of Individual Torso Muscles During Rehabilitation Exercises. *Spine*, v.29, n.11, p.1254-65, 2004.

KIBLER, W.B.; PRESS, J.; SCIASCIA, A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med*, v.36, n.3, p.189-98, 2006.

KIM, M.J.; YABUSHITA, N.; KIM, M.K.; MATSUO, T.; OKUNO, J.; TANAKA, K. Alternative items for identifying hierarchical levels of physical disability by using

physical performance tests in women aged 75 years and older. *Geriatr Gerontol Int*, v.10, n.4, p.302-10, 2010.

KÓVACS, E.; PRÓKAI, L.; MÉSZÁROS, L.; GONDOS, T. Adapted physical activity is beneficial on balance, functional mobility, quality of life and fall risk in community-dwelling older women: a randomized single-blinded controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*, v.49, n.3, p.301-10, 2013.

KUBICKI, A. Functional assessment in older adults: should we use timed up and go or gait speed test? *Neurosci Lett*, v.577, p.89-94, 2014.

LAROCHE, D.P.; CREMIN, K.A.; GREENLEAF, B.; CROCE, R.V. Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: a comparison across lower-extremity muscles. *J Electromyogr Kinesiol*, v.20, n.3, p.482-8, 2010.

LAROCHE, D.P.; KNIGHT, C.A.; DICKIE, J.L.; LUSSIER, M.; ROY, S.J. Explosive force and fractioned reaction time in elderly low- and high-active women. *Med Sci Sports Exerc*, v.39, n.9, p.1659-65, 2007.

LEE, S.P.; SOUZA, R.B.; POWERS, C.M. The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. *Gait Posture*, v.36, n.3, p.425-9, 2012.

LIM, K.B.; LEE, H.J. Computerized posturographic measurement in elderly women with unilateral knee osteoarthritis. *Ann Rehabil Med*, v.36, n.5, p.618-26, 2012.

LORD, S.R.; ROGERS, M.W.; HOWLAND, A.; FITZPATRICK, R. Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people. *J Am Geriatr Soc*, v.47, n.9, p.1077-81, 1999.

MAKI, B.E.; HOLLIDAY, P.J.; TOPPER, A.K. A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol*, v.49, n.2, p.M72-84, 1994.

MALAFARINA, V.; URIZ-OTANO, F.; INIESTA, R.; GIL-GUERRERO, L. Sarcopenia in the elderly: diagnosis, physiopathology and treatment. *Maturitas*, v.71, n.2, p.109-14, 2012.

MANINI, T.M.; CLARK, B.C. Dynapenia and aging: an update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, v.67, n.1, p.28-40, 2012.

MARQUES, N.R.; LAROCHE, D.P.; HALLAL, C.Z.; CROZARA, L.F.; MORCELLI, M.H.; KARUKA, A.H.; NAVEGA, M.T.; GONÇALVES, M. Association between energy cost of walking, muscle activation, and biomechanical parameters in older female fallers and non-fallers. *Clin Biomech*, v.28, n.3, p.330-6, 2013.

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, D.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, C.; BRAGGION, G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fís Saúde*, v.6, n.2, p.5-12, 2001.

MEHTA, R.; CANNELLA, M.; SMITH, S.S.; SILFIES, S.P. Altered trunk motor planning in patients with nonspecific low back pain. *J Mot Behav*, v.42, n.2, p.135-44, 2010.

MILLINGTON, P.J.; MYKLEBUST, B.M.; SHAMBES, G.M. Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. *Arch Phys Med Rehabil*, v.73, n.7, p.609-17, 1992.

MOCKOVA, M.; GREENWOOD, R.J.; DAY, B.L. A method for quantifying directional strength and motor control of the trunk. *J Neurosci Methods*, v.156, n.1-2, p.211-7, 2006.

NEUMANN, D.A. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther*, v.40, n.2, p.82-94, 2010.

PIZZIGALLI, L.; FILIPPINI, A.; AHMAIDI, S.; JULLIEN, H.; RAINOLDI, A. Prevention of falling risk in elderly people: the relevance of muscular strength and symmetry of lower limbs in postural stability. *J Strength Cond Res*, v.25, n.2, p.567-74, 2011.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed "Up and Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, v.39, n.2, p.142-8, 1991.

PORTO, J.M.; MARQUES, N.R.; FREIRE JÚNIOR, R.C.; ABREU, D.C.C. The effect of foot support on trunk strength assessment using isokinetic dynamometry. *Isok Exerc Sci*, v.23, n.4, p.283-9, 2015.

