Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2020

Associação da força muscular do quadril e joelho na densidade mineral óssea do colo do fêmur em mulheres idosas

Luana Leticia Capato
Dissertação de Mestrado

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Departamento de Ciências da Saúde
Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional
Curso de Fisioterapia

LUANA LETICIA CAPATO

A associação da força muscular do quadril e joelho na densidade mineral óssea do colo do fêmur em mulheres idosas

Dissertação de Mestrado

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu

Ribeirão Preto
2020

LUANA LETICIA CAPATO

A associação da força muscular do quadril e joelho na densidade mineral óssea do colo do fêmur em mulheres idosas

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

Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu

Ribeirão Preto

2020

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 a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Capato, Luana Leticia

A associação da força muscular do quadril e joelho na densidade mineral óssea do colo do fêmur em mulheres idosas. 58f, Ribeirão Preto, 2020.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP, 2020.

Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional

Área de concentração: Fisioterapia.

Orientadora: de Abreu, Daniela Cristina Carvalho

1. Osteoporose. 2. Pico de torque 3. Dinamômetro de força muscular. 4. Unidade músculo-osso.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: CAPATO, Luana Leticia

Título: A associação da força muscular do quadril e joelho na densidade mineral óssea do colo do fêmur em mulheres idosas

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo junto ao Departamento de Ciências da Saúde para obtenção do título de Mestre em Reabilitação e Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional.
Área: Fisioterapia.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

À Deus pela sua presença e cuidado constante em minha vida.
Ao meu marido e minha família que me incentivam a cada dia. Amo vocês.

Agradecimentos

Agradeço a **Deus** pelo Seu amor, bondade e fidelidade. Porque Dele, e por ELE, e para Ele são todas as coisas.

Ao meu marido **Lucas Bittencourt Rocha** por todo amor, companheirismo e parceria. Obrigada por cuidar de mim, me apoiar, incentivar e consolar. Acima de tudo obrigada por todo seu empenho em realizar os meus sonhos. Eu te amo.

Agradeço aos meus pais, **Ana Claudia Capato** e **Carlos Henrique Portella** e ao meu irmão **Kauê Capato Portella** por tudo vivido até aqui. Apesar da distância vocês estão e sempre estiveram sempre comigo. Amo vocês de todo o coração.

Aos meus avós, **Romualdo Capato** e **Josefa Nazaré Costa Capato**, obrigada pela minha criação e por proporcionarem condições para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço também a minha “segunda família” tão amada, **Carlos Henrique da Rocha Filho**, **Lineide Bittencourt Silva** e **Tiago Bittencourt Rocha**. Vocês com certeza são exemplos para mim de fé, acolhimento e doação.

À minha querida orientadora, **Daniela Cristina Carvalho de Abreu**, por acreditar em mim e me fazer acreditar no meu potencial, ressaltando sempre minhas qualidades. Obrigada pela oportunidade, confiança e todo aprendizado recebido. Sobre tudo, obrigada por nos ouvir, acolher, apoiar e aconselhar.

A todos os colegas do **LARE** pelos momentos de aprendizado, risadas e angústias compartilhadas. Em especial agradeço à duas amigas queridas, **Jaqueline M. Porto** e **Luciana Mendes Cangussu-Oliveira** por me incentivar e estarem junto comigo em todo o processo, com certeza a ajuda de vocês tornou possível a realização deste trabalho. Levarei vocês para toda a vida.

Agradeço também aos professores Dr. **Eduardo Ferriolli** e Dr. **Francisco José Albuquerque de Paula** pela parceria e colaboração no desenvolvimento do estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (**CAPES**) pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que me ajudaram, apoiaram e oraram pela minha vida até aqui. São tantas que nem me atrevo a listar o nome aqui, porque certamente acabaria esquecendo de alguém.

O meu muito obrigada a cada um de vocês.

Que Deus abençoe a vida de cada um.

“O amor ao conhecimento é um tipo de loucura”

C.S. Lewis

RESUMO

CAPATO, Luana Leticia. **A associação da força muscular do quadril e joelho na densidade mineral óssea do colo do fêmur em mulheres idosas.** 2020. 58f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

Por ser a osteoporose uma doença prevalente entre os idosos que pode levá-los a incapacidades e perda da função, entender melhor a interação músculo-osso é importante para direcionar os profissionais da área da saúde em relação a novas estratégias para estimular o ganho de massa óssea e reduzir o risco de fraturas ósseas. **Objetivo:** Verificar a associação entre a força muscular dos músculos do quadril e joelho com a densidade mineral óssea (DMO) do colo do fêmur em mulheres idosas. **Método:** Trata-se de um estudo transversal com 94 mulheres acima de 60 anos, amenorréia ≥ 12 meses, capazes de sentar-levantar e caminhar sem auxílio. A força muscular do quadril e joelho foi avaliada em um dinamômetro isocinético (*Biodex*) para obtenção da variável pico de torque (PT) dos músculos flexores e extensores do quadril e joelho e dos músculos abdutores e adutores do quadril. A DMO do colo do fêmur foi obtida por meio da absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA). **Análise estatística:** Todas as análises foram realizadas pelo software SPSS (versão 17.0), com significância de $p < 0,05$. Os resultados estão apresentados como média, desvio padrão e frequência. Para verificar a associação entre a força muscular do quadril e joelho (variável independente) e a DMO do colo do fêmur (variável dependente) foi realizado o teste de correlação de Pearson seguido por regressão linear multivariada ajustada pela idade, tempo de menopausa, índice de massa corpórea (IMC) e nível de atividade física. **Resultados:** Os resultados mostraram uma associação positiva entre o PT dos abdutores de quadril normalizado pela massa corpórea e a DMO do colo do fêmur ($r=0,18$; $p=0,03$; $\beta = 1,12$; $p=0,004$; $R^2=0,24$). **Conclusão:** Nosso estudo observou uma correlação positiva entre a força muscular dos abdutores de quadril e a DMO do colo femoral em mulheres idosas, sugerindo a importância da função muscular para manutenção da massa óssea.

Palavras-chave: osteoporose, pico de torque, dinamômetro de força muscular, unidade músculo-osso.

ABSTRACT

CAPATO, Luana Leticia. **The Association between muscle strength of the hip and knee and the bone mineral density of the femoral neck in elderly women.** 2020. 58f Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

As osteoporosis is a disease prevalent among the elderly and which can lead to incapacity and loss of function, it is important to better understand muscle-bone interaction in order to direct healthcare professionals in relation to new strategies to stimulate the increase of bone mass and thus reduce the risk of bone fractures. **Objective:** To verify the association between muscular strength in hip and knee muscles and the bone mineral density (BMD) of the femoral neck in elderly women. **Method:** This is a transversal study of 94 women over the age of 60, with amenorrhea > 12 months, capable of sitting-rising and walking without help. Muscular strength of hips and knees was evaluated using an isokinetic dynamometer (Biodex) to obtain the peak torque (PT) variable of the flexor and extensor muscles of the hip and knee and of the adductors of the hip. The BMD of the femoral neck was obtained by means of dual-energy x-ray absorption densitometry (DXA). **Statistical analysis:** All of the analyses were carried out by the SPSS (version 17.0) software, with a level of $p < 0.05$ significance. The sample was characterized as representing the mean, standard deviation and frequency. To verify the association between muscular strength of the hip and knee (an independent variable) and the BMD of the femoral neck (a dependent variable) the Pearson correlation test was carried out followed by multivariable linear regression adjusted for age, time of menopause, Body Mass Index (BMI) and level of physical activity. **Results:** The results show a positive association between the PT of the hip abductors normalized by the body mass and the BMD of the femoral neck ($r=0.18$; $p=0.03$; $\beta=1.12$; $p=0.004$; $R^2=0.24$). **Conclusion:** Our study made it possible to observe a positive correlation between muscular strength of the abductors in the hip and the BMD of the femoral neck in elderly women reinforcing the mechanical model between skeletal-muscular systems.

Key-words: osteoporosis, peak torque, dynamometer of muscular strength, muscle-bone unity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Representação esquemática do desenho do estudo. TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física	25
Figura 2. Posicionamento da participante no dinamômetro isocinético para avaliação da força muscular dos flexores e extensores de quadril	29
Figura 3. Posicionamento da participante no dinamômetro isocinético para avaliação da força muscular dos abdutores e adutores de quadril	30
Figura 4. Posicionamento da participante no dinamômetro isocinético para avaliação da força muscular dos flexores e extensores de joelho	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características clínicas das participantes. Os dados estão impressos em média $\pm$ desvio-padrão (DP) e frequências. DMO: densidade mineral óssea; IMC: índice de massa corpórea; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.	34
Tabela 2. Força muscular do quadril e joelho das participantes. Os valores estão impressos em média (desvio-padrão). PT: Pico de Torque.....	35
Tabela 3. Tabela 3. Correlação entre função muscular do quadril e DMO do colo do fêmur (n=94). DMO= Densidade mineral óssea; PT=Pico de torque; *p<0,05 (correlação de Pearson); **p<0,05 (regressão linear)	36

LISTA DE SIGLAS

BMD	<i>Bone mass density</i>
BMI	<i>Body mass index</i>
CIVM	Contração Isométrica Voluntária Máxima
DMO	Densidade Mineral Óssea
DP	Desvio Padrão
DXA	Absorciometria de raio-X de dupla energia
EUA	Estados Unidos da América
IMC	Índice de Massa Corpórea
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
FMRP-USP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
HC-FMRPUSP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
LARE	Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio
OMS	Organização Mundial da Saúde
PT	Pico de Torque ou Peak Torque
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
USP	Universidade de São Paulo
10-CS	<i>Ten-Point Cognitive Screener</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
<	Menor
=	Igual
≥	Maior ou igual
≤	Menor ou igual
±	Mais ou menos
°	Número
β	Beta
Nm.kg ⁻¹	Newton metro por quilograma
Kg	Quilogramas
m	metros
Kg.m ⁻²	Quilogramas por metro ao quadrado

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO	16
Interação músculo-osso	17
Função muscular e envelhecimento	19
Justificativa	22
OBJETIVO GERAL	23
HIPÓTESE	23
MATERIAS E MÉTODOS	24
Desenho do Estudo e Amostra	24
Aspectos Éticos	26
Poder da Amostra	26
Procedimentos	26
Avaliação da Força Muscular:	27
Análise Estatística	31
RESULTADOS	33
DISCUSSÃO	37
Limitações do estudo	41
CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	48
APÊNDICE B - FICHA DE AVALIAÇÃO MULTIDIMENSIONAL	51
ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	53
ANEXO B - 10-POINT COGNITIVE SCREENER	56
ANEXO C – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ)	57
ANEXO D - COMPROVANTE DE SUBMISSÃO	58

