



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Juliana Brandão Pinto de Castro

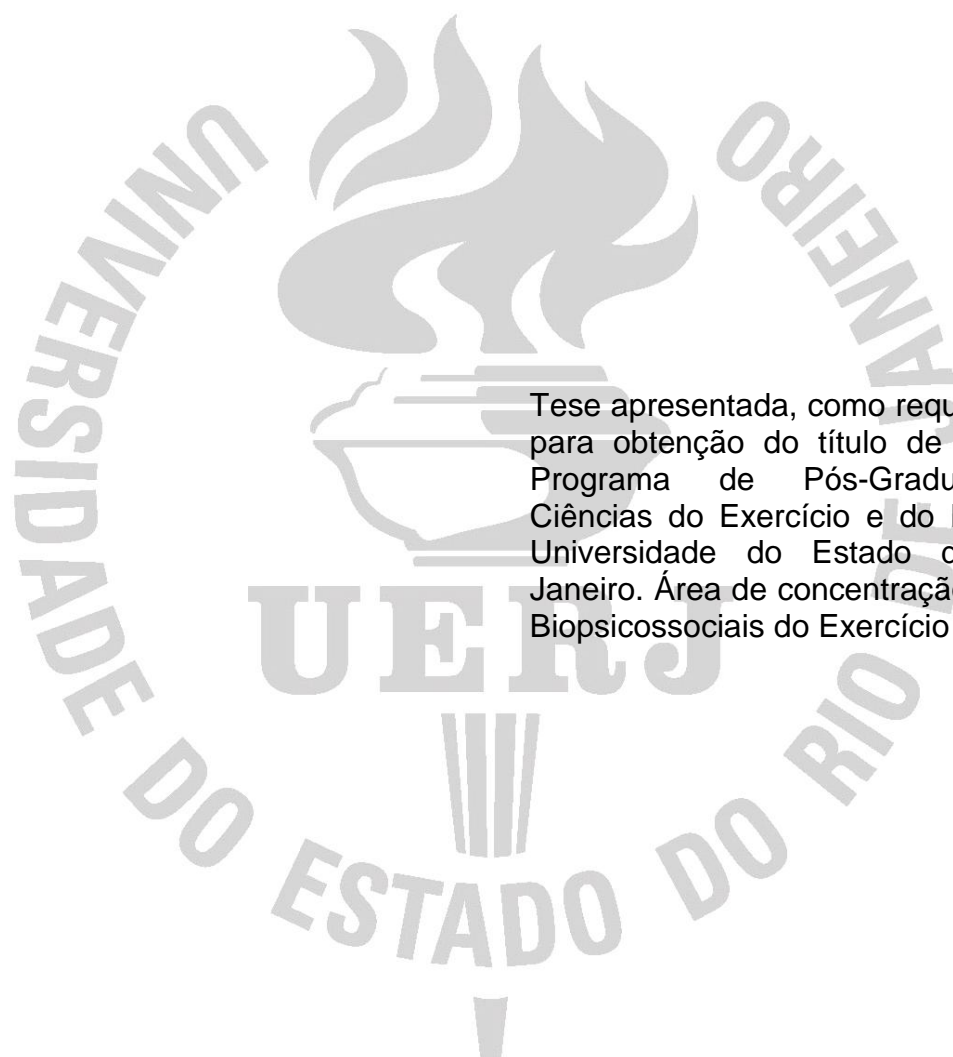
**Efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos,  
percepção de dor, incapacidade funcional lombar e força muscular  
em mulheres na pós-menopausa com dor lombar**

Rio de Janeiro

2020

Juliana Brandão Pinto de Castro

**Efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor,  
incapacidade funcional lombar e força muscular em mulheres na pós-  
menopausa com dor lombar**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Gomes de Souza Vale

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

C355 Castro, Juliana Brandão Pinto de.  
Efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor, incapacidade funcional lombar e força muscular em mulheres na pós-menopausa com dor lombar / Juliana Brandão Pinto de Castro. – 2020. 84 f.: il.

Orientador: Rodrigo Gomes de Souza Vale.  
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Dor lombar – Teses. 2. Pilates, Método – Teses. 3. Envelhecimento – Aspectos da saúde – Teses. 4. Exercícios físicos para mulheres – Teses. 5. Creatina quinase – Teses. 6. Hidrocortisona – Teses. I. Vale, Rodrigo Gomes de Souza. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação Física e Desportos. III. Título.

CDU 616.711:615.825

Bibliotecária: Eliane de Almeida Prata. CRB7 4578/94

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Juliana Brandão Pinto de Castro

**Efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor, incapacidade funcional lombar e força muscular em mulheres na pós-menopausa com dor lombar**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Aprovada em 20 de fevereiro de 2020.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Rodrigo Gomes de Souza Vale (Orientador)  
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

---

Prof. Dr. Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes  
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

---

Prof. Dr. Gustavo Casimiro Lopes  
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Danielli Braga de Mello  
Escola de Educação Física do Exército

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Jacqueline Carvalho Peixoto  
Universidade Estácio de Sá

Rio de Janeiro

2020

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as pessoas que, assim como eu, são apaixonadas pela área da saúde e que buscam ter e promover uma melhor qualidade de vida.

## AGRADECIMENTOS

Um sentimento de imensa gratidão transborda em minha vida diariamente e hoje esse sentimento se encontra ainda mais forte e em expansão. Sou extremamente grata por todas as pessoas que participaram da concretização dessa tese de doutorado, que, além de poder contribuir com o desenvolvimento da ciência, é mais uma meta realizada e mais um passo rumo ao meu tão desejado sonho acadêmico e projeto de vida.

Agradeço a Deus, fonte abundante e ilimitada de generosidade, amor, luz, energia positiva e sentimentos prósperos. Gratidão pela graça da vida e saúde, por me prover sabedoria nos mais diversos momentos, por colocar pessoas tão especiais na minha caminhada e por me dar forças para persistir nos meus objetivos com amor e alegria. À vida, essa mãe amorosa e gentil, que nos brinda com diversas oportunidades todos os dias!

Uma tese não se escreve sozinha (nunca é uma produção individual) e nem é o fruto restrito ao quadriênio do doutorado. O processo de construção vem de anos de pesquisa até delimitar-se um tema para se debruçar e contribuir com o conhecimento. Destarte, esse processo envolve a participação direta ou indireta de muitas pessoas.

O exemplo de profissional, atenção, gentileza e dedicação tive a bênção de encontrar aqui, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), na pessoa do meu ilustre orientador, Rodrigo Vale. Sou imensamente grata por receber a orientação de alguém tão ímpar e sempre predisposto a ajudar, sempre com palavras gentis, humildade, paciência e que sempre conseguiu trazer um ar de leveza para o trabalho. Sinto-me honrada e privilegiada por ter recebido a sua valiosa orientação ao longo desses anos e pela amizade. Gratidão também por me permitir crescer e aprender não apenas na teoria, mas efetivamente na prática, através de pesquisas diversas, escrita de artigos científicos, capítulos de livros e trabalhos para Congressos em coautoria, bem como por poder participar do seu grupo de pesquisa. Gratidão por acreditar em mim e por creditar a mim tarefas que eu *a priori* pensava que nem seria capaz de fazer. Porém, se você estava me oferecendo a oportunidade, era hora de sair da zona de conforto, deixar crenças limitantes para trás, aprender e crescer. Gratidão, gratidão, gratidão!!!

Outra pessoa ilustre que tive a honra de conhecer na UERJ e a quem tenho imensa gratidão é o Professor Doutor Vicente Lima, um amigo que teve uma participação crucial para a concretização dessa tese. Sem você, essa pesquisa não teria acontecido com o êxito, a eficácia e a colaboração de toda equipe que tivemos. Agradeço também pelas nossas parcerias na escrita científica e pela oportunidade de aprender com você. Gratidão por compartilhar seu vasto conhecimento e *expertise*, especialmente, sobre a saúde da coluna vertebral e biomecânica, em nossas conversas e nos cursos do *Back Healthy Training*. Gratidão também por todo o auxílio no planejamento da periodização do treinamento dessa pesquisa e por ter me apresentado ao médico Paulo Hamdan, quem gentilmente concedeu o espaço para realização das aulas de Pilates no Centro Ortopédico Reumatológico e Fisiátrico (CORF). Além disso, agradeço muito por me apresentar amigos e profissionais muito competentes: Andressa Oliveira, Giullio César, João Gabriel e Juliane Nunes.

Gratidão a esse quarteto fantástico liderado pelo Prof. Dr. Vicente Pinheiro Lima. Agradeço à Andressa Oliveira pelo exemplo de proatividade e determinação e pelo grande e fulcral auxílio para entrar em contato com as alunas do projeto de intervenção dessa tese. Sou grata por toda a ajuda na intervenção, pelo exemplo de como ministrar aulas com competência e total atenção em relação à postura corporal das alunas. Gratidão a Giullio César e João Gabriel, por todas as nossas conversas, pelo bom humor, estudo de testes físicos, motivação constante, atenção destinada às alunas do projeto e por todo o tempo que vocês disponibilizaram e todo o conhecimento compartilhado ao longo de todos esses meses. Agradeço a Juliane Nunes, pela presença assídua nas coletas e por todo auxílio na intervenção. A todos vocês, gratidão por toda parceria, incentivo e alegria que vocês trouxeram para essa pesquisa.

Agradeço muito ao Professor Doutor Rodolfo Nunes, com quem também tive a honra de aprender ao longo desses anos. Gratidão pelos elogios sobre a minha escrita e traduções. Seus elogios foram incentivos que me fizeram sentir que eu estava no caminho certo e me deram força para mergulhar na pesquisa com mais afinco para entregar um trabalho cada vez melhor. Gratidão por sempre receber os alunos no Laboratório do Exercício e do Esporte (LABEES) com um sorriso acolhedor. Gratidão a você e a Rodrigo por estimularem a cooperação entre os

orientandos, criando um ambiente harmônico, que viabiliza o crescimento mútuo e parcerias profícuas.

Gratidão a todos amigos do grupo de pesquisa, do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte (PPGCEE) e da UERJ como um todo. Vocês tornaram essa caminhada ainda melhor.

Gratidão aos Professores Doutores Rodrigo Vale, Rodolfo Nunes, Vicente Lima, Gustavo Casimiro, Danielli Mello, Jacqueline Peixoto e Elirez Silva, que gentilmente aceitaram o convite para participar das bancas de qualificação e de defesa dessa tese.

Assim sendo, agradeço ao Prof. Dr. Gustavo Casimiro Lopes por apontar relevantes caminhos para a sequência da pesquisa, principalmente no que concerne aos marcadores bioquímicos e questões inerentes ao treinamento físico.

Gratidão à Prof.<sup>a</sup> Dra. Danielli Braga de Mello pelas considerações destacadas durante a banca, que foram de suma importância para o direcionamento e desenvolvimento dessa tese.

Agradeço à Prof.<sup>a</sup> Dra. Jacqueline Carvalho Peixoto, pela troca de e-mails sobre as questões bioquímicas dessa pesquisa e demais contribuições para o aprimoramento dessa tese.

Agradeço também ao Prof. Dr. Elirez Bezerra da Silva, por suas aulas que permitiram conhecer mais sobre a metodologia de trabalhos acadêmicos, os diferentes tipos de pesquisa, como revisões sistemáticas, metanálises e ensaios clínicos randomizados.

Gratidão ao estimado Prof. Dr. Rafael da Silva Mattos, pelo exemplo de aulas ministradas com admirável excelência e por ter mediado o meu primeiro contato direto com Professor Doutor Rodrigo Vale. Havia finalizado meu Mestrado quando avançávamos numa parceria na escrita de um artigo com dados que colhi durante o curso e precisávamos de alguém para deixar a parte de análise estatística mais robusta. Quanto pedi ajuda, Rafael prontamente sugeriu que eu entrasse em contato com o Rodrigo Vale. Foi então que conheci, sem ainda saber, meu futuro orientador, que se mostrou bastante receptivo, predisposto a ajudar, além de detentor de notório conhecimento na área da saúde. Deste então, iniciamos uma parceria que cresce cada vez mais.

Sou muito honrada por ter cruzado com pessoas tão especiais ao longo da minha jornada, pessoas que são exemplo de profissionais e seres humanos



fantásticos. Logo na minha graduação, na UERJ, tive a honra de ser aluna do Professor Flávio Chame. Dentre tantos professores excepcionais do Instituto de Educação Física e Desportos (IEFD), foi com as aulas e, posteriormente, com a monitoria junto ao professor que tive certeza de algo que já havia despertado em mim nos primeiros períodos: querer ser professora universitária. Assim sendo, foi logo na graduação, durante a monitoria em Treinamento Desportivo I e Treinamento Desportivo II, para os cursos de Licenciatura e Bacharelado em Educação Física, que tive a certeza do trabalho que faria até de graça, pois foi onde me senti realizando o meu grande propósito da vida: crescer e contribuir. Gratidão imensa por poder aprender com as suas aulas e com o seu exemplo de ser humano, que me fizeram crescer pessoal e profissionalmente.

Ao Prof. Dr. José Silvio de Oliveira Barbosa, pelos sábios conselhos nos corredores do IEFD e por toda a sua prontidão para que essa pesquisa pudesse ser realizada, além do exemplo de ser humano admirável que é.

À Luciana e Maria, da secretaria do PPGCEE, com as quais sempre pude contar para as questões burocráticas inerentes à tese. Gratidão pela predisposição, prontidão e eficiência.

A toda a minha família, que sempre me deu suporte e incentivo nos estudos e pelo amor irrestrito que eu tive e tenho o privilégio de receber. Assim, agradeço a minha querida e amada mãe, Maria de Fátima, meu grande exemplo de mulher e fortaleza, que ilumina todos os ambientes com seu brilho e sorriso cativante. Mãe, eu te amo muito e sou eternamente grata a você e ao papai por terem ensinado, principalmente através de exemplos concretos, que a educação e o conhecimento são os bens mais preciosos que conquistamos nessa vida. Fico imensamente lisonjeada quando você me compara a você e a sua garra e afinco para se debruçar sobre os estudos desde quando você era mais jovem.

Ao meu amado e saudoso pai, Fernando (*in memoriam*), pelo grande exemplo de serenidade, amor ao próximo, honestidade, caráter e humildade. Tenho certeza que você está vibrando muito por mais essa conquista e intercedendo para que tudo dê certo sempre.

Ao meu irmão, Paulo Fernando, meu maninho querido, meu gêmeo, meu parceiro, meu grande amigo. Aquele que conseguiu enxergar nas entrelinhas minha preocupação, mesmo quando eu tentava disfarçar o turbilhão de emoções para cumprir todas as etapas da melhor forma possível. Então, vinha com palavras

serenas, sábias e lembrava: tudo vai dar certo, pois tudo dá certo SEMPRE. Certamente, nosso pai está orgulhoso dos seres humanos que nos tornamos. Nossa mãe claramente está, que os olhinhos chegam a brilhar quando fala de nós. Minha família linda, eu amo vocês (abraço de 40 segundos).