REIMER, R.C. III.; WIKSTROM, E.A. Functional fatigue of the hip and ankle musculature cause similar alterations in single leg stance postural control. *J Sci Med Sport*, v.13, n.1, p.161-6, 2010.

RUBENSTEIN, L.Z.; JOSEPHSON, K.R. Falls and their prevention in elderly people: what does the evidence show? *Med Clin North Am*, v.90, n.5, p.807-24, 2006.

SCHIMIDT, H.L.; MACHADO, A.S.; VAZ, M.A.; CARPES, F.P. Isometric muscle force, rate of force development and knee extensor neuromuscular efficiency asymmetries at different age groups. *Braz J Kinesiology Hum Perf*, v.16, n.3, p.307-15, 2014.

SCHULTZ, A.B. Muscle function and mobility biomechanics in elderly: an overview of some recent research. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, v.50, p.60-3, 1995.

SHIMADA, H.; KIM, H.; YOSHIDA, H.; YOSHIDA, Y.; SAITO, K.; SUZUKAWA, M.; MAKIZAKO, H.; SUZUKI, T. Factors associated with the Timed Up and Go Test score in elderly women. *J Phys Ther Sci*, v.22, n.3, p.273-8, 2010.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. *Controle Motor: Teoria e aplicações práticas*. 3.ed. São Paulo: Manole, 2010.

STEL, V.S.; SMIT, J.H.; PLUJIM, S.M.; LIPS, P. Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J Clin Epidemiol*, v.56, n.7, p.659-68, 2003.

SURI, P.; KIELY, D.K.; LEVEILLE, S.G.; FRONTERA, W.R.; BEAN, J.F. Trunk muscle attributes are associated with balance and mobility in older adults: a pilot study. *PM R*, v.1, n.10, p.916-24, 2009.

SWINNEN, E.; BAEYENS, J.P.; MEEUSEN, R.; KERCKHOFS, E. Methodology of electromyographic analysis of the trunk muscles during walking in healthy subjects: A literature review. *J Electromyogr Kinesiol*, v.22, n.1, p.1-12, 2012.

THOMPSON, B.J.; RYAN, E.D.; HERDA, T.J.; COSTA, P.B.; HERDA, A.A.; CRAMER, J.T. Age-related changes in the rate of muscle activation and rapid force characteristics. *Age*, v.36, n.2, p.839-49, 2014.

TINETTI, M.E.; SPEECHLEY, M.; GINTER, S.F. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*, v.319, n.26, p.1701-7, 1988.

TUDORASCU, I.; SFREDEL, V.; RIZA, A.L.; DANCULESCU MIULESCU, R.; IANOSI, S.L.; DANOIU, S. Motor unit changes in normal aging: a brief review. *Rom J Morphol Embryol*, v.55, n.4, p.1295-301, 2014.

WERT, D.M.; BRACH, J.; PERERA, S.; VANSWEARINGEN, J.M. Gait biomechanics, spatial and temporal characteristics, and the energy cost of walking in older adults with impaired mobility. *Phys Ther*, v.90, n.7, p.977-85, 2010.

WINTER, D.A.; PRINCE, F.; FRANK, J.S.; POWELL, C.; ZABJEK, K.F. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol*, v.75, n.6, p.2334-43, 1996.

APÊNDICE A

Folder utilizado para recrutamento de voluntários entregue na comunidade de Ribeirão Preto.

Convidamos Senhores e Senhoras a participarem de uma pesquisa!

Equilíbrio,

...sabe-se que o processo de envelhecimento promove alterações em nosso organismo aumentando o risco de quedas, que podem acarretar em hospitalização e perda da independência.

Portanto, pesquisas que tenham o objetivo de encontrar formas de identificar idosos com risco de quedas e que desenvolvam exercícios eficazes para melhorar o equilíbrio são importantes aliadas para o "Envelhecimento saudável!".

A pesquisa,

...consiste em realizar avaliações que observarão o nível de equilíbrio e a força muscular, com o objetivo de encontrar dados relacionados às quedas e assim preveni-las.

Tais avaliações consistirão na coleta de dados como peso e altura, e aplicação de alguns questionários relacionados à capacidade de realização das atividades do dia-a-dia, aptidão física e quedas. Também serão realizadas avaliações para:

- Medir a força muscular de seus quadris e de sua coluna;
- Medir seu equilíbrio enquanto q(a) senhor(a) estiver parado(a) em pé, e enquanto realiza outras atividades, como levantar-se.

Sobre a Participação:

Para participar da pesquisa, o (a) senhor (a) deverá atender a alguns critérios que serão analisados na avaliação inicial.