INTRODUÇÃO

A osteoporose é a principal desordem óssea entre a população idosa, sendo definida por diminuição da densidade mineral óssea (DMO) associada a alterações na microarquitetura do osso (COOPER et al, 2019; DALY, 2017; RAIMUNDO, 2015). Esses fatores, em conjunto, levam a uma diminuição da força óssea, aumentando a suscetibilidade de fraturas (DALY, 2017; RAIMUNDO, 2015; URANO & INOUE, 2014; BLAIN et al, 2009; WIBELINGER, TONIAL, OLIVEIRA, 2009). Atualmente, estima-se que mais de 200 milhões de pessoas apresentam osteoporose em todo o mundo (COOPER et al, 2019; RADOMINSKI et al, 2017), sendo mais comuns em mulheres após a menopausa (COOPER et al, 2019; GALI, 2011).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a osteoporose é definida como uma condição em que a DMO apresenta valor de T-score igual ou inferior a -2,5 desvios-padrão (DP) abaixo do pico de massa óssea encontrada no adulto jovem; a osteopenia ocorre quando os valores de T-score estão entre -1 e -2,4 DP encontrada no adulto jovem; e os valores de T-score acima de -1DP são indicativos de massa óssea preservada (COOPER et al, 2019; LUPSA & INSOGNA, 2015; GALI, 2011; MEIRELLES, 1999). Esses valores foram descritos e preconizados por Kanis et al em 1994.

O diagnóstico da osteoporose pode ser feito por meio do exame de absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), que determina a extensão da perda óssea em sítios específicos (RADOMINSKI et al, 2017; SINGH et al, 2017; LUPSA & INSOGNA, 2015). O DXA é considerado padrão-ouro para avaliar a massa óssea, sendo um exame preciso, de curta duração e seguro (LUPSA & INSOGNA, 2015). Os sítios frequentemente avaliados são a coluna lombar e o colo do fêmur por serem os que estão mais sujeitos ao risco de fraturas nesta população (COOPER et al, 2019; RADOMINSKI et al, 2017). Além dessas regiões, o exame também pode ser realizado no rádio distal em casos de resultados inconclusivos ou em situações que impossibilitam o exame na coluna e no fêmur (LUPSA & INSOGNA, 2015). A baixa DMO, especialmente no colo femoral, é um forte preditor de fraturas. A cada redução de uma unidade do desvio padrão na DMO, o risco de fratura aumenta de duas a três vezes (RADOMINSKI et al, 2017).

As fraturas decorrentes da osteoporose ocorrem em maior frequência nas vértebras, na região proximal do quadril e no rádio distal, podendo ocasionar dor, incapacidade física e deformidades (RADOMINSKI et al, 2017). As fraturas do quadril são as mais graves e aumentam a taxa de mortalidade em 12 a 20% nos dois anos seguintes à fratura (RADOMINSKI et al, 2017; BLAIN et al, 2009). Mais de 50% dos que sobreviveram a uma fratura de quadril são incapazes de ter uma vida independente e muitos deles necessitam viver em ambientes institucionalizados (RADOMINSKI et al, 2017).

A osteoporose e suas consequentes fraturas por fragilidade óssea contribuem negativamente para a saúde, podendo gerar diminuição da capacidade funcional, aumento da fragilidade, perda da independência, resultando em uma diminuição da qualidade de vida nos idosos, além de maior risco de mortalidade (DALY, 2017; RAIMUNDO, 2015; BLAIN et al, 2009).

Interação músculo-osso

A perda de massa óssea pode estar associada a um declínio muscular (massa/força), isto porque o músculo e o osso atuam como uma unidade (DURAN et al, 2018; AHEDI et al, 2014; ZOFKOVA, 2008; BURR, 1997). A inter-relação entre músculo e osso pode ser explicada pelo modelo mecanostático que implica que um declínio muscular pode resultar em uma diminuição da carga mecânica imposta ao osso e consequentemente resultando em um declínio na massa óssea (LOCQUET et al 2019; DURAN et al, 2018; HO-PHAM, NGUYEN & NGUYEN, 2014; ŽOFKOVÁ, 2008; PEARSON & LIEBERMAN, 2004).

O metabolismo ósseo e seu remodelamento é fortemente influenciado pela carga/força aplicada pelo músculo no ponto de fixação muscular durante uma contração, sendo o estímulo mecânico fundamental para promover uma resposta óssea local e favorecer, positivamente seu remodelamento (RAIMUNDO, 2015; AHEDI et al, 2014). O osso responde diretamente à força mecânica aplicada sobre ele, ou seja, quanto maior a força de deformação aplicada durante a contração muscular, maior a ativação de osteoblastos e, portanto, maior será a formação óssea (AHEDI et al, 2014; BLAIN et al, 2009).

Há na literatura muitas evidências que suportam essa inter-relação entre o osso e o músculo (LOCQUET et al 2019; DURAN et al, 2018; ŽOFKOVÁ, 2008; BURR, 1997). Os estudos documentam que mudanças na massa óssea estão intimamente associadas com mudanças na massa e força muscular, observando uma correlação positiva entre eles (DEERING et al, 2017; BURR, 1997). Essa interação ocorre mutuamente, ou seja, os tecidos são inter-dependentes e inter-relacionados sendo que prejuízos musculares podem vir acompanhados de prejuízos ósseos e vice-versa (Y. HUO, SURYAARACHCHI & GOMEZ, 2015; BURR, 1997).

Em uma metanálise realizada por HO-PHAM, NGUYEN & NGUYEN (2014) foram analisados 44 estudos que investigaram a associação entre a massa muscular e a gordura corporal com a DMO do colo do fêmur, da coluna lombar e de corpo total. Ao final, foi observado que tanto a massa muscular como a gordura corporal se associaram com a DMO, no entanto a massa muscular foi considerada mais importante na manutenção da massa óssea em homens e mulheres em todas as faixas etárias. De maneira semelhante, uma recente revisão sistemática desenvolvida por LOCQUET et al (2019) reuniu 15 estudos que analisaram a associação entre a massa muscular (n=10), força de preensão palmar (n=4) e performance física (n=1) com mudanças na DMO em crianças e adultos. Apesar da heterogeneidade dos estudos, foi observado uma relação significativa entre mudanças na DMO e os parâmetros musculares.

Em adição ao modelo mecanostático, autores também sugerem haver uma relação bioquímica e metabólica entre músculo e osso (BINKLEY, KRUEGER & BUEHRING, 2013). Nas últimas décadas, diversas evidências indicam existir uma complexa rede de comunicação entre os tecidos mesenquimais não mineralizados com o tecido ósseo. Miocinas e adipocinas se juntam aos hormônios calciotróficos clássicos e sistema nervoso no controle da atividade de remodelação óssea (DE PAULA et al, 2020; DURAN et al, 2018; FRIEDMAN, 2016). Essa relação metabólica suporta a ideia de que fatores sistêmicos não-mecânicos também interferem na relação músculo-osso estimulando o remodelamento ósseo (DEERING ET AL, 2017; BURR, 1997).

Por haver uma relação tão próxima entre os sistemas ósseo e muscular, a presença conjunta de osteopenia ou osteoporose associada a uma perda de massa ou força muscular pode aumentar significativamente o risco de quedas, fraturas e mortalidade precoce nos idosos (AMARAL et al, 2012; BURR,1997). Portanto, estímulos mecânicos são essenciais para manutenção da saúde desses sistemas, uma vez que ambos são adaptativos em resposta às cargas mecânicas (DEERING ET AL, 2017).

Força Muscular e Envelhecimento

O envelhecimento é responsável por diversas alterações fisiológicas no organismo, como diminuição da massa muscular e declínio na função muscular, resultando em redução da força e potência muscular, sendo este mais pronunciado entre as mulheres (MORCELLI et al, 2015; CROZARA et al, 2013; AMARAL et al, 2012; WIBELINGER, TONIAL, OLIVEIRA, 2009). Estima-se que com o envelhecimento haja uma redução da força muscular de 10 a 15% por década dos 40 aos 70 anos de idade (MALAFARINA et al, 2012), uma redução de 20% a 40% da força e potência muscular entre os 70 e 80 anos e que essa redução seja ainda maior após os 90 anos de idade em ambos os sexos (TUDORASCU et al, 2014; MALAFARINA et al, 2012; GARCIA et al, 2011; AMARAL et al, 2012). Essa redução acontece devido a uma diminuição do número e tamanho das fibras musculares, sendo as fibras do tipo II as mais afetadas, gerando assim prejuízos nas atividades funcionais que requerem força e agilidade como, por exemplo, o sentar e levantar. Estudos mostram que o declínio da função muscular é mais acentuado nos membros inferiores do que nos membros superiores (AMARAL et al, 2012; MENESES, BURKE & MARQUES, 2012; TREVISAN,2012; IZQUIERDO et al., 2001).

Dentre os parâmetros musculares que são prejudicados pelas alterações decorrentes do envelhecimento, dá-se destaque para a força muscular (LAROCHE et al, 2010; CASEROTTI et al, 2008). A força muscular pode ser avaliada por meio do Pico de Torque (PT) durante uma contração muscu-

lar, sendo este a maior força muscular gerada em determinado momento durante uma repetição (WIBELINGER, TONIAL, OLIVEIRA, 2009). Estudos mostram que o PT dos músculos do quadril e joelho são comprometidos com a idade (MORCELLI et al, 2015; CROZARA et al, 2013).

O prejuízo na força muscular dos membros inferiores pode prejudicar o desempenho nas atividades funcionais, levando a perda da mobilidade e independência (MORCELLI et al, 2015; MENESSES, BURKE & MARQUES, 2012; TREVISAN et al, 2012; FREIRE JUNIOR et al, 2018), piora do equilíbrio postural (PORTO et al, 2019), além da piora da qualidade de vida do idoso (OSSOWSKI et al, 2016; MANINI & CLARK, 2012; LAROCHE et al, 2010).

Baseando-se no papel muscular para a saúde óssea, de acordo com a interação entre esses sistemas, os músculos do quadril e joelho podem desempenhar importante papel na saúde óssea do colo femoral devido a sua origem e inserção estarem próximas ou cruzarem essa região e por serem musculaturas que são recrutadas diariamente nas atividades do dia a dia (PASCO et al, 2015; AHEDI et al, 2014).