Gratidão a minha querida e muito amada vó, Neide (*in memoriam*), quem sempre me acolheu e torceu pelo meu sucesso e realização dos meus sonhos. Aprecio muito o coração enorme e acolhedor que você sempre teve.

Gratidão a minha querida e muito amada madrinha, Maria Angela, quem sempre me incentivou na realização do meu sonho acadêmico. Gratidão por todo o suporte ao longo da minha vida, pelo exemplo de perseverança, dedicação aos amigos e ao trabalho e por ter conseguido entender as renúncias que precisei fazer durante todo esse processo.

À Fernanda Costa, quem eu tenho a honra de ter em minha vida e por todo seu apoio incondicional nas etapas dessa tese. Gratidão por todo seu carinho e compreensão da necessidade que eu tive de me debruçar/mergulhar sobre a escrita dessa e tantas outras pesquisas e entender as diversas renúncias que foram necessárias. Gratidão por todas as risadas, especialmente, gargalhadas ao seu lado e por ser essa pessoa tão especial que você sabe que é. Agradeço muito por ter lido e opinado com precisão sobre a minha pesquisa, pela companhia e pela presença na qualificação e defesa dessa tese, o que significa muito para mim.

Ao meu afilhado, Leonardo Brandão, pela companhia nos meus momentos de estudo para o processo seletivo do Doutorado. Gratidão por deixar a escrita uma tarefa menos solitária e por todo apoio e alegria, mesmo de longe, ultimamente. Quando você voltar para o Brasil, vamos comemorar juntos!

A minha prima Carol e seu marido Rafael, ambos doutores e com quem pude usufruir de conversas bastante agradáveis e descontraídas sobre a pós-graduação. Estendo esses agradecimentos a todas as minhas primas queridas e todos os meus primos queridos.

Gratidão à Julia Barbosa, por todo apoio e pela bronca (no estilo arianjo) quando precisei de um puxão de orelha. Gratidão por me apresentar pessoas especiais que hoje são mentores em nossas vidas. Imensa gratidão por você ter atendido aos meus pedidos de opinar sobre o que escrevi e por me ajudar a treinar a apresentação para a banca. Gratidão pela sua presença nos momentos importantes

da minha vida e por se fazer presente e por mostrar o quando a vida nos surpreende positivamente.

Ao NeoLab, laboratório institucional da Universidade Castelo Branco, pelas análises clínicas.

Deixo meu muito obrigada a todas as alunas que participaram da intervenção desse estudo, disponibilizando tempo e depositando confiança em nosso trabalho e seriedade da nossa pesquisa. A alegria cativante de cada uma de vocês e os depoimentos de agradecimento ao nosso trabalho recompensaram todo o esforço.

À Beth Russo, Marcia Luz, Mauro Pennafort, Bruno Gimenes, Patrícia Cândido e Paulo Vieira, entre outros, que fizeram parte da média das pessoas com quem mais convivi ao longo dessa trajetória. Recomendo a convivência com esses seres ilustres a todos aqueles que desejam crescer para contribuir nesse mundo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Portanto, agradeço à CAPES pela bolsa de estudos concedida, que auxiliou a produção dessa tese.

Não poderia deixar de expressar minha eterna gratidão a essa universidade tão querida, aquela que acolhe os mais diversos públicos, fazendo o bem sem olhar a quem: a UERJ. Segunda casa desde 2004, quando meus caminhos efetivamente se cruzaram aos seus num caminho sem volta. Costumo dizer que a gente sai da UERJ, mas a UERJ nunca sai de nós. E eu quero que permaneça sempre em minha vida. Daí a minha tão desejada meta profissional: fazer parte do corpo docente dessa Universidade e poder retribuir todo aprendizado que obtive nesses muros e além.

Poderia estender por infindáveis páginas a lista de agradecimentos e escrever com riqueza de detalhes o motivo de ser grata por cada pessoa que contribuiu para a consecução dessa tese. Porém, essa seção do trabalho fica por aqui com o meu muito obrigada de coração e o desejo de que você possa desfrutar de uma leitura agradável.

Vida, me surpreenda!

*Beth Russo*

Vida em fluxo, eu amo você!

*Marcia Luz*

## RESUMO

CASTRO, Juliana Brandão Pinto de. **Efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor, incapacidade funcional lombar e força muscular em mulheres na pós-menopausa com dor lombar.** 2020. 84 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

A dor lombar é a principal causa de anos vividos com deficiência, ocasionando incapacidades funcionais e laborais. A queda nos níveis hormonais pode ser um fator de risco para a degeneração dos discos intervertebrais da coluna lombar, principalmente em mulheres na pós-menopausa. Portanto, essa tese teve como objetivo analisar os efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor, incapacidade funcional lombar, cinesiofobia e força muscular em mulheres na pós-menopausa que apresentam quadro crônico de dor lombar. Para tal, foram desenvolvidos três estudos. O estudo 1 é uma revisão sistemática que investigou os efeitos do exercício físico sobre os níveis séricos do fator de crescimento insulina símile-1 (IGF-1) em mulheres idosas. Os resultados apontaram para a necessidade de estudos com maior rigor metodológico e utilização de diferentes tipos de exercícios como intervenção, sobretudo quando a mulher se encontra na pós-menopausa. O estudo 2 avaliou a correlação entre cortisol, creatina quinase (CK), estradiol, percepção de dor, incapacidade funcional lombar e força muscular abdominal e lombar. A amostra foi composta por 11 mulheres na pós-menopausa com dor lombar. Os níveis séricos basais de cortisol e estradiol foram analisados pelo método de quimioluminescência e o método enzimático foi aplicado para a análise da CK. As percepções de dor e de incapacidade funcional lombar foram determinadas por meio da escala visual analógica (EVA) e do questionário Roland-Morris (RMQ), respectivamente. A força abdominal e a força dos músculos extensores da coluna foram analisadas por um teste isométrico. Observou-se que mulheres na pós-menopausa com maior idade tendem a apresentar níveis mais altos de cortisol e níveis mais baixos de força lombar. Além disso, maiores níveis de cortisol apresentaram relação com menores níveis de força lombar. Níveis mais baixos de estradiol representaram maior percepção de dor lombar. O estudo 3 teve o objetivo de analisar os efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor, incapacidade funcional lombar, cinesiofobia e força muscular em mulheres na pós-menopausa com lombalgia crônica. A amostra foi randomicamente dividida em um grupo submetido ao método Pilates sem implementos (GP; n=11) e outro com implementos (GPI; n=11). Ambos os grupos realizaram o programa de treinamento por oito semanas (2x/sem, 50-60 min/sessão). Após as intervenções, ambos os grupos apresentaram níveis mais baixos de percepção de dor lombar e incapacidade funcional lombar e maior força lombar ( $p<0,05$ ). No GPI, houve aumentos nos níveis de IGF-1, IGFBP-3, na razão IGF-1/IGFBP-3 e na força abdominal ( $p<0,05$ ) e redução na CK ( $p<0,05$ ) no pós-teste. Observou-se maiores valores da razão IGF-1/IGFBP-3 e menores níveis de CK no GPI quando comparado ao GP no pós-teste ( $p<0,05$ ). Não houve diferenças significativas na cinesiofobia e no cortisol após as intervenções.

Palavras-chave: Envelhecimento. Coluna vertebral. IGF-1. Cortisol. Creatina quinase.

## ABSTRACT

CASTRO, Juliana Brandão Pinto de. **Effects of the Pilates method on biochemical markers, pain perception, low back functional disability, and muscle strength in postmenopausal women with low back pain.** 2020. 84 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Low back pain is the main cause of years lived with disabilities, causing functional and work disabilities. The reduction in the hormone levels can be a risk factor for the degeneration of intervertebral discs of the lumbar spine, especially in postmenopausal women. Therefore, this thesis aimed to analyze the effects of the Pilates method on biochemical markers, pain perception, low back functional disability, kinesiophobia, and muscle strength in postmenopausal women with chronic low back pain. To this end, three types of research were developed. Study 1 is a systematic review that investigated the effects of exercise on serum insulin-like growth factor-1 (IGF-1) levels in older women. The results pointed to the need for studies with greater methodological rigor and the use of different types of exercises as an intervention, especially when the woman is in the postmenopausal phase. Study 2 evaluated the correlation between cortisol, creatine kinase (CK), estradiol, pain perception, low back functional disability, and abdominal and lumbar muscle strength. The sample consisted of 11 postmenopausal women with low back pain. Basal serum cortisol and estradiol levels were analyzed by the chemiluminescence method and the enzymatic method was applied for CK analysis. The pain perceptions and the low back functional disability were determined using the visual analog scale (VAS) and the Roland-Morris questionnaire (RMQ), respectively. Abdominal strength and strength of the extensor muscles of the spine were analyzed by an isometric test. It was observed that postmenopausal women with greater age tend to present higher cortisol levels and lower lumbar strength levels. Also, higher cortisol levels were related to lower lumbar strength levels. Lower estradiol levels represented a higher perception of low back pain. Study 3 aimed to analyze the effects of the Pilates method on biochemical markers, pain perception, low back functional disability, kinesiophobia, and muscle strength in postmenopausal women with chronic low back pain. The sample was randomly divided into a Pilates group without accessories (PG; n=11) and another with accessories (PAG; n=11). Both groups performed the training program for eight weeks (2x/week, 50-60 min/session). After the interventions, both groups had lower levels of low back pain perception and low back functional disability, and greater lumbar strength ( $p < 0.05$ ). In PAG, there were significant increases in IGF-1, IGFBP-3, IGF-1/IGFBP-3 ratio, and abdominal strength ( $p < 0.05$ ), and a significant reduction in CK ( $p < 0.05$ ) after the training period. Higher IGF-1/IGFBP-3 ratio and lower CK levels were observed in PAG when compared to PG in the post-test ( $p < 0.05$ ). There were no significant differences in kinesiophobia and cortisol levels after the interventions.

Keywords: Aging. Spine. IGF-1. Cortisol. Creatine kinase.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Autonomia funcional
AVD	Atividades da vida diária
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CORF	Centro Ortopédico Reumatológico e Fisiátrico
CK	<i>Creatine kinase</i>
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
DMO	Densidade mineral óssea
ETC	Escala tampa para cinesiofobia
GH	<i>Growth hormone</i>
GP	Grupo de Pilates sem implementos
GPI	Grupo de Pilates com implementos
h	Hora
HUPE	Hospital Universitário Pedro Ernesto
IGF-1	<i>Insulin-like Growth Factor I</i>
IGFBP-3	<i>Insulin-like Growth Factor Binding Protein-3</i>
IMC	Índice de massa corporal
m	Metro
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
MP	Método Pilates
min	Minuto
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses</i>
QV	Qualidade de vida
RMQ	<i>Roland-Morris questionnaire</i>
s	Segundo
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1 ESTUDO 1 – THE EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE ON INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR I IN OLDER WOMEN: A SYSTEMATIC REVIEW</b> .....	19
<b>2 ESTUDO 2 – CORRELATION ANALYSIS BETWEEN BIOCHEMICAL MARKERS, PAIN PERCEPTION, LOW BACK FUNCTIONAL DISABILITY, AND MUSCLE STRENGTH IN POSTMENOPAUSAL WOMEN WITH LOW BACK PAIN</b> .....	31
<b>3 ESTUDO 3 – EFEITOS DO MÉTODO PILATES SOBRE MARCADORES BIOQUÍMICOS, PERCEPÇÃO DE DOR, INCAPACIDADE FUNCIONAL LOMBAR, CINESIOFOBIA E FORÇA MUSCULAR EM MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA COM DOR LOMBAR</b> .....	41
<b>CONCLUSÃO</b> .....	65
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	67
<b>APÊNDICE A – Exercícios da intervenção do GP (1º e 2º ciclos)</b> .....	73
<b>APÊNDICE B – Exercícios da intervenção do GPI (1º e 2º ciclos)</b> .....	76
<b>APÊNDICE C – Exercícios da intervenção do GP (3º e 4º ciclos)</b> .....	78
<b>APÊNDICE D – Exercícios da intervenção do GPI (3º e 4º ciclos)</b> .....	80
<b>ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP</b> .....	82
<b>ANEXO B – Questionário Roland-Morris</b> .....	83
<b>ANEXO C – Escala tampa para cinesiofobia</b> .....	84



## INTRODUÇÃO

A menopausa é caracterizada como a parada total das menstruações (TAKAHASHI; JOHNSON, 2015). Esse estágio da vida da mulher tende a vir acompanhado da perda de massa muscular e óssea. Essas modificações podem ser parcialmente explicadas pelo ambiente hormonal da pós-menopausa, que inclui reduções nos hormônios sexuais (como o estrogênio e a progesterona), no hormônio de crescimento (*Growth Hormone* – GH) e no fator de crescimento insulina símile-1 (*Insulin-Like Growth Factor I* – IGF-1) (PINGEL et al., 2012). Com o aumento da expectativa de vida, estima-se que as mulheres passarão cerca de um terço da vida na fase de pós-menopausa (TAKAHASHI; JOHNSON, 2015). Ademais, os declínios da forma e função orgânicas inerentes ao processo de envelhecimento tendem a ocasionar *deficit* de equilíbrio, mobilidade, flexibilidade e força muscular (LOCKS et al., 2012), redução da capacidade funcional e o aumento no risco de quedas (ASLAN et al., 2008).

As quedas representam um grave problema de saúde pública (CRAIG et al., 2013) e correspondem a uma das principais causas de mortalidade, morbidade e incapacitações em adultos mais velhos (DANIEL et al., 2015; MUIR et al., 2012). Dentre os fatores de risco determinantes de quedas, pode-se destacar: sexo feminino, inatividade física, presença de fraqueza muscular, distúrbios do equilíbrio corporal, marcha ou mobilidade e comprometimento na capacidade de realização das atividades da vida diária (AVD) (CRUZ et al., 2012; ROSA et al., 2015). Melhores níveis de equilíbrio e de massa muscular melhoram o desempenho nas AVD e significam menores riscos de queda (MARIANO et al., 2013; SHERRINGTON et al., 2011).