A participação não implicará em gastos ou despesas, sendo que, se necessário, ofereceremos um lanche durante as coletas.

Devido à existência de transporte gratuito para idosos, os pesquisadores não se responsabilizarão pelos gastos com o mesmo.

Em qualquer fase da pesquisa, o (a) senhor (a) poderá deixar de fazer parte do estudo, sem qualquer prejuízo. Seus dados pessoais serão mantidos sigilosamente, entretanto fotos dos procedimentos poderão ser solicitadas para fins didáticos ou científicos, porém as fotos publicadas manterão os rostos em sigilo.

Senhores e Senhoras com idade acima de 60 anos, que praticam atividade física ou não, vocês são nossos (as) convidados (as)!

Local da Pesquisa:

Campus da USP

Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio (LARE)

FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO
PRETO – USP

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO
DO EQUILÍBRIO – LARE
(16) 36023176

CONTATOS

FT. JAQUELINE MELLO PORTO
(16) 99907-7003

**CONVITE
AO
EQUILÍBRIO**

ELABORAÇÃO:

Profa Dra Daniela Cristina Carvalho de Abreu
Ft. Jaqueline Mello Porto

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Curso de Fisioterapia – Grupo Controle

Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional *FMRP/USP*

O (a) senhor (a) está sendo convidado (a) para participar do estudo que tem como título **“Função muscular do quadril e do tronco e sua influência no controle postural durante a realização de tarefas semi-estáticas e dinâmicas em idosos da comunidade”** que será realizado pela aluna de mestrado Jaqueline Mello Porto, sob a orientação da Profª Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu (FMRP-USP).

Sabe-se que as quedas são problemas comuns em idosos e podem acarretar fraturas dos ossos, internações, medo de sair de casa e aumento da dependência (necessidade da ajuda de outras pessoas para realizar atividades do dia-a-dia). Por este motivo é necessário conhecermos os fatores que aumentam o risco do (a) senhor (a) cair para que possamos evitar que isto ocorra. Ter um bom equilíbrio diminui o risco de cair.

Porém, pouco se sabe como os músculos do tronco e do quadril ajudam para se ter um bom equilíbrio durante a realização de tarefas do dia-a-dia. Sendo assim, o objetivo geral desse estudo é avaliar o papel destes músculos no equilíbrio em situações paradas (por exemplo, ficar em pé) e em movimento (por exemplo, levantar-se) em indivíduos acima dos 60 anos com e sem histórico de quedas. O conhecimento desta atividade dos músculos nos dará mais informações sobre os fatores envolvidos com o aumento do risco de quedas para que possamos planejar um tratamento eficaz, diminuindo, assim o risco e o número de quedas nos idosos.

Se você concordar em participar deste estudo, será submetido (a) a uma avaliação na qual serão coletados dados como peso, altura, idade e histórico de quedas e o medo de cair. Em seguida, seu equilíbrio será avaliado por um teste chamado BESTest, no qual você terá que realizar tarefas sentado e em pé. Após isso, você realizará algumas atividades sobre uma plataforma, como ficar em pé com olhos abertos e fechados, ficar em pé sobre uma perna só e levantar de um banco. Também será avaliada a força dos músculos do quadril (abrir e fechar as pernas) e do tronco (levar o tronco para frente e para trás) em um aparelho específico chamado dinamômetro isocinético.

Estas avaliações serão realizadas no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio (LARE) situado dentro do Campus da USP, exceto a avaliação da força muscular que será realizada no Centro Integrado de Reabilitação (CIR) situado no Hospital Prof. Dr. Carlos Eduardo Martinelli.

É importante que informe a equipe sobre todo e qualquer tipo de procedimento (e/ou tratamento) externo que está sendo realizado. Terá a garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos e benefícios da pesquisa, a qual trará mínimos riscos: sofrer uma queda durante as avaliações, e sentir dor muscular após a realização das avaliações dos músculos. Para evitar que caia, sempre haverá duas pessoas próximas a você durante as avaliações, e para evitar a dor muscular o (a) senhor (a) realizará um aquecimento em bicicleta ergométrica durante 5 minutos antes da avaliação do músculo e caso sinta dor, será orientado colocar gelo por 20 minutos em casa.

Todos os procedimentos serão supervisionados pela Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu. Quaisquer informações a respeito do estudo, os contatos são: a Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, tel (16) 3602-4413 e a aluna Jaqueline Mello Porto, tel (16) 99307-7003.

Em caso de dúvidas, recurso ou reclamações entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto: tel (16) 3602-2228.