Embora a maioria dos estudos que avaliam o papel muscular sobre o sistema ósseo utilizem o parâmetro massa muscular, se faz necessário também verificar a associação da DMO com o parâmetro da força muscular, uma vez que não há uma relação linear entre elas. De acordo com MANINI & CLARK (2012) declínios na força muscular ocorrem mais rapidamente do que declínios na massa muscular, sendo que a diminuição da força muscular é parcialmente explicada por perdas na massa muscular, existindo outros fatores, tantos neurais como musculares, que contribuem para a fraqueza muscular nos idosos.

Ahedi et al (2014) estudaram a associação entre a área transversa dos músculos do quadril, força muscular, e DMO de indivíduos da Tasmânia entre 50 e 80 anos. A força muscular foi obtida por meio de um dinamômetro manual avaliando a força dos músculos extensores de joelho e quadril. Os resultados mostraram que a área transversa dos músculos do quadril, em especial os flexores, foram positivamente associados com a DMO do fêmur, do colo femoral e da coluna; para a força muscular os resultados mostraram uma fraca associação com a DMO do fêmur total e coluna lombar.

O estudo concluiu que tanto a massa como a força muscular contribuem para a manutenção da massa óssea.

Assim como a musculatura do quadril, o músculo quadríceps femoral também parece desempenhar um papel na DMO do colo femoral (MATSUI et al, 2013), uma vez que apresenta sua origem acima e abaixo da articulação do quadril, podendo gerar uma carga mecânica nesta região durante a sua contração (RIKKONEN et al, 2012). Um estudo realizado no Japão por Matsui *et al* (2013) analisou a influência da força de extensão de joelho, por meio de um dinamômetro manual, na DMO do colo de fêmur e coluna lombar em homens e mulheres na pós-menopausa (N=1255) ao longo de 6 anos, mostrando ao final um efeito significativo entre a força de extensão de joelho e DMO do colo femoral para ambos os sexos, principalmente nos homens, e em estágios iniciais da perda da massa óssea. De maneira semelhante, Brech e colaboradores (2013) observaram que mulheres com osteoporose apresentam menor força muscular dos músculos flexores e extensores de joelho quando comparadas com mulheres com massa óssea preservada.

JUSTIFICATIVA

De modo geral, apesar de já estar bem estabelecido na literatura a interação entre os sistemas ósseo e muscular e a ação do músculo sobre a manutenção da DMO, ainda permanece incerto qual o grupo muscular que mais se relaciona com a massa óssea do colo do fêmur. São escassos os trabalhos que utilizem ferramentas consideradas padrão-ouro para avaliação da força muscular, ou que investigam a relação da força muscular de grupos musculares com um sítio ósseo específico. Além disso, a maioria dos estudos encontrados analisam a correlação entre a massa muscular, tanto de músculos específicos como do corpo total, com a densidade mineral óssea regional ou de corpo total.

Visto que as fraturas de fêmur decorrentes da osteoporose são as mais graves e incapacitantes para a população idosa, conseguir identificar qual o grupo muscular que mais se relaciona com a DMO do colo do fêmur pode auxiliar na elaboração de protocolos voltados para a melhora ou manutenção da saúde óssea dessa região.

Portanto, este estudo busca proporcionar aos diversos profissionais da área da saúde, que atendem a população idosa, maior conhecimento da associação entre a musculatura do quadril e joelho e saúde óssea do colo femoral.

OBJETIVO GERAL

Verificar a associação entre a força muscular (PT) dos músculos do quadril e do joelho com a densidade mineral óssea (DMO) do colo do fêmur em mulheres idosas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar, dentre os grupos musculares avaliados, qual o grupo que possui maior relação com a DMO do colo femoral em mulheres idosas.

HIPÓTESE

A hipótese inicial do estudo era que o PT dos grupos musculares do quadril e joelho se relacionariam de diferentes maneiras com a DMO do colo femoral, sendo que os músculos que apresentem origem e inserção mais próximas ao colo do fêmur, como os abdutores de quadril, seriam aqueles que mais se associariam positivamente com essa região, independente do seu tamanho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo observacional, transversal e quantitativo, desenvolvido na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, entre julho de 2018 a outubro de 2019.

Amostra

O grupo populacional foi constituído de mulheres, atendidas no Ambulatório de Doenças Ósseas Metabólicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP (HC-FMRPUSP). As participantes foram orientadas sobre os procedimentos a serem realizados, e participaram do estudo aquelas que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE 1), conforme aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HC-FMRPUSP, como demanda a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. A figura 1 apresenta o fluxograma sobre as etapas da pesquisa.

A amostra foi composta por 94 mulheres idosas. As participantes realizaram o exame de densitometria óssea do colo femoral por meio do exame de absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) no máximo 6 meses antes do início da pesquisa. Caso alguma participante não tivesse realizado o DXA dentro do período estipulado, foi realizado o pedido de novo exame para avaliação. Todas as participantes realizaram o exame de densitometria no setor de Radiologia do Departamento de Clínica Médica do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, utilizando o aparelho da marca Hologic (Discovery Wi, QDR Series, Waltham, MA, EUA), com um erro de precisão de 1,84%, seguindo o mesmo protocolo e rotina de avaliação.

Critérios de Inclusão

Foram incluídas neste estudo mulheres com idade entre 60 a 80 anos, com tempo de menopausa maior ou igual a 12 meses e que eram capazes de sentar, levantar e caminhar sem dispositivo de auxílio.

Critério de Exclusão

Os critérios de exclusão para o estudo foram: déficit cognitivo provável ou possível determinado pelo teste *Ten-point cognitive screener* (10-CS) (APOLINÁRIO et al, 2016); doenças graves cardiovasculares ou pulmonares; insuficiência renal e hepática; diabetes mellitus tipo 2; perda óssea secundária a outras doenças (câncer, artrite reumatóide, osteomalácia ou uso de glicocorticoide) ou que apresentassem cirurgia prévia da coluna, quadril, joelho ou tornozelo.

Figura 1. Representação esquemática do desenho do estudo.

Aspectos éticos

Este estudo está inserido no projeto de pós-doutorado intitulado “Análise da função muscular de mulheres pós-menopáusicas com baixa densidade mineral óssea com e sem fratura vertebral”, aprovado pelo Comitê de Ética sob o parecer número 2.280.936. (ANEXO 1)

Previamente às avaliações, as participantes foram informadas sobre os procedimentos a serem realizados e participaram do estudo aquelas que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1), permanecendo com uma cópia do mesmo.

Os possíveis riscos da participação na pesquisa incluíam ocorrência de dor muscular tardia após os testes de força muscular. Porém, a fim de minimizar o aparecimento de dor muscular tardia foi realizado aquecimento prévio em bicicleta ergométrica por cinco minutos e orientado termoterapia por vinte minutos em domicílio em caso de dor.

Poder da Amostra

Por meio do software G*Power, versão 3.1.92 (Universitat Kie; Alemanha) foi realizado o cálculo do poder a partir da amostra avaliada ($n=94$) considerando a análise de regressão linear com ajustamento realizada no programa SPSS (versão 17.0), entre as variáveis da força muscular (variável independente) e densidade mineral óssea do colo do fêmur (variável dependente).

Considerando o índice de determinação ($R^2=0,24$) e o tamanho do efeito (0,49) encontrados na análise entre o PT dos abdutores de quadril normalizado pela massa corpórea e a DMO do colo do fêmur obteve-se o poder de amostra de 99%.

Procedimentos

A avaliação foi realizada em dois dias, separados por dois a sete dias entre eles. No primeiro dia de coleta (Figura 1) foi entregue o TCLE para assinatura das voluntárias. Logo após, foram coletados por meio de questionários (APÊNDICE 2) os seguintes dados: idade atual, idade e tempo de menopausa, condições sociodemográficas, dados antropométricos (peso, altura e IMC), histórico de

quedas (últimos 6 meses), histórico de doenças crônicas, uso de medicamentos, rastreo cognitivo (10-CS) e nível de atividade física. O nível de atividade física foi avaliado por meio da versão reduzida do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) (MATSUDO et al, 2001). Neste mesmo dia, após a aplicação dos questionários, foi realizada a familiarização dos testes de força muscular no dinamômetro isocinético. No segundo dia de coleta (Figura 1) foi realizado o teste no Dinamômetro Isocinético para avaliação das medidas do Pico de Torque (PT) dos músculos flexores e extensores do quadril e joelho e dos músculos abdutores e adutores de quadril do membro inferior dominante, considerado aquele de preferência para chutar uma bola. (GARCIA et al, 2011; JOHNSON et Al, 2004)

Avaliação da Força Muscular: Pico de Torque

As avaliações do Pico de Torque (PT) do quadril e joelho foram realizadas por um dinamômetro isocinético (modelo - *Biodex System 4 Pro*, Nova York, EUA), calibrado de acordo com orientações do fabricante do equipamento.

Como forma de aquecimento, antes da realização dos testes, as participantes realizaram cinco minutos de exercício em uma bicicleta ergométrica (*Athletic Extreme*) para preparação muscular (BALDON et Al., 2009). Para a familiarização com os procedimentos, a fim de reduzir os efeitos de aprendizagem, foi realizada uma sessão prévia à avaliação com um período de pelo menos 2 dias e no máximo 7 dias entre elas (GRUNTE et Al., 2010; MAFFIULETTI et Al., 2016).

O protocolo de avaliação consistiu em três contrações isométricas voluntárias máximas (CIVMs) com duração de 5 segundos e intervalo de 30 segundos entre elas para obtenção das médias da variável PT (Nm.kg^{-1}) dos músculos flexores e extensores de quadril e joelho e abdutores e adutores de quadril, proporcionais à massa corporal, sendo as participantes instruídas a realizar as contrações o mais rápido e mais forte possível de acordo com o comando verbal (JOHNSON et Al, 2004). Durante todas as contrações foi dado encorajamento verbal e *feedback* visual (MAFFIULETTI et Al., 2016). O PT de cada grupo muscular foi normalizado pela massa corporal, a fim de representar com mais precisão o desempenho dos músculos em relação à massa do indivíduo. (LAROCHE et al, 2007).

Foram realizadas contrações isométricas para que o PT não fosse influenciado por alterações no braço de momento de força ou por alterações na relação comprimento-tensão do músculo durante a contração (LAROCHE *et Al.*, 2010). O aparelho registrou a força em quilogramas e foi calibrado semanalmente conforme indicação do fabricante.