Outro agravo na saúde, com impacto socioeconômico de grande porte, é a dor lombar crônica. Tal dor ocasiona incapacidades funcionais e laborais (LEITE et al., 2010; MOMSEN et al., 2014), sendo a principal causa de anos vividos com deficiência (*Years Lived with Disability* – YLDs) (GBD, 2018). Na maioria dos casos, essa síndrome apresenta origem desconhecida (HARTVIGSEN et al., 2018) e tende a apresentar maior prevalência entre mulheres em comparação com homens (SANTOS et al., 2017; SCHNEIDER et al., 2006). A primeira linha no tratamento da lombalgia inespecífica consiste em opções não farmacológicas, como a prática de

atividade física (FOSTER et al., 2018; O'SULLIVAN et al., 2019). Assim, tratamentos e programas de exercícios com ênfase na recuperação dos movimentos funcionais, força muscular e flexibilidade devem ser a base dos processos de prevenção e intervenção na lombalgia (LIMA et al., 2018; MCGILL, 2015).

Adicionalmente, a realização de exercícios físicos contribui para o aprimoramento da autonomia funcional (AF), da qualidade de vida (QV) (MARIANO et al., 2013), do desempenho em AVD (VALE et al., 2005) – tais como sentar-se e levantar-se com mais facilidade, vestir-se sozinho e caminhar mais rapidamente (DANIEL et al., 2012; VALE et al., 2018) – e dos níveis séricos de IGF-1 em indivíduos mais velhos (CASTRO; VALE, 2017). Dentre os exercícios que proporcionaram o aumento desse hormônio em idosos, estão o treinamento de força (VALE et al., 2017; VALE; RODRIGUES, 2014), o treinamento aeróbico (VALE et al., 2009), o treinamento de flexibilidade (BASTOS et al., 2013), os exercícios aquáticos (CASTRO et al., 2019a) e a cinesioterapia (SANTOS et al., 2010). Ademais, programas de treinamento com resistência elástica (banda/faixa elástica) progressiva têm apresentado eficiência no desenvolvimento da força muscular, principalmente em idosos saudáveis e com alguma incapacidade funcional (MARTINS et al., 2013).

Um exercício físico que tem apresentado boa aceitação em adultos mais velhos é o método Pilates (MP) (IREZ et al., 2011). O MP vem sendo amplamente utilizado na promoção da saúde, prevenção e tratamento de doenças, principalmente as osteomioarticulares, como a dor lombar (SANTOS et al., 2015). Este método pode proporcionar melhoras nas condições de saúde dos idosos, incluindo o aprimoramento do condicionamento físico, flexibilidade, força muscular, equilíbrio, consciência corporal, AF, resistência muscular, composição corporal e resistência aeróbica (LATEY, 2001; PUCCI et al., 2019), revelando-se viável na redução do risco de quedas (BARKER et al., 2016; HITA-CONTRERAS et al., 2015). Contudo, ainda é controversa a efetividade do MP na melhoria física e motora em adultos mais velhos (ENGERS et al., 2016; FRANCISCO et al., 2015).

A deficiência de estrogênio que ocorre na menopausa pode ser um fator de risco da degeneração dos discos intervertebrais da coluna lombar (LOU et al., 2017). Essa degeneração pode causar dor lombar (BEZ et al., 2018). Além disso, mulheres com crenças pessimistas sobre dor nas costas tendem a apresentar níveis elevados e persistentes de deficiência lombar, aumentando a cronicidade associada a essa

condição (ALYOUSEF et al., 2018; BUSHNELL et al., 2013), o que pode estar relacionado ao medo de realizar movimentos decorrente de um sentimento de suscetibilidade à dor ou outra lesão – a cinesiofobia (ISHAK et al., 2017).

Outras substâncias que também podem estar relacionadas à dor lombar são o cortisol e a creatina quinase (*creatine kinase* – CK). O cortisol está envolvido em diversos processos catabólicos e reflete o mecanismo de enfrentamento do corpo como resposta ao estresse e adaptação à dor (JANSSENS et al., 2012; SUDHAUS et al., 2009). A CK é um marcador bioquímico que apresenta sensibilidade para avaliar lesão tecidual músculo-tendínea. Dessa maneira, o aumento da concentração sérica dessa enzima é considerado como indicativo de dano na miofibrila e aumento do estresse muscular (FOSCHINI et al., 2007; HARTMANN; MESTER, 2000).

A prática de atividade física não específica não tem apresentado efeito significativo na lombalgia (MARINI et al., 2017). Porém, o MP tem como um dos princípios o trabalho de centralização, o que engloba o *powerhouse* e, conseqüentemente, a região lombar (SANTOS et al., 2015). Desse modo, mulheres menopausadas submetidas ao MP concomitantemente ao tratamento fisioterápico apresentaram redução de dor e incapacidade derivada de dor lombar crônica (CRUZ-DÍAZ et al., 2016). Todavia, apesar do MP ter sido capaz de reduzir a dor lombar em pacientes com lombalgia (CRUZ-DÍAZ et al., 2017), os efeitos do MP em variáveis relacionadas à saúde em mulheres na pós-menopausa com dor lombar permanecem obscuros e pouco descritos na literatura. Ademais, ainda não está claro na literatura científica se o MP é melhor do que outros exercícios para reduzir a dor lombar a curto prazo, e as evidências para redução da dor a médio prazo são de baixa qualidade (YAMATO et al., 2016).

Dessa forma, a presente tese pode ajudar a preencher essa lacuna, introduzindo uma intervenção com esse método de exercício no grupo em questão. Para tanto, formulou-se a seguinte hipótese: haverá diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) após o período de intervenção em termos de efeito nas variáveis bioquímicas, percepção de dor, incapacidade funcional lombar e força muscular das mulheres na pós-menopausa com lombalgia.

Assim sendo, a fim de investigar os efeitos do MP sobre essas variáveis em mulheres na pós-menopausa com dor lombar, esta tese está organizada em três artigos. Trata-se do modelo de escrita convencionalmente denominado de

“escandinavo”, uma coletânea de textos científicos estruturados no formato de artigos que apresentam características de complementariedade, redigidos em língua portuguesa, inglesa ou espanhola (CYRINO; PIMENTEL, 2017; LAZZAROTTI FILHO, 2011; NASSI-CALÒ, 2016). Na presente tese, os dois primeiros artigos estão redigidos em inglês em virtude dos periódicos em que foram publicados e o terceiro artigo está em português, pois se encontra em processo de submissão.

Portanto, o primeiro estudo, intitulado “*The effects of physical exercise on insulin-like growth factor I in older women: a systematic review*” (CASTRO et al., 2019b), é uma revisão sistemática da literatura acerca dos efeitos do exercício físico sobre o IGF-1 em mulheres mais velhas. Esse artigo foi publicado no *Journal of Exercise Physiology Online*. A partir dessa revisão, observou-se uma lacuna na literatura científica em relação à qualidade metodológica, à necessidade de diferentes tipos de exercícios e de protocolos de intervenção mais detalhados. Adicionalmente, as mulheres são mais afetadas nos níveis hormonais e de força muscular, entre outras variáveis, que tendem a declinar com a idade, principalmente a partir da menopausa (SANTOS et al., 2010). Por isso, os demais artigos não se referem especificamente a mulheres idosas, mas sim a mulheres na pós-menopausa.

O segundo artigo, com o título de “*Correlation analysis between biochemical markers, pain perception, low back functional disability, and muscle strength in postmenopausal women with low back pain*” (CASTRO et al., 2020), publicado no *Journal of Physical Education and Sport*, é um estudo de análise da correlação entre marcadores bioquímicos (estradiol, cortisol e creatina quinase – CK), percepção da dor, incapacidade funcional lombar e força muscular em mulheres na pós-menopausa com dor lombar.

O terceiro, “Efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor, incapacidade funcional lombar, cinesiofobia e força muscular em mulheres na pós-menopausa com dor lombar”, é um estudo comparativo entre os efeitos do MP com e sem acessórios (faixa elástica e mini band) sobre variáveis bioquímicas (IGF-1, IGFBP-3, cortisol e CK), percepção da dor, incapacidade funcional lombar, cinesiofobia e força muscular em mulheres na pós-menopausa com quadro crônico de dor lombar.

# 1 ESTUDO 1 – THE EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE ON INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR I IN OLDER WOMEN: A SYSTEMATIC REVIEW



Journal of Exercise Physiology **online**

December 2019  
Volume 22 Number 7

88

Official Research Journal of  
the American Society of  
Exercise Physiologists

ISSN 1097-9751

**JEPonline**

## The Effects of Physical Exercise on Insulin-Like Growth Factor I in Older Women: A Systematic Review

Juliana Brandão Pinto de Castro<sup>1,2</sup>, Rogério Santos de Aguiar<sup>1,2</sup>, Gabriela Rezende de Oliveira Venturini<sup>1</sup>, Andressa Oliveira Barros dos Santos<sup>1,2</sup>, Glória de Paula Silva<sup>1</sup>, Tainah de Paula Lima<sup>3</sup>, Vitor Ayres Príncipe<sup>1,2</sup>, Rodrigo Gomes de Souza Vale<sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate Program in Exercise and Sport Sciences, Institute of Physical Education and Sports, Rio de Janeiro State University, RJ, Brazil, <sup>2</sup>Laboratory of Exercise and Sport, Rio de Janeiro State University, RJ, Brazil, <sup>3</sup>Postgraduate Program in Medical Sciences, Rio de Janeiro State University, RJ, Brazil, <sup>4</sup>Laboratory of Exercise Physiology, Estácio de Sá University, Cabo Frio, RJ, Brazil

### ABSTRACT

**Castro JBP, Aguiar RS, Venturini GRO, Santos AOB, Silva GP, Lima TP, Príncipe VA, Vale RGS.** The Effects of Physical Exercise on Insulin-Like Growth Factor I in Older Women: A Systematic Review. **JEPonline** 2019;22(7):88-99. The purpose of this study was to evaluate the effects of chronic physical exercise (PE) on insulin-like growth factor-1 (IGF-1) serum levels in older women. We conducted a systematic review in PubMed, Embase, and Cochrane. Search terms included *insulin-like growth factor I*, *exercise*, and *aged*, and their synonyms. Only randomized controlled trials (RCTs) were included. Seven RCTs met our inclusion criteria. The interventions of the studies included land resistance training (with weight machines, free weights or elastic bands), water resistance training (with or without aquatic accessories), aerobic training (on a treadmill or ergometer), and taekwondo. The intervention period ranged from 12 to 24 wks. Most of the studies showed a significant increase in IGF-1 levels after the intervention with PE ( $P < 0.05$ ). Therefore, the practice of PE appears to be an effective intervention to improve IGF-1 levels in elderly women. However, further studies are needed with higher methodological quality to reduce the risk of bias. Some variables such as sleep time and stress levels should be considered in future studies.

**Key Words:** Elderly, Exercise, Female, IGF-1, Older Adults

## INTRODUCTION

The hormonal profile tends to be negatively affected by advancing age. Insulin-like growth factor I (IGF-1) is one of the anabolic hormones that usually decreases during the aging process (3,20). Skeletal muscles and bones can synthesize this peptide hormone, although it is mainly produced in the hepatic cells after stimulation of the growth hormone (GH) receptor (9,31). IGF-1 is present in several biocompartments (such as blood, interstitial fluid, bone, muscle, and nerve tissue), and is a significant metabolic biomarker related with numerous outcomes associated with health and exercise (32). This hormone contributes to a series of important physiological processes, like enhance protein synthesis, attenuate protein degradation, and facilitate glucose and free fatty acid uptake (30).

Lower levels of IGF-1 have been associated with elevated rates of cardiovascular diseases, increased mortality (9), enlarged susceptibility to sarcopenia, loss of functional autonomy (27,29), reduced synthesis of protein, and body fat increase (33). On the other hand, elevated IGF-1 concentrations have been related to many positive health outcomes. For instance, improvements in physical fitness (40), muscle hypertrophy, preservation of lean body mass (48), better bone mineral density (BMD) and longevity (8). Conversely, high IGF-1 levels have also been linked with increased risk for some types of cancer and shrank longevity (2,26,39). Modifications in the IGF-1 axis have also been allied with diverse pathological conditions, such as obesity and type II diabetes (38).

With regards to a low level of IGF-1, the uninterrupted practice of physical exercise (PE) can be considered a non-pharmacological possibility to mitigate age-related health harm (21). Hence, several scientific studies have reported that exercise training is a beneficial intervention that improves IGF-1 in older adults (5,13,43,45). On the other hand, it is interesting that some studies did not address significant IGF-1 modifications after a period of training (4) or found a reduction in serum total IGF-1 (3) after the intervention.

Among these interventions, there is a large range of PE types, training intensity, volume (duration and frequency), sample size, physical characteristics, health profile of the sample, and individuals with established diseases. As a result, the effects of PE on IGF-1 levels, especially in elderly people, remain controversial. Hence, an increase in information about the hormonal impact of PE may help to verify the effectiveness of training programs for maintenance or improvement of IGF-1 levels and to determine the potential effects of PE on IGF-1 levels in older adults (12). Thus, the aim of this systematic review was to evaluate the effects of PE on IGF-1 serum levels of older women.

## METHODS

This systematic literature review followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines (28).

### Study Eligibility and Inclusion Criteria

We included experimental, randomized controlled trials (RCTs) that used PE as a chronic intervention to evaluate responses in IGF-1 serum levels in women 60 yrs-of-age or older. Studies that were excluded in this review included cross-sectional studies, studies with animals, with individuals who presented some disease (e.g.,

diabetes, cancer, hypertension or hyperlipidaemia), with some type of supplementation, with young participants in the sample, those without a control group (CG) or written in another language other than English, Portuguese or Spanish.

### **Search Strategy**

A systematic search without time or language filters was performed using the electronic databases PubMed, Embase, and Cochrane, with the last update on August 2019. The descriptors and their synonyms *insulin-like growth factor I*, *exercise*, and *aged*, available in the Health Sciences Descriptors (DeCS) and Medical Subject Headings (MeSH), were used. The search sentence was developed with the Boolean operators [OR] (between synonyms) and [AND] (between descriptors). The references of the selected studies and other sources were checked to maximize the search.

Once references were extracted using the search terms, they were exported to a shared Endnote library. Two authors completed the search, the removal of duplicates, the analysis of titles and abstracts, and the screening of the full articles. Any divergences in the analysis were sent to a third author. Then, the full version of the articles that were more relevant for the present work was read, and any articles not meeting the inclusion/exclusion criteria were removed.

### **Methodological Quality Evaluation**

The Jadad scale was used to evaluate the methodological quality of the studies (24). This scale was applied by two independent and qualified researchers. In the case of discordant assessments, a third researcher was requested to decide. The following methodological criteria were considered: 1a) the study was described as randomized; 1b) the randomization was properly performed; 2a) the study was a double-blind trial; 2b) the blinding was properly performed; and 3) the sample loss was described. In case the items 1a, 2a, and 3 were observed, the study got 1 point per item. If the items 1b and 2b were met, the study received another point per item. Moreover, in the case of items 1b and 2b were not met, the study lost 1 point regarding items 1a and 2a, respectively. In this scale, the scores ranged from 0 to 5. Studies with score  $\leq 3$  were considered at a high risk of bias.