O (a) senhor (a) pode se desligar desta pesquisa a qualquer momento sem que isso lhe cause qualquer prejuízo. A participação nesta pesquisa é voluntária e não promoverá nenhum benefício financeiro ou material. As informações pessoais obtidas nesta pesquisa são sigilosas. Os documentos escritos e fotográficos poderão ser utilizados para fins didáticos e científicos, porém, as fotos publicadas manterão os rostos e nomes dos participantes em sigilo.

As despesas com transporte serão de sua inteira responsabilidade. O transporte não será custeado pelos pesquisadores devido a existência de transporte gratuito para idosos. Durante as coletas um lanche será fornecido pelos pesquisadores.

Com a sua participação na pesquisa espera-se que, como resultado deste estudo, você possa contribuir no entendimento da atividade dos músculos posturais durante a realização de tarefas do dia-a-dia. Este estudo trata-se apenas de uma avaliação, não apresentando qualquer tipo de tratamento e não prevendo benefícios imediatos, porém caso seja observado necessidade de reabilitação do equilíbrio, o (a) senhor (a) será encaminhado (a) para o Ambulatório de Equilíbrio existente no Centro de Reabilitação (CER) – HC Campus, sob supervisão da Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu.

Eu, _____, portador do RG no. _____, residente à Rua _____, no. _____, Bairro _____, cidade de _____, Estado _____, Telefone no. ____ - _____, nascido aos ____ / ____ / ____, declaro que estou devidamente esclarecido (a) sobre os procedimentos envolvidos no estudo intitulado ***“Função muscular do quadril e do tronco e sua influência no controle postural durante a realização de tarefas semi-estáticas e dinâmicas em idosos da comunidade”*** e aceito participar da pesquisa, concordando com todos os itens acima descritos.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do paciente ou acompanhante

Jaqueline Mello Porto
(Mestranda responsável pelo Projeto)

APÊNDICE C

AVALIAÇÃO DE QUEDAS

Nome: _____ Data da Coleta: __/__/__

1- Quantas quedas nos últimos 6 meses? () 0 () 1 () 2 () 3 () + de 3

Se não, pular para questão 12

Se sim, quando a última queda ocorreu? _____

2) Em que período do dia a última queda ocorreu? () Manhã () Tarde () Noite () NS

3) Em que local a última queda ocorreu? _____

4) Que movimento realizava no momento dessa queda?

() Andava () Levantava () Sentava () Inclina () Virava

() Outro: _____

5) Qual calçado usava no momento dessa queda? _____

6) Como essa queda ocorreu? () Desequilíbrio () Os joelhos falsearam

() Sentiu-se tonto () Sentiu-se fraco subitamente () Esbarrou em alguém/alguma coisa () Outro: _____

7) Houve alteração na quantidade e dose dos medicamentos utilizados a poucos dias antes da queda?

() Aumentou a dose () Diminui a dose () Aumentou a quantidade () Diminui a quantidade () Sem alteração () Suspensão () NS

8) No instante da queda, estava usando: () Óculos () Aparelho auditivo

() Bengala/muleta () NS

9) Houve alguma lesão como consequência dessa queda? () S () N () NS

Se sim, que tipo de lesão? () Fratura () Luxação () Trauma craniano ()

Escoriação () Contusão () Corte () Outra: _____

10) Houve perda da consciência? () S () N () NS

11) Houve necessidade de procurar um médico ou serviço de emergência em um hospital? () S () N

12) Você tem medo de cair? () muito () mais ou menos () um pouco () não

13) Você deixou de fazer alguma atividade devido ao medo de cair?

() muitas () algumas () nenhuma

ANEXO A

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 04 de dezembro de 2013

Ofício nº 4419/2013
CEP/MGV

Prezadas Senhoras,

O trabalho intitulado **“FUNÇÃO MUSCULAR DO QUADRIL E DO TRONCO E SUA INFLUÊNCIA NO CONTROLE POSTURAL DURANTE A REALIZAÇÃO DE TAREFAS SEMI-ESTÁTICAS E DINÂMICAS EM IDOSOS DA COMUNIDADE” – versão 2, de 25/11/2013**, foi analisado “AD REFERENDUM” pelo Comitê de Ética em Pesquisa, e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – versão 2, de 25/11/2013**, de acordo com o Processo HCRP nº 14078/2013.

De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.

DR^a. MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimas Senhoras

JAQUELINE MELLO PORTO

PROF^a. DR^a. DANIELA CRISTINA CARVALHO DE ABREU (Orientadora)

Depto. de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733; IRB-00002186 e Registro SISNEP/CONEP nº 4
(16) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

ANEXO B

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: _____
Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por **pelo menos 10 minutos contínuos**, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?
____ horas ____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?
____ horas ____ minutos