A confiabilidade teste-reteste da avaliação de cada grupo muscular, considerados neste estudo, foi determinada pelo coeficiente de correlação intraclass (ICC) utilizando o modelo de efeitos mistos (*two-way mixed effects model*), considerando a média do PT no primeiro e segundo dia de avaliação em parte da amostra (n= 24). Para todos os músculos avaliados, encontramos excelente confiabilidade: ICC=0,811 , 95% IC=0,544 – 0,921 para os flexores de quadril; ICC=0,862 , 95% IC=0,668 – 0,943 para os extensores de quadril; ICC=0,884 , 95% IC=0,722 – 0,952 para os abdutores de quadril; ICC=0,717 , 95% IC=0,318 – 0,882 para os adutores de quadril; ICC=0,903 , 95% IC=0,767 – 0,960 para os extensores de joelho; e ICC=0,835 , 95% IC=0,603 – 0,932 para os flexores de joelho.

Protocolo de execução dos testes:

Para os músculos abdutores e adutores do quadril (figura 2) 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. O eixo rotacional do dinamômetro foi alinhado com o ponto representado pela interseção de duas retas, uma reta traçada inferiormente a partir da espinha ilíaca 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 5cm acima da borda superior da patela. As voluntárias foram instruídas a realizar 3 CIVM de abdução e adução de quadril a 15 graus de abdução de quadril mantidas por 5 segundos com intervalo de 30 segundos entre elas (JOHNSON *et Al*, 2004), evitando realizar flexão de joelho a fim de evitar alterações no recrutamento muscular e compensações durante a avaliação. (BALDON *et Al*, 2009)

Para os músculos flexores e extensores do quadril foi adotada a posição supina (figura 3). A pelve e o membro inferior contralateral foram fixados por cintos. O eixo mecânico do dinamômetro

foi posicionado no eixo articular do quadril (região do trocânter maior do fêmur) e a alavanca do dinamômetro posicionada 5 cm acima da borda superior da patela. O membro dominante a ser testado foi posicionado a 60 graus de flexão do quadril (MORCELLI et Al., 2015).

Figura 2. Posicionamento da participante no dinamômetro isocinético para avaliação da força muscular dos abdutores e adutores de quadril.

Figura 3. Posicionamento da participante no dinamômetro isocinético para avaliação da força muscular dos flexores e extensores de quadril.

Para os músculos flexores e extensores de joelho foi adotada a posição sentada (figura 4), com quadris fletidos a 90 graus, tronco, pelve e membro inferior contralateral fixados por cintos. O eixo mecânico do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur e a alavanca do dinamômetro foi posicionada na tíbia, ligeiramente proximal a borda superior do maléolo medial (CROZARA et Al., 2013). O membro dominante foi posicionado a 60 graus de flexão do joelho; tal amplitude está intimamente relacionada com tarefas funcionais diárias além de apresentar alta correlação com o torque produzido em outras amplitudes de movimento do joelho (PLOUTZ-SNYDER et al., 2002)

Figura 4. Posicionamento da participante no dinamômetro isocinético para avaliação da força muscular dos flexores e extensores de joelho. A: vista anterior; B: vista lateral.

Análise Estatística

Todas as análises estatísticas foram armazenadas, processadas e analisadas utilizando o programa SPSS (SPSS for Windows - Versão 17.0 – SPSS inc) adotando nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Os dados de caracterização da amostra foram representados como média, desvio padrão da média e frequência. Para verificar a correlação entre a força muscular do quadril e joelho e a DMO do colo do fêmur foi utilizado o teste de correlação de Pearson (dados com distribuição normal) seguindo da aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para obtenção do coeficiente de correlação (r). Após determinado o r foi aplicado o teste de regressão linear multivariada ajustada pela idade, tempo de menopausa, IMC e nível de atividade física (IPAQ) sendo considerada a força muscular como variável independente e a DMO do colo do fêmur como variável dependente. Para regressão linear a associação foi determinada pelo coeficiente de regressão não padronizado (β) e o desem-

penho do modelo final foi avaliado pelo Nagelkerke's r^2 (índice de determinação), que estima a variância dos resultados explicada pelo modelo. O r^2 varia entre 0 e 1 (correspondente a 0 a 100%) (COEHN, 1988), sendo que valores mais próximos de 1 (100%) indicam maior contribuição do pico de torque sobre a DMO do colo femoral.

A confiabilidade intra-examinador do dinamômetro isocinético foi analisada pelo coeficiente de correlação intraclasse (*Intraclass Correlation Coefficient* – ICC) fazendo uso da média das contrações (PT) realizadas nos dois dias de avaliação. O ICC foi associado a um intervalo de confiança de 95% e classificado como confiabilidade pobre (ICC<0,40), MODERADO (ICC entre 0,40 e 0,75) ou excelente (ICC>0,75) (FLEISS et al, 2003).

RESULTADOS

O recrutamento das voluntárias iniciou-se em julho de 2018 no ambulatório de doenças Osteometabólicas do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (HC-FMRPUSP). As avaliações multidimensionais e da força muscular iniciaram em outubro/2018 sendo finalizadas em outubro/2019. Ao todo participaram do estudo 94 mulheres com média de idade de $71,6 \pm 5,66$ anos e tempo de menopausa de $24,4 \pm 6,96$ anos. De acordo com a classificação proposta por LIPSCHITZ (1994) para o índice de massa corpórea (IMC) em idosos, 14 idosas (14,89%) apresentaram magreza, 36 eram eutróficas (38,3%) e 44 (46,81%) apresentavam sobrepeso. Utilizando os critérios da OMS para classificar a DMO, 21 idosas (22,34%) apresentavam osteoporose ($T\text{-score} \leq -2,5DP$), 47 (50%) eram osteopênicas ($T\text{-score}$ entre -1 e -2,4 DP) e 26 (27,65%) apresentavam valores de DMO normal para o colo femoral ($T\text{-score} \geq -1DP$). As características clínicas das participantes estão apresentadas na tabela 1.

Os valores do PT obtidos no dinamômetro isocinético estão demonstrados na tabela 2. O grupo muscular que apresentou a maior média foram os extensores de joelho ($PT=1,23 \pm 0,45 \text{ Nm.kg}^{-1}$). O grupo muscular que apresentou menor desempenho entre as participantes foram os flexores de quadril ($PT=0,4 \pm 0,2 \text{ Nm.kg}^{-1}$).

Os resultados dos testes de correlação de Pearson e de regressão linear encontram-se na tabela 3. No modelo de regressão linear multivariada ajustado pelos fatores confundidores (idade, tempo de menopausa, IMC e nível de atividade física) foi observado uma associação positiva entre o pico de torque dos abdutores de quadril normalizado pela massa corporal e a DMO do colo do fêmur ($r=0,18$; $p=0,03$; $\beta =1,12$; $p=0,004$; $R^2=0,24$). De acordo com o índice de determinação ($\beta =1,12$) no teste de regressão linear, cada aumento de uma unidade no PT dos abdutores do quadril há um ganho de 1,12 unidades na DMO do colo do fêmur. Para os músculos adutores de quadril foi encontrada associação com a DMO do colo femoral no teste de correlação de Pearson ($r=-0,28$; $p=0,003$), porém essa relação não se manteve após o modelo ajustado ($\beta =-0,69$; $p=0,084$; $R^2=0,19$). Não foram observadas associações entre o PT dos demais grupos musculares e a DMO do colo femoral.

Tabela 1. Características clínicas das participantes.

Variáveis	n=94
Idade (anos)	71,60 (5,66)
Tempo de menopausa (anos)	24,40 (6,96)
Histórico Familiar de Osteoporose	
Sim	38,3% (n=36)
Não	61,7% (n=58)
DMO do colo femoral	
Nº de idosas com osteoporose (%)	21 (22,3%)
Nº de idosas com Osteopenia (%)	47 (50%)
Nº de idosas com DMO normal (%)	26 (27,7%)
Massa corporal (kg)	63,48 (12,22)
Altura (m)	1,51 (0,05)
IMC (Kg.m⁻²)	
Magreza (%)	14 (14,89%)
Eutrofia (%)	36 (38,3%)
Sobrepeso (%)	44 (46,81%)
IPAQ	
Baixo	56,4%(n=53)
Moderado	43,6% (n=41)
Quedas	43,62% (n=41)
Dor Crônica	71,30% (n=67)
Comorbidades	
Hipertensão Arterial Sistêmica	88,29% (n=83)
Osteoartrite de membros inferiores	72,34% (n=68)
Polifarmácia (>5 medicamentos)	30,85% (n=29)

Os valores estão impressos em média (desvio-padrão) e frequências. DMO: densidade mineral óssea; IMC: índice de massa corpórea; IPAQ: Internacional Physical Activity Questionnaire.

Tabela 2. Força muscular do quadril e joelho das participantes. Os valores estão impressos em média (desvio-padrão).

Flexores de Quadril	Média (DP)
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,4 (0,2)
Extensores de Quadril	
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,92 (0,36)
Abdutores de quadril	
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,54 (0,29)
Adutores de quadril	
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,7 (0,29)
Flexores de Joelho	
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,62 (0,24)
Extensores de Joelho	
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	1,23 (0,45)

PT= Pico de torque.

Tabela 3. Correlação entre força muscular do quadril e DMO do colo do fêmur. (n=94)

	Correlação de Pearson		Regressão Linear		
	r	p valor	Beta	P valor	R ²
Flexores de Quadril					
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,01	0,44	0,79	0,186	0,18
Extensores de Quadril					
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	-0,06	0,27	0,24	0,477	0,17
Abdutores de quadril					
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,18	0,03*	1,12	0,004**	0,24
Adutores de quadril					
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,28	0,003*	0,69	0,084	0,19
Flexores de Joelho					
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	-0,02	0,41	0,23	0,623	0,17
Extensores de Joelho					
PT isométrico (Nm.kg ⁻¹)	0,08	0,21	0,47	0,064	0,20

DMO= Densidade mineral óssea; PT=Pico de torque; *p<0,05 (correlação de Pearson);

**p<0,05 (regressão linear).

DISCUSSÃO

Este estudo investigou a associação entre a força muscular do quadril e joelho, por meio do PT, e a DMO do colo do fêmur em mulheres idosas. A DMO do colo femoral apresentou uma correlação significativamente positiva com o PT dos músculos abdutores de quadril normalizado pela massa corporal da participante. Esse achado reforça a teoria mecanostática entre músculo e osso sugerindo que, quanto maior a força gerada pelos abdutores de quadril, maior será a tensão provocada no colo do fêmur, estimulando assim a massa óssea dessa região.