### **Bias Analysis**

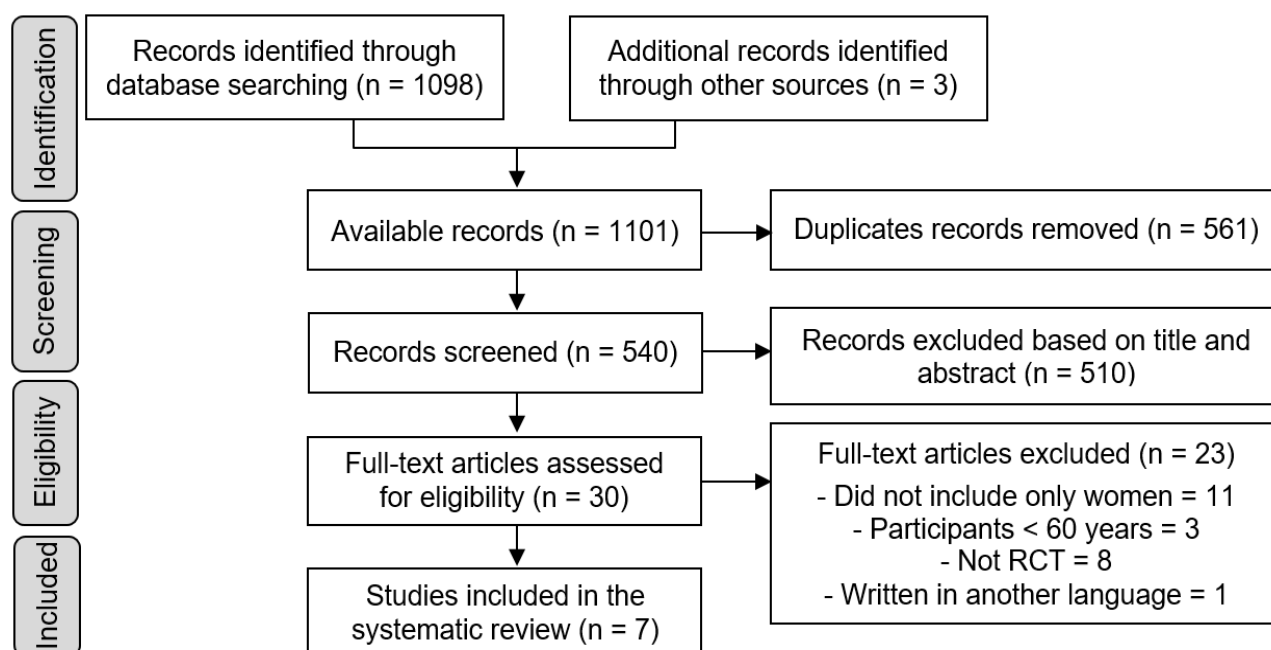
The Cochrane Collaboration tool was used to assess the risk of bias in each study included in this systematic review (10). Two independent and experienced evaluators analyzed the risk of bias in the included RCTs. Discordant assessments were evaluated by a third researcher. The study is classified as high risk, uncertain risk or low risk if at least one domain had a high risk, uncertain risk or if no domain had a high or uncertain risk of bias, respectively.

### **Data Collection Process**

We extracted following data from the selected studies: (a) country; (b) number of participants in each group; (c) age; (d) intervention protocol; and (e) results related to IGF-1 levels.

## **RESULTS**

In total, 1098 studies were found following the proposed search methodology (PubMed = 373; Embase = 598; Cochrane = 127) and three articles were manually included. After using the selection criteria, seven RCTs were included in this review (Figure 1).



**Figure 1. Flow Chart of the Selected Articles.**

Table 1 shows the descriptive and methodological characteristics, and the main results of the studies included in the present review.

**Table 1. Data Extracted from the Included Studies.**

Study (Country)	Groups (n) / Age (yrs)	Intervention Protocol	Duration (wks)	Results
Banitalebi et al., 2018 (Iran)	RT after AT (n = 9) RT prior to AT (n = 10) Interval RT/AT (n = 12) CG (n = 9) Age: 67.35 ± 1.40	AT: cycle ergometer, 3x/wk, 50', 60–90% HR <sub>max</sub> ; RT: machines, 40–75% 1RM, 8–18 rep	12	All interventions: ↑ IGF-1 (P=0.07); pre- to post-test: RT after AT (P=0.04) and RT prior to AT (P=0.02)
Cho & Roh, 2019 (Korea)	TKD (n = 19; 68.89 ± 4.16) CG (n = 18; 69.00 ± 4.41)	5x/wk, 60', 50–80% HR <sub>max</sub>	16	TKD ↑ IGF-1 pre- to post-test (P<0.05) and vs. CG (P<0.01)
Cunha et al., 2019 (Brazil)	RT SS (n = 21; 70.09 ± 5.95) RT MS (n = 20; 68.60 ± 4.44) CG (n = 21; 68.04 ± 4.38)	RT: machines and free weights; 3x/wk, 8 exercises, 10–15RM; SS: 1 set/exercise, ~15'/session; MS: 3 sets/exercise, ~45'	12	RT SS and MS ↑ IGF-1 pre- to post-test, and vs. CG (P<0.05)
Ha & Son, 2018 (Korea)	CE (n = 10; 73.80 ± 3.16) CG (n = 10; 74.60 ± 2.84)	3x/wk, 60', RT elastic band (20'), 1x15 rep, intensity ↑ from yellow–red–green, OMNI-RES scale 4 to 6	12	CE ↑ IGF-1 (P<0.01)



		(easy to hard) + walking (30'), 1 <sup>st</sup> 4wks: 40–50% HRR; 5–9wks: 50–60%; 9–12 wks: 60–70%		
Hofmann et al., 2016 (Austria)	RT (n = 33; 82.9) RT + NS (n = 28; 83.9) CG (n = 30; 84.5)	RT: elastic band, 2x/wk, ~60', 1 <sup>st</sup> 4wks: 1x15 rep, yellow Thera-Band®; other wks: intensity ↑ from yellow–red–black, 2x15 rep	24	All interventions: ↑ IGF-1 (P<0.05 vs. CG)
Santos et al., 2010 (Brazil)	RT (n = 26; 68.52 ± 4.68) CG (n = 26; 67.52 ± 7.34)	3x/wk, 50', free weights, 3x8 rep, 75–85% 1RM, OMNI-RES scale 7.82 ± 2.52	12	RT ↑ IGF-1 pre- to post-test (P=0.028) and when compared to CG (P=0.045)
Vale et al., 2017 (Brazil)	RT Land (n = 10; 66.10 ± 2.77) RT Water (n = 10; 67.10 ± 3.54) CG (n = 10; 68.80 ± 5.41)	RT: 3x/wk, ~50', 1 <sup>st</sup> 4wks: OMNI-RES scale 3 to 5 (light to middle intensity); other wks: 5 to 8 (strong intensity); RT Land: machines, 1 <sup>st</sup> 4wks: 3x15 rep, 50% 1RM; other wks: 3x8–10 rep, 75–85% 1RM; RT Water: pool, 1 <sup>st</sup> 4wks: 3x15–20 rep no AC, other wks: 3x8–10 rep with AC, 75–85% 1RM	12	IGF-1 ↑ RT Land (P=0.004) pre- to post-test and when compared to RT Water (P=0.002) and CG (P=0.0001)

**n**: sample size; **yrs**: years; **RT**: resistance training; **AT**: aerobic training; **CE**: combined exercise; **CG**: control group; **TKD**: taekwondo; **1RM**: one repetition maximum; **wk**: week; **wks**: weeks; **'**: minutes; **~**: approximately; **reps**: repetitions; **HR<sub>max</sub>**: maximum heart rate; **HRR**: heart rate reserve; **AC**: aquatic accessories; **IGF-1**: insulin-like growth factor 1; **SS**: single-set; **MS**: multiple-sets; **NS**: nutritional supplementation; **↑**: increase

Tables 2 and 3 presents the studies' methodological quality and the risk of bias through the Jadad scale and the Cochrane collaboration tool, respectively.

**Table 2. Methodological Quality of the Included Studies through the Jadad Scale.**

Studies	1a	1b	2a	2b	3	Total Score
Banitalebi et al. (4)	1	1	0	-1	1	2
Cho & Roh (15)	1	-1	0	0	0	0
Cunha et al. (16)	1	1	0	0	0	2
Ha & Son (22)	1	-1	0	0	0	0
Hofmann et al. (23)	1	-1	0	0	1	1
Santos et al. (41)	1	-1	0	0	1	1
Vale et al. (46)	1	-1	0	0	1	1

**1a**: randomized study; **1b**: adequate randomization; **2a**: double-blind study; **2b**: proper blinding; **3**: description of the sample loss

**Table 3. Risk of Bias Analysis through the Cochrane Collaboration Tool.**

Studies	1	2	3	4	5	6	7	Total Score
Banitalebi et al.	Low	Uncertain	Low	Low	Low	Low	Low	Uncertain
Cho & Roh	Low	Uncertain	Uncertain	Uncertain	Low	Low	Low	Uncertain
Cunha et al.	Low	Low	Uncertain	Uncertain	Low	Low	Low	Uncertain
Ha & Son	Low	Uncertain	Uncertain	Uncertain	Uncertain	Low	Low	Uncertain
Hofmann et al.	Low	Uncertain	Low	Low	Low	Low	Low	Uncertain
Santos et al.	Low	Uncertain	Uncertain	Uncertain	Low	Low	Low	Uncertain
Vale et al.	Low	Uncertain	Low	Low	Low	Low	Low	Uncertain

1: Randomization; 2: Allocation of randomization; 3: Blinding of participants; 4: Blinding of the evaluators; 5: Incomplete outcomes; 6: Report on selective outcome; 7: Other sources of bias

## DISCUSSION

The purpose of this systematic review was to evaluate the effects of chronic PE on IGF-1 serum levels in elderly women. The analysis of the seven controlled and randomized experiments (4,15,16,22,23,41,46) showed that the practice of PE at least twice a week for a period of three months or more improves the IGF-1 levels of older women ( $P < 0.05$ ). However, the findings of these RCTs should be interpreted with caution, especially since they were classified with a high risk of bias. The full-text of six RCTs included in the present review was written in English and one was in Portuguese (41). Although we did not use any time filter, the years of the publications varied from 2010 to 2019.

Concerning the interventions, six studies used resistance training (RT). Four studies used traditional weight machines and/or free weights (4,16,41,46). The other two used elastic bands as resistance (22,23). However, only one (23) described the brand of the accessory. The other just mentioned the intensity related colors. Additionally, one of these studies (46) performed the RT in water, adding aquatic accessories after 4 wks of training. Combined with RT, Banitalebi et al. (4) submitted the sample to aerobic training, alternating the order of the training in the three intervention groups. Similarly, Ha & Son (22) included aerobic training to the program in conjunct with the RT. On the other hand, none of the RCTs used exclusively aerobic exercises as an intervention. A RCT by Chen et al. (14) also investigated the influence of RT, aerobic training, or a combination of both training interventions in elderly men and women with sarcopenic obesity (65 to 75 yrs). After 8 wks of intervention, the blood IGF-1 concentration was significantly higher in the trained groups, especially in the RT group when compared to the CG.

Resistance training is a well-known ally for a healthy and functional life for elderly people (1). This type of training can improve physical performance and muscle quality even in very old institutionalized women (23). This is important because, as the years go by, there is a tendency to experience a decrease in lean muscle mass and strength, which can cause dependence even in the performance of trivial tasks of daily living (17,47). Moreover, women are most affected by these losses and their functional declines can be seen more severely during menopause when hormonal secretions start to reduce substantially (42). Hence, with aging, mainly in women, there is a reduction in the growth

hormone (GH) levels, which stimulates IGF-1 production (29). In this sense, PE may be a strategy to stimulate IGF-1 secretion, mainly because it presents, through RT, a high positive correlation with an increase in serum IGF-1 (33).

All the interventions with the resistance exercise of the RCTs analyzed in the present systematic review are in accordance with the American College of Sports Medicine guidelines for older adults (1), which includes a frequency of at least 2 d·wk<sup>-1</sup>, intensity between moderate- (5 to 6) and vigorous- (7 to 8) on a scale of 0 to 10, and a progressive weight training program or weight-bearing calisthenics (8 to 10 exercises involving the major muscle groups of 8 to 12 repetitions for each exercise).

Age tends to negatively impact the strength and physical performance in elderly women. For healthy aging, the development of muscle strength should be prioritized (35). Muscle strength has a high correlation with IGF-1 (49) and can be increased through a resistance exercise program as occurred in the studies of Banitalebi et al. (4), Cunha et al. (16), Ha & Son (22), Hofmann et al. (23), Santos et al. (41), and Vale et al. (46). Likewise, Vale et al. (44) found significant ( $P<0.05$ ) increases in both muscle strength and IGF-1 levels by performing high-intensity resistance exercise activities 3 times·wk<sup>-1</sup> for 12 wks in 12 sedentary elderly women when compared to an aerobic group (n=13) and a CG (n=10). Thus, RT may provoke anabolic effects in elderly individuals.

However, RT is not considered a motivational activity for every elderly woman. Therefore, other exercise modalities should be analyzed for this growing population. Only one RCT (15) used a combat sport as an intervention alternative. The women who practiced taekwondo achieved a significant increase in IGF-1 serum levels after 16 wks. As mentioned before, IGF-1 levels have been related to BMD. Higher BMD and the practice of physical activity tend to prevent osteoporosis, which is related to the risk of fractures and falls in older adults (7). Middle and high-impact combat sports can promote osteogenesis due to microfractures in bone tissue (6). Jati et al. (25) conducted an intervention with adapted capoeira in 28 postmenopausal women and measured BMD through dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). The authors found improvement in BMD measures after 24 wks. This result may be associated with increases in IGF-1 levels since it has been related to BMD (36).

The interventions with aerobics exercises of the RCTs analyzed are also in accordance with the ACSM recommendations, which involves accumulate at least 30 or up to 60 (for greater benefit) min·d<sup>-1</sup> in bouts of at least 10 min each to total 150 to 300 min·wk<sup>-1</sup> for moderate-intensity activities, or at least 20 to 30 min·d<sup>-1</sup> or more of vigorous-intensity activities to total 75 to 150 min·wk<sup>-1</sup>, an equivalent combination of moderate and vigorous activity. Still, according to ACSM, the type of exercise can be any modality that does not impose excessive orthopedic stress, such as walking, aquatic exercise, and/or a stationary cycle exercise (1).