Alguns estudos tem investigado a associação da força muscular de diversos grupos musculares (quadril, joelho, força de preensão palmar) e a DMO de sítios específicos (coluna lombar, colo do fêmur, quadril, rádio distal) (PASCO et al, 2015; AHEDI et al, 2014; KIM et al, 2013; MATSUI et al, 2013; RIKKONEN et al, 2012; BAYRAMOGLU et al, 2005; JALE, CUBUCKU & SEPICI, 1998; ZIMMERMANN et al, 1990). No entanto, essa relação ainda não está totalmente elucidada na literatura, uma vez que os estudos diferem muito entre si quanto a população estudada, ao desenho do estudo, como também pelas diferentes técnicas e protocolos utilizados para avaliar a força muscular. Dentre os estudos citados, apenas os estudos de Bayramoglu et al (2005) e Kim et al (2013) utilizaram o dinamômetro isocinético, embora Kim et al (2013) não seguiram a classificação de DMO estabelecida pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Bayramoglu et al (2005) investigaram a correlação entre a força muscular e a DMO de diferentes regiões em 62 mulheres sedentárias na pós-menopausa. A análise da força muscular foi realizada nos músculos do tronco (flexores e extensores) e quadril (abdutores e adutores) utilizando um protocolo de contrações isocinéticas em um dinamômetro isocinético. Foi observado uma relação fraca, porém estatisticamente significativa entre os abdutores de quadril e a DMO do fêmur em mulheres idosas com e sem osteoporose, porém estes autores não levaram em consideração em sua análise possíveis fatores confundidores, que poderiam afetar essa relação. Além disso, o uso de contrações isocinéticas podem ser afetadas pelo braço de alavanca e pela relação comprimento-tensão do músculo (MALAFARINA et al, 2012).

Já o estudo de Pasco et al em 2015 investigou a relação entre a força muscular do quadril (flexores e abdutores) e a DMO do quadril total em 863 mulheres com idade entre 26 e 97 anos. Para avaliar a força muscular foi utilizado o dinamômetro manual com contrações isométricas máximas sendo os valores obtidos divididos em tercil. Foi encontrado uma associação positiva entre os flexores e abdutores de quadril e a DMO do quadril total, porém no modelo ajustado pela massa muscular total essa associação não se mantinha no caso dos flexores, e era menor para os abdutores de quadril. Os autores sugeriram que a massa muscular poderia ter maior impacto sobre a massa óssea do que a força muscular propriamente dita. Apesar das considerações realizadas, acreditamos que usar a massa muscular do corpo total como ajustamento não reflete a força muscular de músculos específicos, visto que essa medida reflete a concentração de massa magra geral do indivíduo. Além disso, a forma de avaliação da força muscular foi realizada no dinamômetro manual, sendo o dinamômetro isocinético considerado padrão ouro para avaliar a força muscular (GAFNER et al, 2017).

Os nossos resultados mostraram que apenas a força muscular dos abdutores de quadril apresentou associação com a DMO do colo femoral após o ajustamento na regressão linear. Os músculos abdutores do quadril cruzam a articulação lateralmente ao eixo ântero-posterior do quadril, sendo responsáveis por realizar o movimento de abdução no plano frontal (KAPANDJI, 2001). Essa musculatura é de vital importância para manter a estabilidade pélvica durante o apoio unipodal e a marcha (NEUMANN, 2010; KAPANDJI, 2001). Diminuições da força destes músculos podem gerar alterações no equilíbrio e na marcha, interferindo negativamente nas atividades básicas de vida diária, afetando a qualidade de vida do idoso (PORTO et al, 2019;FREIRE-JUNIOR ET AL, 2018).

O PT dos abdutores de quadril apresentou a segunda menor média entre os músculos avaliados neste trabalho. Apesar de não haver ainda um valor de referência para idosos, determinado pela literatura, observamos em outros estudos que a média do PT destes músculos foi inferior a outros grupos musculares na população idosa (PORTO et al 2019; MORCELLI et al, 2014). Uma vez que parece haver um declínio da força dos músculos abdutores de quadril nos idosos, inserir exercícios que ativem e fortaleçam essa musculatura pode ser eficaz não somente para a melhora da funcionalidade e

equilíbrio (PORTO et al, 2019) como também pode ser um fator protetor contra a perda de massa óssea no colo femoral. No entanto, pouco destaque é dado a esses músculos nos programas de exercícios voltados à pessoa idosa, que muitas vezes acabam dando enfoque para outros grupos musculares, principalmente para os extensores de joelho (RADOMINSKI et al, 2017; MATSUI et al, 2013).

Os principais músculos abdutores são o glúteo médio, glúteo mínimo e tensor da fáscia lata. Dentre eles destaca-se o glúteo médio por ser o maior entre os três ocupando 60% da área transversal total dos abdutores (NEUMANN, 2010). Além disso, por apresentar a orientação de suas fibras quase perpendicularmente a articulação do quadril, e por se inserir distalmente ao trocânter maior, proporciona o maior braço de alavanca para geração de força de abdução (KAPANDJI, 2001).

É no movimento de abdução de quadril onde ocorre a maior coaptação entre a cabeça do fêmur e acetábulo (KAPANDJI, 2001), assim, a força produzida durante a contração dos abdutores de quadril desencadeia uma força de compressão entre a cabeça do fêmur e acetábulo (PASCO et al, 2015; NEUMANN, 2010). Essa carga de compressão é transmitida ao colo femoral podendo gerar deformação óssea, estimulando a ativação de osteoblastos auxiliando, portanto, na formação óssea.

Em adição, o colo femoral é a região do fêmur que apresenta menor resistência óssea por apresentar maior concentração de osso esponjoso (KAPANDJI, 2001), com as trabéculas organizadas em sistemas mediais e laterais (BAYARAMOGLU et al, 2005). É provável que durante a contração dos músculos abdutores esse sistema de trabéculas resista às forças compressivas colocadas na cabeça do fêmur, gerando deformação local, estimulando também o remodelamento ósseo nessa região.

Wang e et al (2006) investigaram a relação entre a massa óssea do quadril e os momentos articulares do quadril produzidos durante o andar, subir degrau e sentar-levantar de uma cadeira em 16 idosos sedentários. Dentre as três atividades foi observado nas mulheres (n=8) que os momentos articulares gerados no quadril durante a subida de degrau apresentaram maior relação com a massa óssea do colo femoral e fêmur proximal, sendo atribuída principalmente pelos momentos de abdução,

que explicou mais de 88% da variância da DMO dessa região. Apesar de não termos avaliado a biomecânica em nosso estudo, esse achado reforça o papel da abdução de quadril e dos músculos abdutores do quadril durante as atividades do dia a dia para a manutenção da DMO do fêmur.

Em discordância com os nossos resultados, alguns estudos encontraram uma associação entre a força muscular dos extensores do joelho e a DMO do quadril (AHEDI et al, 2014; KIM et al, 2013; MATSUI et al 2013; RIKKONEN et al, 2012). Os resultados contraditórios podem ter relação com os equipamentos utilizados para avaliação da força muscular (AHEDI et al, 2014; RIKKONEN et al, 2012), classificação da DMO não seguindo a OMS (KIM et al, 2013), ao pequeno número amostral (RIKKONEN et al, 2012) ou pelo perfil da amostra avaliada (MATSUI et al, 2013). Um estudo finlandês realizado por Rikkonen et al (2012) observou que as mulheres com osteoporose apresentaram menor massa magra, menor força de preensão palmar e de extensão de joelho (dinamômetro manual), concluindo que tanto a massa muscular, como a força muscular são fatores independentemente associados com a DMO, sendo a força considerada um preditor da osteoporose em mulheres pós-menopausa. Contudo, o pequeno número de participantes com osteoporose no estudo ($n=37$) bem como o uso do dinamômetro manual podem ter limitado o poder estatístico e a generalização dos dados.

No estudo de Kim et al em 2013 foi observado que tanto a força muscular dos extensores de joelho como a qualidade muscular se associaram positivamente com a DMO do colo femoral, no entanto, quando ajustada a força muscular pela massa muscular na regressão linear essa associação não se manteve. Este trabalho avaliou o músculo tanto quantitativamente como qualitativamente, porém como foram utilizados outros critérios para considerar baixa DMO ($DMO < -2DP$), diferente dos adotados pela OMS, não é possível comparar os resultados para a população global.

Em nosso estudo apesar dos músculos extensores do joelho terem obtido a maior média do PT não foi encontrada correlação entre sua força e a DMO do colo do fêmur, podendo sugerir que não é somente o tamanho do músculo ou a força produzida por ele durante sua contração o fator determinante na sua associação com a massa óssea. Outros fatores podem justificar essa relação, tais

como, o ponto de fixação do músculo no osso, a orientação das suas fibras musculares e o tipo de carga mecânica que é gerada na região óssea durante o movimento.

Desta forma, este estudo contribui para o entendimento das características musculares do quadril e joelho e suas relações com a DMO do colo femoral, sugerindo que a fraqueza dos músculos abdutores de quadril pode ser considerada como fator contribuinte para a perda da massa óssea do colo do fêmur. Este achado reforça a importância de acrescentar, nos protocolos de exercícios voltados à população idosa, exercícios tanto de fortalecimento específico como exercícios funcionais que ativam esta musculatura.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Primeiramente foram realizadas apenas contrações isométricas no dinamômetro isocinético, o que acaba limitando a análise dos resultados para o comportamento durante as atividades do dia a dia. No entanto, a contração isométrica é considerada uma forma segura de avaliar a população idosa.

Além disso, como trata-se de um estudo transversal não podemos inferir nenhuma relação de causa e efeito entre a força muscular do quadril e joelho e a DMO do colo do fêmur. Nós só conseguimos mostrar que a força dos músculos abdutores do quadril apresenta uma associação significativamente positiva com a DMO do colo femoral, sugerindo que esse pode ser um possível fator que contribui para a massa óssea dessa região. Estudos longitudinais devem ser realizados para detectar essa relação de causa e efeito.

Por último, apesar de incluirmos no modelo de ajustamento possíveis variáveis confundidoras, estabelecidas na literatura, como idade (RADOMINSKI et al, 2017; MATSUI et al, 2013; RIKKONEN et al 2012), IMC (RADOMINSKI et al, 2017; MATSUI et al, 2013; RIKKONEN et al 2012; BAYRAMOGLU et al, 2005), tempo de menopausa (RADOMINSKI et al, 2017) e nível de atividade física (MATSUI et al, 2013; RIKKONEN et al 2012; BAYRAMOGLU et al, 2005), sabemos que a massa óssea pode sofrer influência de outros fatores como tabagismo (MATSUI et al, 2013; BAYRAMOGLU et al, 2005), uso de álcool (MATSUI et al, 2013; BAYRAMOGLU et al, 2005), níveis

hormonais (HO-PHAM, NGUYEN & NGUYEN, 2014; BAYRAMOGLU et al, 2005), dieta (HO-PHAM, NGUYEN & NGUYEN, 2014; MATSUI et al, 2013; BAYRAMOGLU et al, 2005) e pico de massa óssea (BAYRAMOGLU et al, 2005), que não foram avaliados em nosso estudo.

CONCLUSÃO

Este estudo mostrou haver uma correlação positiva entre força muscular dos abdutores de quadril, avaliada por meio do pico de torque, e a densidade mineral óssea do colo femoral em mulheres idosas, reforçando o modelo mecânico entre músculo e osso. Portanto, inserir exercícios de fortalecimento dos abdutores de quadril, bem como exercícios funcionais que trabalhem essa musculatura nos protocolos de intervenção pode ser uma estratégia efetiva na melhora ou manutenção óssea dessa região.

Referências

- AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L. et al. 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.
- APOLINARIO, D.; LICHTENTHALER, D.G.; MAGALDI, R.M. et al. Using temporal orientation, category fluency, and word recall for detecting cognitive impairment: the 10-point cognitive screener (10-CS). *International journal of geriatric psychiatry*, v. 31, n. 1, p. 4-12, 2016.
- ASLAN, U.B.; CAVLAK, U.; YAGCI, N.; AKDAG, B. Balance performance, aging and falling: a comparative study based on a Turkish sample. *Arch Gerontol Geriatr*, v. 46, n.3, p. 283-292, 2008.
- AHEDI, H.; AITKEN, D.; SCOTT, D. et al. The Association Between Hip Muscle Cross-Sectional Area, Muscle Strength, and Bone Mineral Density. *Calcif Tissue Int*, v. 95, p. 64–72, 2014.
- AMARAL, J.F.; CASTRO, E.A.; MANCINI, M. et al. Taxa de desenvolvimento da força muscular de membros superiores e inferiores em mulheres idosas. *Motricidade*, v.8, n. S2, p. 454-461, 2012.
- BALDON, R.M.; NAKAGAWA, T.H.; MUNIZ, T.B. et al. Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Athl Training*, v.44, n.5, pp. 490-6, 2009.
- BINKLEY, N.; KRUEGER, D.; BUEHRING, B. What's in a name revisited: should osteoporosis and sarcopenia be considered components of "dysmobility syndrome?". *Osteoporosis international*, v. 24, n. 12, p. 2955-2959, 2013.
- BLAIN, H.; JAUSSENT, A.; THOMAS, E. et al. Low sit-to-stand performance is associated with low femoral neck bone mineral density in healthy women. *Calcif Tissue Int*, n.84, p. 266–275, 2009.
- BRECH, G.C.; ALONSO, A.C.; LUNA, N.M.S.; GREVE J.M. Correlation of postural balance and knee muscle strength in the sit-to-stand test among women with and without postmenopausal osteoporosis. *Osteoporos Int*, v. 24, p. 2007–2013, 2013.
- BURR, David B. Muscle strength, bone mass, and age-related bone loss. *Journal of bone and mineral research*, v. 12, n. 10, p. 1547-1551, 1997.
- 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. 773-782, 2008.
- COEHN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hilldale, NJ: Erlbaum, 1988
- COOPER, C.; FERRARI, S. et al. IOF Compendium of osteoporosis. Publishing International Osteoporosis Foundation <https://www.iofbonehealth.org/compendium-of-osteoporosis>. Accessed 13 December 2019
- CRESS, M.E.; MEYER, M. Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Phys Ther*, v.83, pp.37-48, 2003.

CROZARA, L.F.; MORCELLI, M.H.; MARQUES et al. 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.

DALY, R.M. Exercise and nutritional approaches to prevent frail bones, falls and fractures: an update. *Climateric*, v.20, n.2, p. 119-124, 2017.

DE PAULA, F.J.A.; ROSEN, C.J. Marrow Adipocytes: Origin, Structure, and Function. *Annu Rev Physiol* 82:461-484, 2020.

DEERING, R. E., SENEFIELD, J. W., PASHIBIN, T. et al. Muscle function and fatigability of trunk flexors in males and females. *Biology of sex differences*, 8(1), p.12, 2017.

DURAN, I., MARTAKIS, K., HAMACHER, S. et al. Are there effects of age, gender, height, and body fat on the functional muscle-bone unit in children and adults? *Osteoporosis International*, 29(5), p.1069-1079, 2018.

FREEDMAN, V.A.; MARTIN, L.G.; SCHOENI, R.F. Recent trends in disability and functioning among older adults in the United States: a systematic review. *J American Med Association*, v.288, pp.3137-46, 2002.

FRIEDMAN, J. The long road to leptin. *J Clin Invest* 126: 4727-1473, 2016

FREIRE JUNIOR RC, FERNANDES TG, BORGES GF et al. Factors associated with low levels of physical activity among elderly residents in a small urban area in the interior of the Brazilian Amazon. *Arch Gerontol Geriatr*, 75, pag.37-43, 2018.

GAFNER, S.; BASTIAENEM C.H.G.; TERRIER, P. et al. Evaluation of hip abductor and adductor strength in the elderly: a reliability study. *Eur Rev Aging Phys Act* 14:5, 2017

GALI, J.C. Osteoporose. *Acta Ortop Bras*, v. 9, n. 2, p. 1-6, 2011.

GARCIA, P.A.; DIAS, J.M.D.; DIAS, R.C. et al. Estudo da relação entre função muscular, mobilidade funcional e nível de atividade física em idosos comunitários. *Rev Bras Fisioter*, v. 15, n. 1, p. 15-22, 2011.

GRUNTE, I.; HUNTER, G.R.; MCCURRY, B.D. et al. Age and gender differences in hip extension and flexion torque steadiness. *Gerontol*, v.56, pp.533-41, 2010.

HO-PHAM, LT.; NGUYEN, U DT; NGUYEN, TV. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, v. 99, n. 1, p. 30-38, 2014.

HUO, Y. R., SURIYAARACHCHI, P., GOMEZ, F. et al. Phenotype of osteosarcopenia in older individuals with a history of falling. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(4), 290-295, 2015.

IZQUIERDO, M. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J. Appl. Physiol.*, v. 90, p. 1497-1507, 2001.

JOHNSON, M.E.; MILLE, M. L.; MARTINEZ, K.M. et al. Age-related changes in hip abductor and adductor joint torques. *Arch Phys Med Rehabil*, v. 85, p. 593-597, 2004.

- KANIS, J. A., MELTON III, L. J., CHRISTIANSEN, C. et al. The diagnosis of osteoporosis. *Journal of bone and mineral research*, 9(8), 1137-1141, 1994.
- 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 fractionated reaction time in elderly low- and high-active women. *Med Sci Sports Exerc*, v.39, n.9, p.1659-65, 2007.
- Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Primary Care*. 1994; 21(1):55-67
- LOCQUET, M.; BEAUDART, C.; DURIEUX, N.; REGINSTER, J. Y.; BRUYERE, O. Relationship between the changes over time of bone mass and muscle health in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC musculoskeletal disorders*, 20(1), pag.429, 2019.
- LUPSA, B.C.; INSOGNA, K. Bone health and osteoporosis. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, v. 44, n. 3, p. 517-530, 2015.
- MALAFARINA, V.; URIZ-OTANO, F; INIESTA, R.; GIL-GUERRERO, L. Sarcopenia in the elderly: diagnosis, physiopatology and treatment. *Maturitas*, v.71, n.2, p.109-114, 2012.
- MAFFIULETTI, N.A.; AAGAARD, P.; BLAZEVOICH, A.J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol*, v.116, n.6, pp.1091-116, 2016.
- 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.
- MATSUDO, S.M.; ARAUJO, T.; MATSUDO V.R. et al. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 6:5–18, 2001
- MATSUI, Y.; TAKEMURA, M.; HARADA, A.; ANDO, F. SHIMOKATA, H. Effects of knee extensor muscle strength on the incidence of osteopenia and osteoporosis after 6 years. *J Bone Miner Metab*, 2013.
- MEIRELLES, ES. Diagnóstico por imagem na osteoporose. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, v. 43, n. 6, p. 423-427, 1999.
- MENESES, S.R.F.; BURKE, T.N.; MARQUES, A.P. Equilíbrio, controle postural e força muscular em idosas osteoporóticas com e sem quedas. *Fisioter Pesq*, v. 19, n.1, p.26-31, 2012.
- MORCELLI, M.H.; LAROCHE, D.P.; CROZARA, L.F. et al. Neuromuscular performance in the hip joint of elderly fallers and non-fallers. *Aging Clin Exp Res*, v.28, n.3, pp.443-50, 2015.
- OSSOWSKI, Z.M.; SKROBOT, W.; ASCHENBRENNER, P.; CESNAITIENE, V.J.; SMARUJ, M. Effects of short-term Nordic walking training on sarcopenia-related parameters in women with low bone mass: a preliminary study. *Clinical Interventions in Aging*, v.11, p. 1763-1770, 2016.

PASCO, J.A.; HOLLOWAY, K.L.; BRENNAN-OLSEN, S.L.; MOLONEY, D.J.; KOTOWICZ, M.A. Muscle strength and areal bone mineral density at the hip in women: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 16, p. 124-129, 2015.

PEARSON, O. M., & LIEBERMAN, D. E. The aging of Wolff's "law": ontogeny and responses to mechanical loading in cortical bone. *American journal of physical anthropology*, 125(S39), 63-99, 2004.

PLOUTZ-SNYDER, L.L.; MANINI, T.; PLOUTZ-SNYDER, R.J.; WOLF, D.A. Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, v.57, pp.B144-52, 2002.

PORTO, J.M.; FREIRE JUNIOR R.C.; BOCARDE L. et al. Contribution of hip abductor-adductor muscles on static and dynamic balance of community-dwelling older adults. *Aging Clin Exp Res.*,31(5), pag.621-627, 2019.

RADOMINSKI, S.C.; BERNARDO, W.; PAULA, A.P. et al. Diretrizes brasileiras para o diagnóstico e tratamento da osteoporose em mulheres na pós-menopausa. *Rev Bras Reumatol*, v. 57(s2), p. 452-466, 2017.