### **Limitations in this Study**

The present study has some limitations that should be highlighted. First, the search was conducted in three electronic databases. Although PubMed, Embase, and Cochrane index a large number of scientific journals worldwide, it may be that some articles published in other journals that address this issue were not included in this review. However, we performed a manual search to mitigate this limitation. Furthermore, limitations in the analyses should also be observed. The methodological quality of the

studies was low and, thus presented a high risk of bias while none RCT presented a low risk of bias. For that reason, the findings of the present review should be analyzed with caution. Another important point noted was the lack of investigations with other exercises as intervention, such as Pilates, which has become a popular modality in recent years, especially among older women (37). Therefore, more research should be conducted with more methodological control, more detailed description of the protocols that used different types of exercises.

## CONCLUSIONS

Land resistance training appears to be the most effective intervention to improve IGF-1 levels in elderly women. However, further studies are needed with higher methodological quality to reduce the risk of bias, and with different periods of intervention. In addition, some variables such as sleep time and quality should be considered in future studies since total sleep deprivation or restriction can alter blood hormones, including IGF-1 (18). Furthermore, stress levels, anxiety, and/or the psychological state of the individuals should be analyzed (11,19,34).

---

## ACKNOWLEDGMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001, and the productivity scholarship of research – Estácio de Sá University, Cabo Frio, RJ, Brazil.

---

**Address for correspondence:** Juliana Brandão Pinto de Castro - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão João Lira Filho, Bloco F, 9º andar, Maracanã, RJ, Brasil, CEP: 20550-900, Email: julianabrandaoflp@hotmail.com

---

## REFERENCES

1. American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510-1530.
2. Andreassen M, Raymond I, Kistorp C, et al. IGF1 as predictor of all cause mortality and cardiovascular disease in an elderly population. *Eur J Endocrinol.* 2009;160 (1):25-31.
3. Arnarson A, Geirsdottir OG, Ramel A, et al. Insulin-like growth factor-1 and resistance exercise in community dwelling old adults. *J Nutr Health Aging.* 2015;19(8):856-860.
4. Banitalebi E, Faramarzi M, Bagheri L, Kazemi AR. Comparison of performing 12 weeks' resistance training before, after and/or in between aerobic exercise on the hormonal status of aged women: A randomized controlled trial. *Horm Mol Biol Clin Investig.* 2018;35(3):1-10.

5. Bastos CLB, Miranda H, Vale RGS, et al. Chronic effect of static stretching on strength performance and basal serum IGF-1 levels. **J Strength Cond Res.** 2013;27(9):2465-2472.
6. Borba-Pinheiro CJ, Carvalho MCGA, Drigo AJ, et al. Combining adapted Judo training and pharmacological treatment to improve bone mineral density on postmenopausal women: A two years study. **Arch Budo.** 2013;9(2):93-99.
7. Borba-Pinheiro CJ, Dantas, EHM, Vale, RGS, et al. Resistance training programs on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: A randomized controlled trial. **Arch Geront Geriat.** 2016; 65:36-44.
8. Brugts MP, van Beld W, Hofland LJ, et al. Low circulating insulin-like growth factor-I bioactivity in elderly men is associated with increased mortality. **J Clin Endocrinol Metab.** 2008;93(7):2515-2522.
9. Burgers AM, Biermasz NR, Schoones JW, et al. Meta-analysis and dose-response metaregression: Circulating insulin-like growth factor I (IGF-I) and mortality. **J Clin Endocrinol Metab.** 2011;96(9):2912-2920.
10. Carvalho APV, Silva V, Grande AJ. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. **Rev Diagnóstico Tratamento.** 2013;18(1):38-44.
11. Cassilhas RC, Antunes HKM, Tufik S, Mello MT. Mood, anxiety, and serum IGF-1 in elderly men given 24 weeks of high resistance exercise. **Percept Mot Skills.** 2010; 110(1):265-276.
12. Castro JBP, Vale RGS. Insulin-like growth factor I (IGF-1) in older adults: A review. **MOJ Gerontol Ger.** 2017;1(6):175-176.
13. Castro JBP, Brum RDO, Pernambuco CS, Vale RGS. Analysis of correlation between muscle strength, IGF-1 and functional autonomy in overweight elderly women submitted to aquatic resistance exercises. **Revista de Investigación en Actividades Acuáticas.** 2019;3(5):18-23.
14. Chen HT, Chung YC, Chen YJ, Ho SY, Wu HJ. Effects of different types of exercise on body composition, muscle strength, and IGF-1 in the elderly with sarcopenic obesity. **J Am Geriatr Soc.** 2017;65(4):827-832.
15. Cho SY, Roh HT. Taekwondo enhances cognitive function as a result of increased neurotrophic growth factors in elderly women. **Int J Environ Res Public Health.** 2019;16(6):962.
16. Cunha PM, Nunes JP, Tomeleri CM, et al. Resistance training performed with single and multiple sets induces similar improvements in muscular strength, muscle mass, muscle quality, and IGF-1 in older women: A randomized controlled trial. **J Strength Cond Res.** doi: 10.1519/JSC.0000000000002847

17. Dantas EHM, Figueira HA, Emygdio RF, Vale RGS. Functional autonomy GDLAM protocol classification pattern in elderly women. *Indian J Appl Res.* 2014;4(7):262-266.
18. Dáttilo M, Antunes HKM, Nunes-Galbes N, et al. Effects of sleep deprivation on the acute skeletal muscle recovery after exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2019; doi: 10.1249/MSS.0000000000002137
19. Dias JCR, Silva WR, Maroco J, Campos JADB. Perceived stress scale applied to college students: Validation study. *Psychol Community Health.* 2015;4(1):1-13.
20. Fornelli G, Isaia GC, D'Amelio P. Ageing, muscle and bone. *J Gerontol Geriatr.* 2016; 64(3):75-80.
21. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-1359.
22. Ha MS, Son WM. Combined exercise is a modality for improving insulin resistance and aging-related hormone biomarkers in elderly Korean women. *Exp Gerontol.* 2018; 114:13-18.
23. Hofmann M, Schober-Halper B, Oesen S, et al. Effects of elastic band RT and nutritional supplementation on muscle quality and circulating muscle growth and degradation factors of institutionalized elderly women: The Vienna Active Ageing Study (VAAS). *Eur J Appl Physiol.* 2016;116(5):885-897.
24. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: Is blinding necessary? *Control Clin Trials.* 1996;17(1):1-12.
25. Jati SR, Borba-Pinheiro CJ, Vale RGS, et al. Bone density and functional autonomy in post-menopausal women submitted to adapted capoeira exercises and walking. *JEPonline.* 2018;21(2):214-226.
26. Key TJ, Appleby PN, Reeves GK, Roddam AW. Insulin-like growth factor 1 (IGF1), IGF binding protein 3 (IGFBP3), and breast cancer risk: Pooled individual data analysis of 17 prospective studies. *Lancet Oncol.* 2010;11(6):530-542.
27. Lang T, Streeper T, Cawthon P, et al. Sarcopenia: Etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int.* 2010;21(4):543-559.
28. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *BMJ.* 2009;339:b2700.
29. Moran S, Chen Y, Ruthie A, Nir Y. Alterations in IGF-1 effect elderly: Role of physical activity. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2007;4(2):77-84.

30. Nindl BC. Insulin-like growth factor-I as a candidate metabolic biomarker: Military relevance and future directions for measurement. *J Diabetes Sci Technol.* 2009;3(2): 371-376.
31. Nindl BC, Alemany JA, Tuckow AP, et al. Circulating bioactive and immunoreactive IGF-1 remain stable in women despite physical fitness improvements after 8 weeks of resistance, aerobic and combined exercise training. *J Appl Physiol.* 2010;109:112-120.
32. Nindl BC, Pierce JR. Insulin-like growth factor I as a biomarker of health, fitness, and training status. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(1):39-49.
33. Oliveira LSC, Côrtes GG, Vale RGS, Dantas EHM. Seric levels of IGF-1 in elderly people. *Fit Perf J.* 2003;2(5):289-291.
34. Peer JM, Roelofs K, Spinhoven P. Cortisol administration enhances the coupling of midfrontal delta and beta oscillations. *I J Psycho.* 2008;67(2):144-150.
35. Pisciotto MV, Pinto SS, Szejnfeld VL, Castro CH. The relationship between lean mass, muscle strength and physical ability in independent healthy elderly women from the community. *J Nutr Health Aging.* 2014;18(5):554-558.
36. Poggiogalle E, Cherry KE, Su LJ, Kim S, Myers L, Welsh DA, Jazwinski SM, Ravussin E. Body composition, IGF1 status, and physical functionality in nonagenarians: Implications for osteosarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2019;20(1):70-75.
37. Pucci GCM, Neves EB, Saavedra FJF. Effect of Pilates method on physical fitness related to health in the elderly: A systematic review. *Rev Bras Med Esporte.* 2019; 25(1):76-87.
38. Rajpathak SN, Gunter MJ, Wylie-Rosett J, et al. The role of insulin-like growth factor-I and its binding proteins in glucose homeostasis and type 2 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2009;25(1):3-12.
39. Renehan AG, Zwahlen M, Minder C, et al. Insulin-like growth factor (IGF)-I, IGF binding protein-3, and cancer risk: Systematic review and meta-regression analysis. *Lancet.* 2004;363(9418):1346-1353.
40. Rosendahl L, Langberg H, Flyvbjerg A, et al. Physical capacity influences the response of insulin-like growth factor and its binding proteins to training. *J Appl Physiol.* 2002;93:1669-1675.
41. Santos LTA, Vale RGS, Mello DB, Giani TS, Dantas EHM. Effects of kinesiotherapy on the levels of IGF-1, muscle strength and functional autonomy in older women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2010;12(6):451-456.
42. Takahashi TA, Johnson KM. Menopause. *Med Clin North Am.* 2015;99(3):521-534.

43. Vale RGS, Oliveira RD, Pernambuco CS, et al. Correlation between basal serum IGF-1 levels and functional autonomy in elderly women. **Rev Int Cienc Deporte.** 2009; 5(14):11-18.
44. Vale RGS, Oliveira RD, Pernambuco CS, et al. Effects of muscle strength and aerobic training on basal serum levels of IGF-1 and cortisol in elderly women. **Arch Gerontol Geriatr.** 2009;49(3):343-347.
45. Vale RGS, Castro JBP, Oliveira RD, et al. Effects of hydrogymnastics on IGF-1 and functional autonomy in elderly women. **MOJ Gerontol Ger.** 2017;1(5):142-147.
46. Vale RGS, Ferrão MLD, Nunes RAM, et al. Muscle strength, GH and IGF-1 in older women submitted to land and aquatic resistance training. **Rev Bras Med Esporte.** 2017;23(4):274-279.
47. Vale RGS, Castro JBP, Mattos RS, et al. Analysis of balance, muscle strength, functional autonomy, and quality of life in elderly women submitted to a strength and walking program. **JEPonline.** 2018;21(3):13-24.
48. Velloso CP. Regulation of muscle mass by growth hormone and IGF-1. **Br J Pharmacol.** 2008;154(3):557-568.
49. Wideman L, Weltman JY, Hartman ML, et al. Growth hormone release during acute and chronic aerobic and resistance exercise: Recent findings. **Sports Med.** 2002; 32(15):987-1004.

#### **Disclaimer**

The opinions expressed in **JEPonline** are those of the authors and are not attributable to **JEPonline**, the editorial staff or the ASEP organization.



## 2 ESTUDO 2 – CORRELATION ANALYSIS BETWEEN BIOCHEMICAL MARKERS, PAIN PERCEPTION, LOW BACK FUNCTIONAL DISABILITY, AND MUSCLE STRENGTH IN POSTMENOPAUSAL WOMEN WITH LOW BACK PAIN

*Journal of Physical Education and Sport* ® (JPES), Vol.20 (1), Art 3, pp. 24 - 30, 2020  
online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 © JPES

### Original Article

#### Correlation analysis between biochemical markers, pain perception, low back functional disability, and muscle strength in postmenopausal women with low back pain

JULIANA BRANDÃO PINTO DE CASTRO<sup>1,2</sup>, VICENTE PINHEIRO LIMA<sup>1,2</sup>, ANDRESSA OLIVEIRA BARROS DOS SANTOS<sup>1,2</sup>, GIULLIO CÉSAR PEREIRA SALUSTIANO MALLÉN DA SILVA<sup>2</sup>, JOÃO GABRIEL MIRANDA DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, JULIANE NUNES LEONARDO DA SILVA<sup>2</sup>, RODRIGO GOMES DE SOUZA VALE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Postgraduate Program in Exercise and Sport Sciences, Rio de Janeiro State University, Rio de Janeiro, RJ, BRAZIL

<sup>2</sup> BIODESA Institute, Research Group of Performance, Biodynamics, Exercise and Health, Castelo Branco University, Rio de Janeiro, BRAZIL

Published online: January 31, 2020

(Accepted for publication: December 20, 2019)

DOI: 10.7752/jpes.2020.01003

#### Abstract:

**Objective:** To analyze the correlation between cortisol, creatine kinase (CK), estradiol, pain perception, low back functional disability, and abdominal and lumbar muscle strength in postmenopausal women with low back pain. **Methods:** The sample consisted of eleven postmenopausal women (age:  $55.09 \pm 6.7$  years; range between 44 and 66 years old; body mass:  $63.07 \pm 9.78$  kg; height:  $1.55 \pm 0.07$  m; BMI:  $26.01 \pm 2.67$  kg/m<sup>2</sup>) with pain and functional lumbar incapacity. Blood collection for analysis of the basal serum levels of cortisol and estradiol was performed using the chemiluminescence method, and the enzymatic method was applied for CK analysis. The pain perception and the perception of lumbar functional incapacity were determined through the Visual Analogue Scale (VAS) and the Roland-Morris Questionnaire (RMQ), respectively. The abdominal strength and the strength of the spine extensor muscles were analyzed by an isometric test. **Results:** The Pearson correlation showed a highly significant negative correlation between the estradiol levels and the VAS ( $r = -0.725$ ;  $p = 0.012$ ). The cortisol presented a significant negative correlation with the strength scores of the spine extensors ( $r = -0.764$ ;  $p = 0.006$ ). The participants' age presented significant correlation with cortisol ( $r = -0.668$ ;  $p = 0.025$ ) and with the lumbar score ( $r = -0.601$ ;  $p = 0.051$ ). No significant difference was found in RMQ, CK, and the abdominal score ( $p \geq 0.05$ ). **Conclusions:** Postmenopausal women with higher age tend to present higher serum cortisol levels and lower levels of lumbar strength. Additionally, greater levels of cortisol are related to smaller levels of lumbar strength. Lower estradiol levels tend to represent higher pain perception in postmenopausal women with low back pain.