RAIMUNDO, R. Osteoporosis and physical activity. *J Osteopor Phys Act*, v. 3, n. 2, p. 139, 2015.

RIKKONEN, T.; SIROLA, J.; SALOVAARA, K. et al. Muscle strength and body composition are clinical indicators of osteoporosis. *Calcif Tissue Int*, v. 91, p. 131–138, 2012.

SINGH, H.; KIM, D.; BEMBEN, M.G.; BEMBEN, D.A. Relationship between muscle performance and DXA-derived bone parameters in community-dwelling older adults. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, v. 17, n. 2, p. 50-58, 2017.

TREVISAN, D.C.; PAULA, F.J.A.; REIS, J.G. et al. Impaired Ability to Perform the Sit-to-Stand Task in Osteoporotic Women, Osteoporosis, PhD. Ed. Yannis Dionyssiotis, 2012.

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.

URANO, V.; INOUE, S. Genetics of osteoporosis. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v.452, p.287–293, 2014.

WIBELINGER, L.M.; TONIAL, A.; OLIVEIRA, G. Torque muscular de flexores e extensores de joelho de mulheres idosas com osteoporose. *RBCEH*, v. 6, n. 3, p. 353-361, 2009.

ŽOFKOVÁ, I. Hormonal aspects of the muscle-bone unit. *Physiological research*, v. 57, 2008.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PROJETO: “Análise da função muscular de mulheres pós-menopáusicas com baixa densidade mineral óssea com e sem fratura vertebral”

PESQUISADORA RESPONSÁVEL: Dra. Luciana Mendes Cangussu Oliveira, tel (16) 997479383

ORIENTADORA: Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, tel (16) 3315-4413

CO-INVESTIGADORES: Luana Letícia Capato, tel (17) 991640249

A senhora está sendo convidada para participar do estudo que tem como título “Análise da função muscular de mulheres pós-menopáusicas com baixa densidade mineral óssea com e sem fratura vertebral” que será realizado pela pesquisadora Dra. Luciana Mendes Cangussu Oliveira, sob a supervisão da Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu (FMRP-USP).

O objetivo geral desse estudo é avaliar a função muscular do tronco de mulheres na pós-menopausa com baixa densidade mineral óssea com e sem fraturas vertebrais, e correlacionar esses parâmetros musculares com a presença de fraturas vertebrais, o que nos ajudará a entender melhor os possíveis fatores musculares envolvidos com a presença de fraturas vertebrais em mulheres na pós-menopausa.

A senhora pode se recusar a participar do estudo, porém, se concordar em participar, deverá comparecer Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio (LARE) situado no Prédio de Fisioterapia e Terapia Ocupacional dentro do campus da USP para a realização das avaliações da pesquisa, sendo o agendamento do dia e horário realizado de acordo com sua disponibilidade.

O estudo será dividido em 2 etapas, sendo a primeira etapa a triagem feita no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP – USP); e a segunda etapa de 2 dias de avaliação da função muscular. Serão realizadas avaliações clínicas multidimensionais e da força dos seus músculos. Em todos os dias de avaliação, serão oferecidos lanche e suco pelos pesquisadores.

1) **Primeira etapa:** Será realizada uma triagem para seleção das pacientes de acordo com os critérios de inclusão: mulheres com data da última menstruação há pelo menos 12 meses e idade acima de 50 anos; valor de T-Score da DMO < -1,0 DP na coluna lombar; ser capaz de caminhar, sentar e levantar-se com ou sem dispositivo de auxílio; e de acordo com os critérios de exclusão: déficit cognitivo; doenças graves cardiovasculares ou pulmonares; insuficiência renal e hepática; diabetes mellitus tipo 2; perda óssea secundária a outras doenças e cirurgia prévia da coluna, quadril, joelho ou tornozelo. Essas triagens serão realizadas nos Ambulatório de Doenças Metabólicas Ósseas e Ambulatório de Ortopedia do HCFMRP-USP.

2) **Segunda etapa:** Será realizada em 2 dias diferentes, com intervalo de 2 a 7 dias entre eles. O tempo necessário para realizar todas as avaliações do primeiro dia é cerca de duas horas. Já no segundo dia, é cerca de uma hora e meia.

No **PRIMEIRO DIA** serão realizados:

- Medidas do peso, altura, circunferência abdominal e aferição da pressão arterial;
- Questionários sobre os seguintes dados clínicos: idade, idade e tempo de menopausa, paridade, condições sócio-demográficas, tabagismo atual, histórico de quedas e suas consequências (últimos 12 meses), histórico de doenças crônicas, histórico de fraturas vertebrais e não-vertebrais, caracterização da dor na coluna (local, tipo e intensidade segundo a escala visual analógica, quanto tempo), uso de medicamentos, atividade física;

- Avaliação da resistência muscular dos músculos do tronco será avaliada pelo teste “Timed Loaded Standing – (TLS)” através da capacidade de sustentar pesos de 1kg com os braços estendidos à frente.
- Avaliação da capacidade funcional através dos: Teste “Timed Up and Go”, que consiste em levantar de uma cadeira, andar 3 metros, voltar e sentar na cadeira novamente; e o Teste Sentar e Levantar 5 vezes, que consiste em sentar e levantar de uma cadeira cinco vezes o mais rápido possível. Em ambos os testes, as pacientes serão acompanhadas de perto para proteção de qualquer desequilíbrio.
- Monitoramento da oscilação do tronco será realizado durante as tarefas de sentar e levantar através da colocação adesiva do acelerômetro fixado no processo espinhoso da sétima vértebra cervical e da quinta vértebra lombar.

Ainda no primeiro dia, a senhora aprenderá a fazer o teste de força em um equipamento específico chamado dinamômetro isocinético. Nesse equipamento a senhora será posicionada sentada para aprender a fazer o teste de força do tronco e do joelho, e posicionada deitada para aprender a fazer o teste de força do quadril.

Ao final do primeiro dia de Avaliações, serão fornecidos encaminhamentos para exame de radiográficos e de DEXA de Corpo Total (feitos no HCFMRP-USP) para aquelas pacientes que não fizeram esse exame num prazo de 12 meses.

No SEGUNDO DIA da primeira etapa da pesquisa, a senhora será submetida apenas à avaliação da força muscular do tronco, quadril e joelho no equipamento dinamômetro isocinético, nas posições descritas acima.

A pesquisa envolve riscos mínimos relacionados à perda de sigilo e ao possível desconforto muscular devido ao teste de força muscular. Entretanto, medidas para minimizar os riscos e desconfortos serão tomadas, como:

- para evitar a dor muscular a senhora realizará um aquecimento em bicicleta ergométrica (estacionária) 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. Terá a garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos e benefícios da pesquisa. Para quaisquer informações a respeito do estudo, os contatos são: a Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, tel (16) 3315-4413, a Dra. Luciana Mendes Cangussu Oliveira tel (16) 99747-9383, e a aluna de mestrado Luana Letícia Capato (17) 991640249. Em caso de dúvidas, recurso ou reclamações, a senhora poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto: tel (16) 3602-2228, no período de 8 as 17h, de segunda a sexta-feira.

O estudo não prevê o pagamento de transporte às participantes, entretanto, a senhora será informada sobre a existência de transporte gratuito no município de Ribeirão Preto.

Em qualquer fase da pesquisa a senhora poderá retirar o Termo de Consentimento e deixar de fazer parte da mesma, sem qualquer prejuízo. Sua participação nesta pesquisa é voluntária e não promoverá nenhum benefício financeiro ou material. Os dados pessoais serão mantidos sigilosamente, entretanto fotos dos procedimentos poderão ser solicitadas para fins didáticos ou científicos. As fotos publicadas manterão os rostos das voluntárias em sigilo.

Este estudo trata-se apenas de avaliações, não apresentando qualquer tipo de tratamento e não prevendo benefícios imediatos, porém caso seja observado necessidade de reabilitação da função muscular do tronco, a senhora será encaminhada para o Ambulatório de Fisioterapia existente no Centro de Reabilitação (CER) – HC Campus, sob supervisão da Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu.

Caso concorde em participar do estudo, por favor, escreva seu nome por extenso, assine e coloque a data em duas vias deste documento, uma das quais ficará com a senhora, enquanto a outra ficará de posse da pesquisadora responsável.

Data

Nome por extenso

Assinatura

Data

Nome por extenso

Assinatura
Pesquisador Responsável

APÊNDICE B - FICHA DE AVALIAÇÃO MULTIDIMENSIONAL

AVALIAÇÃO MULTIDIMENSIONAL

Nome: _____ Contato: _____

Data de Nascimento: _____ Idade atual: _____

Idade/Menopausa: _____ Tempo de menopausa: _____

Questionário de identificação de condições sócio demográficas

1. Cor/raça:

() Parda () Branca () Negra ou preta () Indígena () Amarela

2. Quantos anos de estudo o(a) Sr(a) tem? _____ anos

3. Sabe ler e escrever:

() Sim () Não

4. Escolaridade:

() Curso de alfabetização () Primário () Ginásio () Primeiro grau
() Segundo grau (científico, técnico, normal) () Superior

5. Estado civil:

() Casado(a) () Solteiro(a) () Separado(a)/divorciado(a) () Viúvo(a)
() Amasiado(a)

6. Naturalidade: _____

7. Ocupação/trabalho (atual): _____

8. Profissão Pregressa: _____

9. Religião:

() Católico(a) () Evangélico(a) () Espírita () Outras

10. Com quem o senhor mora?

() Sozinho () Com o cônjuge () Com filhos () Com netos
() Com outros de sua geração (irmão, cunhada, amigo)
() Somente com o cuidador profissional

11. Quantas pessoas moram na casa? _____ pessoas

12. Qual a renda familiar mensal:

() < 1 salário () 1 a 2 salários () 3 a 5 salários () > 5 salários

13. Quantas pessoas dependem dessa renda, incluindo o(a) Sr(a)? _____ pessoas

14. O Sr(a). considera ter dinheiro suficiente para suas necessidades diárias?

() Sim () Não

15. Possui alguns destes problemas de saúde ou agravos?

() HAS () Epilepsia () Neuropatias () Artrite () Diabetes () AVE
() Doença de Parkinson () Osteoporose

Outra: _____

16. Quantos medicamentos em uso? _____ medicamentos

17. Quais medicamentos? _____

_____.

Quedas

18. Quantas quedas nos últimos 6 meses?

() 0 () 1 () 2 () 3 () +3

19. Quando e onde a queda ocorreu? _____

20. Houve alguma lesão? () Sim _____ () Não

21. A senhora tem medo de cair

() Não () Pouco () Mais ou menos () Muito

Medidas Antropométricas

Peso (Kg)	
Altura (m)	
IMC (Kg/m ²)	

ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise da função muscular de mulheres pós-menopáusicas com baixa densidade mineral óssea com e sem fratura vertebral

Pesquisador: Luciana Mendes Cangussu Oliveira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 72799917.7.0000.5440

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.280.936

Apresentação do Projeto:

Resumo: Devido à existência de relação entre as condições musculares e a integridade dos corpos vertebrais, é plausível considerar que o déficit da função muscular pode ser um fator causal importante nas fraturas vertebrais. No entanto, há uma grande escassez de estudos sobre essa possível relação. **Objetivo:** Comparar a função muscular de mulheres na pós-menopausa com baixa densidade mineral óssea com e sem fraturas vertebrais, e correlacionar parâmetros musculares, funcionais e espino-pélvicos com a presença de fraturas vertebrais. **Método:** Trata-se de um estudo transversal, com mulheres acima de 50 anos, amenorréia 12 meses, e com valor de T-Score da DMO na coluna lombar $< -1,0$ DP, separadas em dois grupos: com fratura vertebral ($n=52$) ou sem fratura vertebral ($n=52$). Serão realizadas avaliações multidimensionais, composição corporal determinada pelo DEXA de corpo total, e avaliações radiográficas para se obter parâmetros espino-pélvicos e a classificação das fraturas vertebrais.

As avaliações da função muscular do tronco, quadril e joelho serão realizadas por meio do dinamômetro isocinético (Biodex), incluindo a Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF), o Pico de Torque (PT) e o Controle Sensorio-Motor (torque steadiness) a 40% do PT dos extensores e flexores do tronco. Além disso, será avaliada a resistência muscular pelo teste Timed Loaded Standing. O desempenho funcional será determinado pelo Teste Timed Up and Go e Teste de

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE **CEP:** 14.048-900
UF: SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 **Fax:** (16)3633-1144 **E-mail:** oep@hcrp.usp.br

Sentar e Levantar 5x. Também será avaliada a oscilação do tronco durante a tarefa de sentar e levantar por meio de acelerômetro de superfície. Todas as análises estatísticas serão realizadas pelo software SPSS, com significância de $p \leq 0,05$. Será realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade dos dados, que justificará a escolha do melhor teste para as análises estatísticas. Tendo em vista a carência de informações, trata-se aqui de um projeto inovador, que apresentará dados inéditos sobre o perfil muscular de mulheres na pós-menopausa com fraturas vertebrais. Espera-se, possibilitar a identificação prévia de possíveis fatores relacionados à presença de fraturas vertebrais. Portanto, essa pesquisa poderá propiciar aos diversos profissionais que atendem a população idosa, maior conhecimento do impacto que a função muscular tem em relação à ocorrência de fraturas vertebrais.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo do presente estudo será comparar a função muscular de mulheres na pós-menopausa com baixa densidade mineral óssea com e sem fraturas vertebrais

Objetivo Secundário: correlacionar parâmetros musculares, funcionais e espino-pélvicos com a presença de fraturas vertebrais

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Pode haver um leve desconforto muscular

Benefícios: Ter um levantamento do diagnóstico cinésio-funcional, bem como as condições atuais osteomusculares da paciente. Além disso, tomar ciência o grau de risco de fraturas e os meios para prevenir tal ocorrência.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo observacional transversal, para avaliar e comparar a função muscular, funcionalidade e parâmetros espino-pélvicos de mulheres na pós-menopausa com baixa densidade mineral óssea com e sem fraturas vertebrais, por meio de testes clínicos, exames de imagem e laboratoriais. O grupo populacional será constituído de mulheres atendidas no Ambulatório de Doenças Ósseas Metabólicas e no Ambulatório de Ortopedia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP (HC-FMRP), que atendam os critérios de seleção do estudo. A figura 1 apresenta o fluxograma sobre as etapas da pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos devidamente apresentados. Apresenta Folha de Rosto devidamente assinada, projeto de pesquisa completo, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, orçamento da pesquisa, assim como concordância da chefia de Departamento.

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: oep@hcrp.usp.br

Recomendações:

não se aplica

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e à luz da Resolução CNS 466/2012, o projeto de pesquisa, assim como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, podem ser enquadrados na categoria APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto Aprovado: Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP, relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP em nova versão, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_899749.pdf	07/08/2017 12:03:08		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_FUNcao_MUSCULAR.doc	07/08/2017 12:02:08	Luciana Mendes Cangussu Oliveira	Aceito
Folha de Rosto	FolhaderostoplataformaBrasil.pdf	07/08/2017 12:01:47	Luciana Mendes Cangussu Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Scanner_20170508.pdf	08/05/2017 12:53:00	Luciana Mendes Cangussu Oliveira	Aceito
Orçamento	Orcamento.doc	19/04/2017 15:00:15	Luciana Mendes Cangussu Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	19/04/2017 14:58:16	Luciana Mendes Cangussu Oliveira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ANEXO B. 10-POINT COGNITIVE SCREENER (10-CS)

10-CS

10-POINT COGNITIVE SCREENER

Nome: _____ Data: _____
 Sexo: _____ Idade: _____ Escolaridade: _____
 Administrado por: _____

ORIENTAÇÃO

Em que ano estamos? 0 1
 Em que mês estamos? 0 1
 Que dia do mês é hoje? 0 1

APRENDIZADO

Agora eu vou dizer o nome de 3 objetos para você memorizar. Assim que eu terminar repita os 3 objetos. (até 3 tentativas se necessário)

	VERSÃO A	VERSÃO B	VERSÃO C	
	óculos	chapéu	relógio	
	caneta	moeda	chave	Não pontua
	martelo	lanterna	vassoura	

FLUÊNCIA VERBAL

Agora eu quero que você me diga o maior número de animais que conseguir, o mais rápido possível. Vale qualquer tipo de animal ou bicho.

Eu vou marcar o tempo no relógio e contar quantos animais você consegue dizer em 1 minuto.

	1.	11.	21.	ANIMAIS	
	_____	_____	_____	0-5	0
	_____	_____	_____	6-8	1
	_____	_____	_____	9-11	2
	_____	_____	_____	12-14	3
	_____	_____	_____	≥ 15	4
	_____	_____	_____		
	_____	_____	_____		
	_____	_____	_____		
	_____	_____	_____		
	_____	_____	_____		

EVOCAÇÃO

Agora me diga quais eram os 3 objetos que eu pedi para você memorizar.

	VERSÃO A	VERSÃO B	VERSÃO C	
	óculos	chapéu	relógio	0 1
	caneta	moeda	chave	0 1
	martelo	lanterna	vassoura	0 1

Ajuste para Escolaridade (10-CS-Edu)

- Sem escolarização formal: + 2 pontos (máximo de 10)
- 1-3 anos de escolaridade: + 1 ponto (máximo de 10)

Interpretação do 10-CS-Edu

- ≥ 8 pontos: Normal
- 6-7 pontos: Comprometimento Cognitivo Possível
- 0-5 pontos: Comprometimento Cognitivo Provável

10-CS: _____

10-CS-Edu: _____

Referências

- Apolinário D et al. Using temporal orientation, category fluency, and word recall for detecting cognitive impairment: the 10-point cognitive screener (10-CS). *Int J Geriatr Psychiatry*. 2016 Jan;31(1):4-12.
- Fortes-Filho SQ et al. Predicting delirium after hip fracture with a 2-min cognitive screen: prospective cohort study. *Age Ageing*. 2016 [Epub ahead of print]

ANEXO C. INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE (IPAQ)

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 quão ativos nós somos em relação às pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gastou 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:

1.a. Em quantos dias da última semana você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos em casa, na escola 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

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

- horas: ____ Minutos: ____

2.a. 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? (NÃO INCLUA CAMINHADA)

- dias ____ por SEMANA ➤ () Nenhum

2.b. 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: ____

3.a. 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

3.b. 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: ____

ANEXO D – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO MANUSCRITO

Osteoporosis International The Association between muscular strength of the hip and knee and the bone mineral density of the femoral neck in elderly women —Manuscript Draft—

Manuscript Number:	OSIN-D-20-00302
Full Title:	The Association between muscular strength of the hip and knee and the bone mineral density of the femoral neck in elderly women
Article Type:	Original Article
Funding Information:	
Abstract:	<p>Purpose. To verify the association between muscular strength in hip and knee muscles and the bone mineral density (BMD) of the femoral neck in elderly women. Methods. This is a transversal study of 94 women over the age of 60, with amenorrhea > 12 months, capable of sitting-rising and walking without help. Muscular strength of hip and knee was evaluated using an isokinetic dynamometer (Biodex) to obtain the peak torque (PT) variable of the flexor and extensor muscles of the hip and knee and of the adductors of the hip. The BMD of the femoral neck was obtained using dual-energy x-ray absorption densitometry (DXA). All of the analyses were carried out by the SPSS (version 17.0) software, with a level of $p < 0.05$ significance. To verify the association between muscular strength of the hip and knee (an independent variable) and the BMD of the femoral neck (a dependent variable) the Pearson correlation test was carried out followed by multivariable linear regression adjusted for age, time of menopause, Body Mass Index (BMI) and level of physical activity. Results. The results show a positive association between the PT of the hip abductors normalized by the body mass and the BMD of the femoral neck ($r = 0.18$; $p = 0.03$; $\beta = 1.12$; $p = 0.004$; $R^2 = 0.24$). Conclusion: We observe a positive correlation between muscular strength of the hip abductors and the BMD of the femoral neck in elderly women reinforcing the mechanical model between skeletal-muscular systems. Key words: osteoporosis, peak torque, dynamometer of muscular strength, bone-muscle unit.</p>
Corresponding Author:	Luana Capato Universidade de São Paulo Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto Ribeirão Preto, São Paulo BRAZIL
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Universidade de São Paulo Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Luana Letícia Capato
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Luana Letícia Capato Luciana Mendes Cangussu-Oliveira Jaqueline Mello Porto Beatriz Jerônimo Eduardo Ferrioli Francisco José Albulquerque de Paula Daniela Cristina Carvalho de Abreu
Order of Authors Secondary Information:	
Author Comments:	None.
Suggested Reviewers:	Nereida Lima

Powered by Editorial Manager® and Production Manager® from Aries Systems Corporation