**Key Words:** aging, menopause, spine, cortisol, creatine kinase, estradiol.

#### Introduction

Menopause is a stage of a woman's life and its main characteristic is the complete interruption of menstruations (Takahashi & Johnson, 2015). The cessation of the menstrual cycle results from the progressive reduction in estrogen levels, which is the main cause of climacteric. During this period, women tend to present unpleasant signs and symptoms such as increased body mass, hot flashes, cold sweats, insomnia, osteoporosis, psycho-emotional disorders and cardiovascular disease (Tairova & Lorenzi, 2011). As life expectancy

24

Corresponding Author: JULIANA BRANDÃO PINTO DE CASTRO, E-mail: [julianabrandao@flp@hotmail.com](mailto:julianabrandao@flp@hotmail.com)

increases, it is estimated that women will spend approximately 40% of their lives in the postmenopausal phase (Takahashi & Johnson, 2015).

The postmenopausal hormonal environment is associated with loss of muscle and bone mass (Takahashi & Johnson, 2015), which can occur without any symptoms and the woman feels fine until a fracture occurs (Ilona, Taina, Mirela, Eugenia, & Mihaela, 2010). This way, the reduction of the sex hormones (like estrogen and progesterone) levels can be a risk factor for the degeneration of the intervertebral discs of the lumbar spine (Lou et al., 2017). One of the components of the estrogen is the estradiol. This sex and steroid hormone can be related to the skeletal muscle, the connective tissue, bone tissue, and tendon tissue (Pingel et al., 2012; Osakabe et al., 2001). Thus, the declines in the organic form and function inherent to the aging process tend to cause low back pain. This pain is experienced by most people during life and tends to become chronic with age and relapse (Botov, Shnyakin, Osipov, & Tatyana, 2018).

Low back pain is a health problem with a major socioeconomic impact. This pain is considered chronic if it persists for more than three months (Almeida & Kraychete, 2017). Such pain causes functional and labor disabilities (Leite, Luciano, Martins, Wajchenberg, & Puertas, 2010; Momsen, Jensen, Nielsen, & Jensen, 2014), representing a growing economic burden due to increasing days of absenteeism from work, loss of productivity, and cost of treatment (Alzahrani et al., 2019). According to the study conducted by the Global Burden of Disease (GBD, 2018), low back pain is the leading cause of years lived with disability (YLD). In most cases, this syndrome has an unknown origin (Hartvigsen *et al.*, 2018).

Biochemical markers such as creatine kinase (CK) and cortisol have been used as indirect markers of muscle damage as they are a useful and sensitive means for assessing any increase in muscle stress (Foschini, Prestes, & Charro, 2007; Vale et al., 2009). Cortisol is responsible for many catabolic processes in the organism and is released as a pulsatile stress hormone in the bloodstream. In stressful and painful situations, cortisol causes a catabolic state in the metabolism. Individuals with chronic pain who are exposed to permanent stress tend to have elevated cortisol levels compared to healthy people (Eichler, Rachinger-Adam, Kraft, & Azad, 2019). Thus, these biochemical markers of stress and muscle damage (cortisol and CK) may be related to low back pain.

Therefore, the present study aimed to analyze the correlation between cortisol, CK, estradiol, pain perception, low back functional disability, and abdominal and lumbar muscle strength in postmenopausal women with low back pain.

## **Materials and Methods**

### ***Participants***

The present research is a cross-sectional correlational descriptive study (Thomas, Nelson, & Silverman, 2012). The sample consisted of postmenopausal women with low back pain. The following inclusion criteria were adopted: a) present perception of lumbar disability and low back pain (defined as pain between the lower ribcage and the gluteal folds); b) nonspecific low back pain characterized by the absence of signs of a serious underlying condition (such as cancer, infection or tail syndrome), spinal stenosis or radiculopathy or other specific spinal cause (such as vertebral compression fracture or ankylosing spondylitis) (Chou et al., 2007); c) no history for at least three months of regular practice of physical exercise.

The exclusion criteria were: a) presenting any type of acute or chronic condition that could be aggravated during the test battery; b) be under the use of antidepressant or sedative medications that may be a risk factor for the proposed tests; c) have undergone physical therapy or acupuncture treatment within the past three months.

The sample was obtained by stratification from a clinic located in the west zone of Rio

de Janeiro, Brazil, the Rheumatological and Physiatric Orthopedic Center (CORF). Thus, the volunteers were recruited via the CORF database, through institutional email or telephone contact. Those who indicated their intention to participate were scheduled for individual face-to-face interviews with the research team, which performed the data collection in a standardized manner.

All subjects were invited to participate voluntarily in the research and signed the informed consent before participation in the study, according to the norms of Resolution no. 466/2012 of the Brazilian National Health Council. The study was approved by the institutional ethics committee (Approval Number 1.360.167).

## ***Procedures***

### *Anthropometric assessment*

In the anthropometric evaluation, to measure body mass, height and body mass index (BMI) calculation, a Filizola® mechanical scale (Brazil), 100 g precision and 150 kg capacity, were used with a stadiometer, precision of 0.5 cm. BMI was calculated as the ratio between body mass (kg) and height squared ( $m^2$ ). All measurements were made by a single evaluator according to the International Standards for Anthropometric Assessment (ISAK) protocol (Marfell-Jones, Stewart, & Ridder, 2012).

### *Pain perception assessment*

The intensity of low back pain perception was assessed using the Visual Analogue Scale (VAS) (Langley & Sheppard, 1985; Scott & Huskisson, 1979). In this linear scale, ranging from 0 to 10 cm, the left extremity (0) corresponds to no pain at all and the right extremity (10) corresponds to unbearably intense pain. The participants were asked to indicate their level of pain by adding a mark on the VAS.

### *Assessment of the perception of low back functional disability*

The Roland-Morris questionnaire (RMQ) was applied to evaluate the functional status of the lumbar spine (Roland & Morris, 1983) through the translated, adapted and validated version for Brazil (Nusbaum, Natour, Ferraz, & Goldenberg, 2001). The RMQ is a subjective scale for individuals who present low back pain. It consists of 24 self-reported affirmations on patient status. The patients mark “yes” or “no” to the statements accordingly to their physical states. Every marked statement as “yes” is scored as 1 point. The total score varies between zero (absence of incapacity) and 24 (maximum incapacity). A value of 11.4 is considered a mean score and scores over 14 are considered to indicate significant disability (Nusbaum *et al.*, 2001).

### *Assessment of abdominal and lumbar strength*

The strength of the abdominal muscles was evaluated by the isometric abdominal test. The participant was in the supine position with the hips at 45°, knees at 90° and hands at the side of the body. Both feet rested on the ground. The examiner then asked the participant to move to the final position of each verification level. The participant was instructed to maintain this final position as long as she could. Verification begins with score 1 and progresses sequentially to score 5 according to the following gradation: 1) Unable to lift from the ground anything but her head; 2) With arms extended towards the knees, able to raise the upper body until the upper part of the scapula separates from the ground (holding this position for 1 to 10 seconds); 3) With straight arms, able to raise the upper body until the scapula separates from the ground (holding for 10 to 15 seconds); 4) Arms crossed over the chest, able to raise the upper body until the scapula separates from the table (holding for 15 to 20 seconds); 5) Hands clenched behind the back of the neck, able to raise the upper body until

the shoulder blade separates from the ground (holding for 20 to 30 seconds) (Magee & Sueki, 2012).

The strength of the extensor muscles of the spine was evaluated by the isometric test of the extensor spine and the multifidus muscles. The participant starts the test in the pronated position. At the evaluator's command, she tried to extend the spine to the maximum by lifting her head and torso. The individual should maintain the final position as long as possible. The test score ranges from 1 to 5, as follows: 1) Only a slight muscle contraction without movement; 2) With the hands at the side of the body, the participant extends the lumbar spine, raising the head from the ground (holding for 1 to 10 seconds); 3) With the hands at the side of the body, the participant extends the lumbar spine, raising the sternum from the floor (holding for 10 to 15 seconds); 4) With the hands at the side of the body, the participant extends the lumbar spine, raising the head, chest, and ribs from the floor (holding for 15 to 20 seconds); 5) With hands behind her head, the participant extends the lumbar spine, raising the head, chest, and ribs from the floor (holding for 20 to 30 seconds) (Magee & Sueki, 2012).

#### *Evaluation of the biochemical markers*

Basal serum cortisol, CK and estradiol levels were evaluated in a clinical analysis laboratory. The venous blood sample was withdrawn from the antecubital vein at 08.00am, with at least 12 hours of fasting, using cotton, alcohol, needle, disposable syringe, and sterile tube. Upon arriving in the laboratory, women sat quietly for at least five minutes. The chemiluminescence method for cortisol and estradiol analysis and the enzymatic method for CK analysis were applied (Pardini, 2015).

#### *Statistical analysis*

The data were analyzed by the SPSS 23.0 Statistics Software and presented as mean and standard deviation. Pearson's correlation test was used to analyze the associations between the study variables. The study admitted the value of  $p \leq 0.05$  for statistical significance.

#### **Results**

Eleven postmenopausal women with low back pain, aged between 44 and 66 years old, volunteered for this study. Table 1 shows the sample characteristics, VAS, RMQ, muscle strength scores, and hormonal levels of the study participants.

**Table 1.** Descriptive characteristics of the sample, scores and biochemical results.

Variables	Mean	SD
Age (years)	55.09	6.70
Body mass (kg)	63.07	9.78
Height (m)	1.55	0.07
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.01	2.67
VAS (score)	7.33	2.29
RMQ (score)	15.27	3.74
Cortisol (mcg/dL)	13.69	7.76
Estradiol (pg/mL)	13.49	2.43
CK (U/L)	95.64	35.93
Abdominal strength (score)	4.64	0.50
Lumbar strength (score)	3.00	0.45

SD: standard deviation; BMI: body mass index; VAS: visual analogue scale; RMQ: Roland-Morris questionnaire; CK: creatine kinase.

Table 2 presents the values related to the correlation coefficient ( $r$ ) between the variables studied. It was observed a highly significant negative correlation between the estradiol levels and the VAS. Hence, lower estradiol levels mean higher pain perception. The cortisol presented a significant negative correlation with the strength scores of the spine extensors. This means that individuals with a high cortisol rate presented low back strength. The participants' age presented significant correlation with cortisol (the higher the age, the higher the serum cortisol levels) and with the lumbar strength scores (the higher the age, the lower the lumbar strength levels). In the other study variables (RMQ, CK, and the abdominal scores), there was no significant correlation.

**Table 2.** Correlation analysis of the variables studied.

		Age	VAS	RMQ	Cortisol	Estradiol	CK	AbdScore
VAS	r	-0.516						
	p-value	0.104						
RMQ	r	-0.057	0.505					
	p-value	0.868	0.113					
Cortisol	r	0.668*	-0.381	-0.243				
	p-value	0.025	0.248	0.472				
Estradiol	r	0.498	-0.725*	-0.352	0.571			
	p-value	0.119	0.012	0.288	0.066			
CK	r	0.179	-0.207	-0.546	0.063	-0.071		
	p-value	0.599	0.541	0.082	0.853	0.836		
AbdScore	r	-0.492	0.407	0.217	-0.522	-0.575	-0.267	
	p-value	0.124	0.214	0.522	0.100	0.064	0.427	
LumScore	r	-0.601*	0.234	0.000	-0.764*	-0.378	-0.205	0.443
	p-value	0.051	0.488	1.000	0.006	0.252	0.545	0.172

VAS: visual analogue scale; RMQ: Roland-Morris questionnaire; CK: creatine kinase; AbdScore: abdominal score; LumScore: lumbar score. \*  $p \leq 0.05$ .

## Discussion

The present study analyzed the correlation between cortisol, CK, estradiol, pain perception, low back functional disability, and abdominal and lumbar muscle strength in postmenopausal women with low back pain. The participants presented an RMQ score of over 14, which is compatible with a significant level of low back functional disability (Nusbaum et al., 2001). This characteristic of the sample is in accordance with a study conducted by Lima et al. (2018), who also investigated the low back functional disability in individuals with low back pain. On the other hand, Kofotolis, Kellis, Vlachopoulos, Gouitas, and Theodorakis (2016) and Miyamoto, Costa, Galvanin, and Cabral (2013) had a sample with lower RMQ scores when compared with the present study.

It was observed in the current study that the lower the estradiol level, the higher the VAS, which means greater levels of pain. The postmenopausal estradiol reference value is less than or equal to 32.2 pg/mL (Pardini, 2015). These lower hormone levels may be associated with loss of bone mass (Takahashi & Johnson, 2015), which can represent a risk factor for the deterioration of the intervertebral discs of the lumbar spine (Lou et al., 2017). The practice of resistance training, three times per week, can promote higher bone mineral density in the lumbar spine (Borba-Pinheiro et al., 2016; Borba-Pinheiro et al., 2010). Consequently, the practice of physical exercise is crucial since low back pain is often

triggered by trunk muscle weakness resulting from insufficient exercise, obesity, and improper posture (Jang, Cho, & Cho, 2015).

In this sense, another finding of the present study was that the postmenopausal women with low back pain who had a high cortisol level showed low lumbar strength. Besides, the cortisol also presents a correlation with the age of the study sample. In this sense, the postmenopausal women with higher age presented higher serum cortisol levels and lower lumbar strength. Higher levels of this catabolic hormone in the bloodstream may be related to the higher level of deterioration and dehydration that intervertebral discs attempt to present with advancing age (McGill, 2015) and the pain intensity that the participants presented (Eichler et al., 2019).

The other biochemical marker used in the current study was the CK. This enzyme is often described as the best indirect biomarker of muscle damage because these molecules are cytoplasmic and cannot cross the sarcoplasmic membrane barrier. Thus, increased serum concentration of these molecules is used as an indication of damage to the muscle membrane and other tissue structures (Smith et al., 1994; Foschini, Prestes, & Charro, 2007). However, in the present study, there was no significant correlation between CK with the other variables analyzed.

Additionally, CK values presented by the participants are within the normal range (33 – 211 U/L for women) (Pardini, 2015). Since the serum CK concentration is subject to physiological variations that affect enzyme activity – such as gender, age, ethnicity, muscle mass, and type of exercise performed (Clarkson & Hubal, 2002) –, the lack of correlation may be related to the absence of physical exercise in the study sample. Strength exercises or other exercises that require predominantly eccentric actions are the ones that most damage muscle tissue, thus having the most effect on CK levels (Foschini, Prestes, & Charro, 2007).

Therefore, the first line in the treatment of nonspecific low back pain should contain non-pharmacological options, such as the practice of physical activity (O'Sullivan, O'Sullivan, & O'Keeffe, 2019). Thus, treatments and exercise programs with an emphasis on the recovery of functional movements, muscle strength and flexibility should be the basis of low back pain prevention and intervention processes (McGill, 2015).

However, the practice of non-specific physical activity has not presented a significant effect on the reduction of low back pain (Marini *et al.*, 2017). In this sense, the Pilates method has been performed in individuals with low back pain. One of the principles of this method is the centralization, which involves the “power house” and, consequently, the lumbar region (Santos, Moser, & Bernardelli, 2015). Thus, postmenopausal women undergoing Pilates classes concomitantly with physical therapy had reduced pain and disability caused by chronic low back pain (Cruz-Díaz *et al.*, 2016). Nevertheless, it is important to emphasize that it is not yet clear in the scientific literature whether Pilates is more effective than other exercises for reducing short-term low back pain, and the evidence for medium-term pain reduction is poor (Yamato *et al.*, 2016).

It is important to highlight that preventive exercise programs with a special focus on the spine should be implemented at an early age to avoid postural problems and back pain in childhood, youth, adulthood, and old age (Elena, Ingrid, Šárka & Jan, 2018). In cases where the individual already experiences pain, a program for the functional recovery and retraining of the vertebral column should be practiced to prevent reoccurrences and/or further complications (Călina et al., 2009).

The limitations of this study include the relatively small sample size, besides, lack information about the diet and sleep quality and quantity of the participants since these variables can interfere in hormonal levels, such as cortisol (Orth & Kovacs, 1998). Therefore, future studies would be necessary to confirm our findings.

## Conclusions

In conclusion, the results of this study suggest that lower estradiol levels tend to represent higher pain perception levels and a high cortisol rate correlates with lower lumbar strength in postmenopausal women with low back pain. In addition, the older the postmenopausal women are, the higher tend to be the serum cortisol levels and the lower tends to be the lumbar strength. This way, the data presented in this research article may serve as a reference for a study aimed at investigating the relationship between postmenopause, age, lower back strength, and cortisol.

Future studies should present intervention proposals for the prevention or treatment of low back pain, including the correction of daily postural gestures and exercise programs. Also, it is suggested to use noninvasive methods for the diagnosis of low back pain, such as infrared images examination (thermography).

**Acknowledgment** - This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001. Hence, the authors are grateful to the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the support, the productivity scholarship of research – Estácio de Sá University, Cabo Frio, RJ, Brazil, and the volunteers who engaged in this study.

**Conflicts of interest** - The authors have no conflicts of interest to declare.

## References

- Almeida, D. C., & Kraychete, D. C. (2017). Low back pain - a diagnostic approach. *Revista Dor*, 18(2), 173-177. doi: 10.5935/1806-0013.20170034.
- Alzahrani, H., Mackey, M., Stamatakis, E., Pinheiro, M. B., Wicks, M., & Shirley, D. (2019). The effectiveness of incidental physical activity interventions compared to other interventions in the management of people with low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Physical Therapy in Sport*, 36(2019), 34-42. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.12.008.
- Borba-Pinheiro, C. J., Carvalho, M. C. G. A., Silva, N. S. L., Drigo, A. J., Bezerra, J. C., & Dantas, E. H. M. (2010). Bone density, balance and quality of life of postmenopausal women taking alendronate, participating in different physical activity programs. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*, 2(4), 175-185. doi: 10.1177/1759720X10374677.
- Borba-Pinheiro, C. J., Dantas, E. H. M., Vale, R. G. S., Drigo, A. J., Carvalho, M. C. G. A., Tonini, T., Meza, E. I. A., & Figueiredo, N. M. A. (2016). Resistance training programs on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 65, 36-44. doi: 10.1016/j.archger.2016.02.010.
- Botov, A., Shnyakin, P., Osipov, A., & Tatyana, Z. (2018). Search for effective treatment techniques for professional athletes with lower back pain. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(1), 17-22.
- Călina, M., Ligia, R., Avramescu, E. T., Enescu-Bieru, D., Roşulescu, E., & Mihai, D. (2009). Protocol for the evaluation and functional re-education of the lumbar-sacral pain syndrome with a muscular-ligament cause. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(1), 1-6.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(11 Suppl), S52-S69. doi: 10.1097/00002060-200211001-00007.

- Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross Junior, T., Shekelle, P. et al. (2007). Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of Internal Medicine*, 147(7), 478-491.
- Cruz-Díaz, D., Martínez-Amat, A., Osuna-Pérez, M. C., De La Torre-Cruz, M. J., & Hita-Contreras, F. (2016). Short- and long-term effects of a six-week clinical Pilates program in addition to physical therapy on postmenopausal women with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation*, 38(13), 1300-1308. doi: 10.3109/09638288.2015.1090485.
- Eichler, J., Rachinger-Adam, B., Kraft, E., & Azad, S. C. (2019). Efficacy of biofeedback in patients with chronic low back pain: Impact on pain intensity, psychological factors and stress markers. *Der Schmerz*, 2019, 1-10. doi: 10.1007/s00482-019-0393-z.
- Elena, B., Ingrid, P. S., Šárka, T., & Jan, V. (2018). Effects of an exercise programme on dynamic function of the spine in secondary-school female students. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(Suppl 1), 517-525. doi: 10.7752/jpes.2018.s174.
- Foschini, D., Prestes, J., & Charro, M. A. (2007). Relationship between physical exercise, muscle damage and delayed-onset muscle soreness. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 9(1), 101-106. doi: 10.5007/%25x.
- GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159), 1789-1858. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32279-7.
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., et al. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet*, 391(10137), 2356-2367. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30480-X.
- Iłona, T., Taina, A., Mirela, S., Eugenia, R., & Mihaela, Z. (2010). The role of high-impacts exercises in improve bone mineral density in postmenopausal women with osteopenia or osteoporosis. *Journal of Physical Education and Sport*, 27(2), 110-115.
- Jang, J. H., Cho, T. Y., & Cho, Y. H. (2015). The effects of t'ai chi on muscle activity, pain, and balance in females in their 20s with acute low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(3), 725-727. doi: 10.1589/jpts.27.725.
- Kofotolis, N., Kellis, E., Vlachopoulos, S., Gouitas, I., & Theodorakis, Y. (2016). Effects of Pilates and trunk strengthening exercises on health-related quality of life in women with chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(4), 649-659. doi: 10.3233/BMR-160665.
- Langley GB, Sheppard H. (1985). The visual analogue scale: its use in pain measurement. *Rheumatology International*, 5(4), 145-148.
- Leite, M. S., Luciano, R. P., Martins, D. E., Wajchenberg, M., & Puertas, E. B. (2010). Correlation between Pfirrmann and Modic classifications in the degeneration of lumbar intervertebral disc. *Coluna/Columna*, 9(4), 401-406. doi: 10.1590/S1808-18512010000400010.
- Lima, V.P., Nunes, R. A. M., Silva, J. B., Paz, G. A., Jesus, M., Castro, J. B. P., Dantas, E. H. M., & Vale, R. G. S. (2018). Pain perception and low back pain functional disability after a 10-week core and mobility training program: a pilot study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(4), 637-643. doi: 10.3233/BMR-169739.
- Lou, C., Chen, H., Mei, L., Yu, W., Zhu, K., Liu, F. et al. (2017). Association between menopause and lumbar disc degeneration: an MRI study of 1,566 women and 1,382 men. *Menopause*, 24(10), 1136-1144. doi: 10.1097/GME.0000000000000902.



- Magee, D. J., & Sueki, D. (2012). *Manual para avaliação musculoesquelética*. São Paulo: Elsevier.
- Marfell-Jones, M., Stewart, A. D., & Ridder, J. H. (2012). *International standards for anthropometric assessment*. Wellington, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Marini, M., Bendinelli, B., Assedi, M., Occhini, D., Castaldo, M., Fabiano, J. et al. Low back pain in healthy postmenopausal women and the effect of physical activity: A secondary analysis in a randomized trial. *PLoS One*, *12*(5), e0177370, 2017. doi: 10.1371/journal.pone.0177370.
- McGill, S. (2015). *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation*. 3. ed. United States: Human Kinetics.
- Miyamoto, G. C., Costa, L. O., Galvanin, T., & Cabral, C. M. (2013). Efficacy of the addition of modified Pilates exercises to a minimal intervention in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Physical Therapy*, *93*(3), 310-320. doi: 10.2522/ptj.20120190.
- Momsen, A. M. H., Jensen, O. K., Nielsen, C. V., & Jensen, C. (2014). Multiple somatic symptoms in employees participating in a randomized controlled trial associated with sickness absence because of nonspecific low back pain. *The Spine Journal*, *14*(12), 2868-2876. doi: 10.1016/j.spinee.2014.01.062.
- Nusbaum, I., Natour, J., Ferraz, M. B., & Goldenberg, J. (2001). Translation, adaption and validation of the Roland-Morris questionnaire – Brazil Roland-Morris. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *34*(2), 203-210.
- O'Sullivan, K.; O'Sullivan, P. B., & O'Keeffe, M. (2019). The Lancet series on low back pain: reflections and clinical implications. *British Journal of Sports Medicine*, *53*(7), 392-393.
- Orth, D. N., & Kovacs, W. J. (1998). The adrenal cortex. In: Wilson, J. D., Foster, D. W., Kronenberg, H. M., & Larsen, P. R., eds. *Williams Textbook of Endocrinology*. Philadelphia, Pa: Saunders, 517-664.
- Osakabe, T., Hayashi, M., Hasegawa, K., Okuaki, T., Ritty, T. M., Mecham, R. P., Wachi, H., & Seyama, Y. (2001). Age- and gender-related changes in ligament components. *Annals of Clinical Biochemistry*, *38*(5), 527-532. doi: 10.1258/0004563011901118.
- Pardini, H. *Manual de exames*. Belo Horizonte: Hermes Pardini, 2015.
- Pingel, J., Langberg, H., Skovgård, D., Koskinen, S., Flyvbjerg, A., Frystyk, J., Kjær, M., & Hansen, M. (2012). Effects of transdermal estrogen on collagen turnover at rest and in response to exercise in postmenopausal women. *Journal of Applied Physiology*, *113*(7), 1040-1047. doi: 10.1152/jappphysiol.01463.2011.
- Roland, M., & Morris, R. (1983). A study of the natural history of back pain. Part I: development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain. *Spine*, *8*(2), 141-144. doi: 10.1097/00007632-198303000-00004.
- Santos, F. D. R. P., Moser, A. D. L., & Bernardelli, R. S. (2015). Analysis of the effectiveness of the method Pilates in low back pain: a systematic review. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, *23*(1), 157-163.
- Scott, J., & Huskisson, E. C. (1979). Vertical or horizontal visual analogue scales. *Annals of the Rheumatic Diseases*, *38*(6), 560.
- Smith, L. L., Fulmer, M. G., Holbert, D., McCammon, M. R., Houmard, J. A., Frazer, D. D., et al. (1994). The impact of a repeated bout of eccentric exercise on muscular strength, muscle soreness and creatine kinase. *British Journal of Sports Medicine*, *28*, 267-271.
- Tairova, O. S., & Lorenzi, D. R. S. (2011). The influence of exercise in the quality of life of postmenopausal women: a case-control study. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, *14*(1), 135-145.

- Takahashi, T. A., & Johnson, K. M. (2015). Menopause. *Medical Clinics of North America*, 99(3), 521-34. doi: 10.1016/j.mcna.2015.01.006.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2012). *Métodos de pesquisa em atividade física*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Vale, R. G. S., Oliveira, R. D., Pernambuco, C. S., Meneses, Y. P. S. F., Novaes, J. S., & Andrade, A. F. D. (2009). Effects of muscle strength and aerobic training on basal serum levels of IGF-1 and cortisol in elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 49(3), 343-347. doi:10.1016/j.archger.2008.11.011.
- Yamato, T. P., Maher, C. G., Saragiotto, B. T., Hancock, M. J., Ostelo, R. W., Cabral, C. M. et al. (2016). Pilates for low back pain: complete republication of a Cochrane Review. *Spine*, 41(12), 1013-1021. doi: 10.1097/BRS.0000000000001398.

### 3 ESTUDO 3 – EFEITOS DO MÉTODO PILATES SOBRE MARCADORES BIOQUÍMICOS, PERCEPÇÃO DE DOR, INCAPACIDADE FUNCIONAL LOMBAR, CINESIOFOBIA E FORÇA MUSCULAR EM MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA COM DOR LOMBAR

#### Resumo

**Objetivo:** Analisar os efeitos do método Pilates sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor, incapacidade funcional lombar, cinesiofobia e força muscular em mulheres na pós-menopausa que apresentam quadro crônico de dor lombar.

**Métodos:** A amostra foi randomicamente dividida em um grupo submetido ao método Pilates sem implementos (GP; n = 11; idade: 57,18±10 anos; IMC: 27,65±3,66 kg/m<sup>2</sup>) e outro com implementos (GPI; n = 11; idade: 61,45±7,54 anos; IMC: 29,04±5,65 kg/m<sup>2</sup>). Ambos os grupos realizaram o treinamento por um período de oito semanas (2x/sem, 50 a 60 min/sessão). Os níveis séricos basais do fator de crescimento insulina símile-1 (IGF-1), da proteína carreadora do IGF-1 (IGFBP3) e cortisol foram analisados pelo método da quimioluminescência e a creatina quinase (CK) pelo método enzimático. As percepções de dor, de incapacidade funcional lombar e a cinesiofobia foram determinadas por meio da escala visual analógica (EVA), do questionário Roland-Morris (RMQ) e da escala tampa de cinesiofobia (ETC), respectivamente. As forças abdominal e lombar foram analisadas por um teste isométrico.

**Resultados:** Após as intervenções, ambos os grupos apresentaram níveis mais baixos de percepção de dor (GP, p<0,001; GPI, p=0,002) e incapacidade funcional lombar (GP, p=0,001; GPI, p=0,005) e incremento na força lombar (GP e GPI, p=0,006). No GPI, houve aumentos nos níveis de IGF-1 (p=0,007), IGFBP-3 (p=0,037), razão IGF-1/IGFBP-3 (p=0,002) e força abdominal (p=0,034) e redução de CK (p=0,004) após o período de treinamento. Observou-se um aumento na razão IGF-1/IGFBP-3 (p=0,045) e redução nos níveis de CK (p=0,039) no GPI quando comparado ao GP no pós-teste. Não foram encontradas diferenças significativas na cinesiofobia e nos níveis séricos de cortisol nas comparações intra e intergrupos após as intervenções.

**Conclusão:** Os dois métodos de intervenção se mostraram eficientes para a redução sobre a percepção de dor lombar e incapacidade funcional lombar e aumento na força lombar. O grupo que praticou o método Pilates com utilização de faixa elástica e mini band apresentou melhores respostas sobre a força abdominal, os níveis de IGF-1 e IGFBP-3, a razão IGF-1/IGFBP-3 e redução nos níveis de CK após a intervenção, principalmente em relação aos resultados intergrupos.

**Palavras-chave:** Reabilitação. Exercício físico. IGF-1. Cortisol. Creatina quinase. Coluna Vertebral.

## **The effects of the Pilates method on biochemical markers, pain perception, low back functional disability, kinesiophobia, and muscle strength in postmenopausal women with low back pain**

### **Abstract**

**Objective:** To evaluate the effects of the Pilates method on biochemical markers, pain perception, low back functional disability, kinesiophobia, and muscle strength in postmenopausal women with chronic low back pain.

**Methods:** The sample was randomly divided into two groups of Pilates method without accessories (PG; n = 11; age: 57.18±10 years; BMI: 27.65±3.66 kg/m<sup>2</sup>) and another with accessories (PAG; n = 11; age: 61.45±7.54 years; BMI: 29.04±5.65 kg/m<sup>2</sup>). Both groups performed the training for 8 weeks (2x/week, 50-60 min/session). Basal serum insulin-like growth factor 1 (IGF-1), IGF binding protein 3 (IGFBP-3), and cortisol levels were measured by the chemiluminescence method, and the creatine kinase (CK) was analyzed by the enzymatic method. The pain perception, the perception of lumbar functional disability, and the kinesiophobia were determined through the Visual Analogue Scale (VAS), the Roland-Morris Questionnaire (RMQ), and the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK), respectively. The abdominal strength and the lumbar spine strength were evaluated by an isometric test.

**Results:** After the interventions, both groups had lower levels of pain perception (PG, p<0.001; PAG, p=0.002) and low back functional disability (PG, p=0.001; PAG, p=0.005) and increased lumbar strength (PG and PAG, p=0.006). In PAG, there were increases in IGF-1 (p=0.007), IGFBP-3 (p=0.037), IGF-1/IGFBP-3 ratio (p=0.002), and abdominal strength (p=0.034), and reduction in CK (p=0.004) at the end of the training period. There was an increase in the IGF-1/IGFBP-3 ratio (p=0.045) and a reduction in CK levels (p=0.039) in PAG when compared to PG in the post-test. No significant differences were found in kinesiophobia and serum cortisol levels in intra and intergroup comparisons after the interventions.

**Conclusion:** Both methods of intervention proved to be effective for reducing the perception of low back pain and low back functional disability and an increase in lower back strength. The group that practiced the Pilates method using elastic band and mini band presented better responses on abdominal strength, IGF-1, and IGFBP-3 levels, IGF-1/IGFBP-3 ratio, and reduction in CK levels after the intervention, especially in relation to the intergroup results.

**Keywords:** Rehabilitation. Physical exercise. IGF-1. Cortisol. Creatine kinase. Spine.

### **Introdução**

A menopausa tende a vir acompanhada da redução de massa muscular e óssea, além de mudanças hormonais, incluindo decréscimo nos níveis de hormônios sexuais (como o estrogênio), no hormônio de crescimento (*growth hormone* – GH),

no fator de crescimento insulina símile-1 (*insulin-like growth factor 1* – IGF-1) (PINGEL et al., 2012) e na proteína carreadora do IGF-1 (*insulin-like binding protein-3* – IGFBP-3) (FRIEDRICH et al., 2009). Essas mudanças hormonais podem causar a degeneração dos discos intervertebrais da coluna lombar (LOU et al., 2017). Assim sendo, para prevenir e/ou reduzir a perda funcional e os sintomas climatéricos relacionados à menopausa, programas de exercícios físicos voltados para as múltiplas variáveis de saúde são essenciais (ARAÚJO-GOMES et al., 2019).

A prática de exercício físico é um tratamento não farmacológico recomendado para reduzir a dor lombar. Esta síndrome compreende uma gama de dimensões biofísicas, psicológicas e sociais, que prejudicam a funcionalidade, a participação na sociedade e a prosperidade financeira (HARTVIGSEN et al., 2018). A lombalgia é o problema de saúde número um causador de absenteísmo no trabalho e limitação de atividades. Dessa forma, a dor lombar é a principal causa relacionada aos anos vividos com incapacidade (*years lived with disability* – YLDs) em grande parte do mundo, de acordo com o estudo do *Global Burden of Disease* (GBD). O crescimento da dor lombar se deve, principalmente, a hábitos posturais inadequados, atividades laborais repetitivas e aos efeitos deletérios do envelhecimento (GBD, 2018).

Marcadores bioquímicos que podem estar relacionados à dor lombar são a creatina quinase (*creatine kinase* – CK) e o cortisol. A CK tem sido utilizada como marcador indireto de dano muscular e inflamação tecidual devido à sensibilidade para avaliar aumentos no estresse muscular (FOSCHINI et al., 2007). O cortisol é um hormônio pulsátil liberado na corrente sanguínea em situações estressantes e dolorosas, causando um estado catabólico no metabolismo. Indivíduos com dor crônica expostos ao estresse permanente tendem a apresentar níveis elevados de cortisol em comparação com pessoas saudáveis (CASTRO et al., 2020; PAUNGMALI et al., 2018).

Nesse sentido, a prática de atividade física é indicada como a primeira linha no tratamento da dor lombar (O'SULLIVAN et al., 2019). Dessa forma, tratamentos e programas de exercícios com ênfase na recuperação dos movimentos funcionais, força muscular e flexibilidade devem ser a base dos processos de prevenção, retraining e reabilitação na lombalgia (LIMA et al., 2018; MCGILL, 2015). Além disso, uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados (ECR) mostrou que o exercício físico pode aumentar os níveis séricos de IGF-1 em mulheres com mais

idade (CASTRO et al., 2019). No entanto, essa conclusão deve ser interpretada com cautela, pois os ECR analisados (n = 7) apresentaram limitações metodológicas.

Uma modalidade de exercício físico bastante difundida e que tem sido utilizada tanto na reabilitação quanto na promoção da saúde, é o método Pilates (MP) (BYRNES et al., 2018; DAL BEM et al., 2019). O principal foco do MP é a centralização, também conhecida como *powerhouse* ou centro de força, que envolve contrações musculares concêntricas e isométricas dos músculos abdominais, assoalho pélvico, além dos extensores e flexores do quadril. Esses músculos fortalecidos promovem uma estabilidade da coluna lombar e pelve, auxiliando na estabilidade dinâmica do corpo durante a execução de exercícios físicos e atividades da vida diária (AVD) (KEY, 2013; MUSCULINO; CIPRIANI, 2004).

Dentre as principais indicações do MP, encontram-se o aprimoramento da flexibilidade, equilíbrio dinâmico (CRUZ-FERREIRA et al., 2011), correção de alterações posturais (BLUM, 2002), ganho de força muscular, desenvolvimento da coordenação motora, do equilíbrio (BARKER et al., 2015), melhora geral da saúde (PUCCI et al., 2019) e da resistência muscular abdominal (CAMPOS et al., 2016), tratamento da dor lombar (DAL BEM et al., 2019; LUZ JÚNIOR et al., 2013; NATOUR et al., 2015; RYDEARD et al., 2006) e estabilização lombopélvica (PAZ et al., 2014).

Desse modo, a prática sistemática de exercícios tem se mostrado eficiente na melhora de variáveis relacionadas à saúde em mulheres menopausadas (ARAÚJO-GOMES et al., 2019; BORBA-PINHEIRO et al., 2016a; BORBA-PINHEIRO et al., 2016b). Entretanto, embora alguns estudos empíricos tenham sido realizados para analisar o Pilates e variáveis relacionadas à saúde, poucos estudos investigaram a eficiência desse método para melhorar variáveis fisiológicas e hormonais básicas, como força muscular, níveis de cortisol, CK, IGF-1 e IGFBP-3, cinesiofobia, percepção da dor e incapacidade funcional lombar em mulheres na pós-menopausa que sofrem de dor lombar crônica.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos do MP com e sem o uso de acessórios sobre marcadores bioquímicos, percepção de dor, incapacidade funcional lombar, cinesiofobia e força muscular em mulheres na pós-menopausa que apresentam quadro crônico de dor lombar. Com base nos potenciais efeitos positivos do exercício físico, a hipótese desse estudo foi que ambas as intervenções provocariam melhorias na força e nas concentrações séricas

dos hormônios anabólicos e diminuiriam a percepção da dor lombar, a incapacidade funcional da coluna lombar, a cinesiofobia, o cortisol e a CK após um período de treinamento de 8 semanas.

## **Materiais e métodos**

### ***Desenho do estudo***

Este estudo experimental de intervenção apresenta um desenho quantitativo, composto por dois grupos submetidos a diferentes métodos de exercício físico, avaliados em testes pré- e pós-intervenção.

### ***Amostra***

A amostra foi composta por mulheres menopausadas com lombalgia. As voluntárias foram obtidas por estratificação junto a uma clínica localizada na zona oeste do município do Rio de Janeiro/RJ, Brasil. Aquelas que sinalizaram intenção em participar foram agendadas para entrevistas individuais face-a-face com a equipe de pesquisa, que realizou a coleta de forma padronizada. Em seguida, as participantes elegíveis foram randomicamente divididas, por sorteio simples, em dois grupos: grupo de Pilates sem implementos (GP) e grupo de Pilates com implementos (GPI).

Foram adotados como critérios de inclusão: (a) ser mulher na pós-menopausa (valor de referência do estradiol:  $\leq 32,2$  pg/mL) (PARDINI, 2015); (b) apresentar percepção de incapacidade funcional lombar e dor lombar (definida como dor na área na parte posterior do corpo, especificamente entre a caixa torácica inferior e as dobras glúteas) (HOY et al., 2014); (c) apresentar dor lombar crônica (> 3 meses de duração) (SOUSA et al., 2019); (d) apresentar lombalgia inespecífica caracterizada pela ausência de sinais de uma condição subjacente grave (como infecção ou síndrome da cauda equina), estenose espinhal ou radiculopatia ou outra causa espinhal específica (como fratura por compressão vertebral) (CHOU et al., 2007); e (e) não ter participado de uma rotina sistemática de exercício físico nos últimos três meses. Os critérios de exclusão foram: (a) ser considerada inapta fisicamente por uma avaliação médica; (b) apresentar qualquer tipo de condição aguda ou crônica

que pudesse ser agravada durante a realização da bateria de testes ou da intervenção proposta; (c) utilizar medicamentos relacionados à lombalgia ou reposição hormonal; e (d) obter menos que 75% de presença nas atividades durante o período de intervenção.

O estudo foi desenvolvido de acordo com as normas da Resolução nº. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (número do parecer: 1.360.167; CAAE: 51323515.9.0000.5259). Antes da inclusão no estudo, as voluntárias foram amplamente informadas sobre a finalidade, procedimentos, benefícios, riscos e desconforto que pudessem resultar da participação no estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. As participantes foram solicitadas a manter as atividades habituais, a evitar outros tipos de exercícios ou tratamentos e foram orientadas a manterem seus hábitos alimentares usuais durante o experimento.

### ***Avaliação antropométrica***

A massa corporal e a estatura foram aferidas em balança mecânica (Filizola®, Brasil), precisão de 100 g e capacidade de 150 kg, com estadiômetro de precisão de 0,5 cm. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado como a razão entre a massa corporal (kg) e a estatura ao quadrado (m<sup>2</sup>). Todas as medidas foram realizadas de acordo com o protocolo *International Standards for Anthropometric Assessment* (ISAK) (MARFELL-JONES et al., 2012).

### ***Avaliação da percepção de dor***

A escala visual analógica de dor (EVA) foi utilizada para acessar o nível de percepção da dor lombar. Essa escala tem uma reta horizontal que varia de 0 (sem dor) a 10 cm (pior dor possível) (HELLER et al., 2016). As participantes foram solicitadas a indicar o nível de dor com uma marca na EVA. O nível de dor marcado na linha horizontal é medido posteriormente com uma régua milimétrica. De acordo com a diferença mínima clinicamente importante (*minimum clinically important difference* – MCID), os indivíduos com uma diminuição da intensidade da dor nas



costas de  $\geq 3$  cm/pontos podem ser considerados como minimamente melhorados (MCID) (LEE et al., 2013).

### ***Avaliação da percepção da incapacidade funcional lombar***

A percepção da incapacidade funcional da coluna lombar foi estimada usando o questionário Roland-Morris (*Roland-Morris questionnaire* – RMQ) traduzido, adaptado e validado para o Brasil (NUSBAUM et al., 2001). O RMQ é uma escala subjetiva com 24 frases autorreferidas sobre o status da coluna lombar. Os pacientes escolhem “sim” ou “não” de acordo com a própria percepção. Cada “sim” é pontuado como 1 ponto. A pontuação total varia entre zero (sem incapacidade) e 24 (incapacidade extrema). O valor de 11,4 é considerado um escore médio e os escores acima de 14 são considerados para indicar incapacidade significativa (NUSBAUM et al., 2001). A mudança mínima detectável (*minimum detectable change* – MDC) para o RMQ é de 4,87 (MONTICONE et al., 2012).

### ***Avaliação da cinesiofobia***

Para avaliar o medo excessivo, irracional e debilitante do movimento e da atividade física, foi utilizada a Escala Tampa para Cinesiofobia – Brasil (ETC) (SIQUEIRA et al., 2007), versão traduzida e validada da *Tampa Scale for Kinesiophobia* (TSK) (CROMBEZ et al., 1999). A ETC consiste em um questionário autoaplicável, constituído por 17 questões que abordam a dor e a intensidade dos sintomas. Os escores estão dispostos em uma escala Likert de um a quatro pontos, onde um equivale a “discorda totalmente” e quatro a “concorda totalmente”. Para obtenção do escore total final, é necessário inverter os escores das questões 4, 8, 12 e 16. O escore final pode ser de, no mínimo, 17 e, no máximo, 68 pontos. Quanto maior a pontuação, maior é o grau de cinesiofobia (SIQUEIRA et al., 2007).

### ***Avaliação da força muscular***

A força dos músculos abdominais e dos extensores da coluna vertebral foram avaliadas pelo teste isométrico. No primeiro teste, o participante deve estar no solo em decúbito dorsal com os quadris a 45°, joelhos flexionados a 90°, mãos ao lado do

corpo e com os dois pés apoiados no chão. No segundo teste, o participante deve estar deitado no solo, em decúbito ventral, com os membros inferiores estendidos. Nos dois testes, o examinador solicita ao participante que passe para a posição final de cada nível de verificação. A participante foi instruída a manter a posição final o maior tempo possível. A verificação começa com a pontuação 5 e decai sequencialmente para a pontuação 1, de acordo com a posição final mantida pelo participante (MAGEE; SUEKI, 2012). Os testes foram realizados antes da primeira sessão de treinamento e antes da última sessão de treino.

### ***Avaliação do estradiol, IGF-1, IGFBP3, cortisol e CK***

As participantes foram submetidas à coleta de sangue às 08h00, após, pelo menos, 12 horas de jejum. Antes da coleta, as participantes permaneceram sentadas em silêncio por, pelo menos, cinco minutos. Os níveis séricos basais dos marcadores bioquímicos foram avaliados em um laboratório de análises clínicas. Assim sendo, uma profissional biomédica qualificada e independente do protocolo do estudo realizou a coleta das amostras de sangue das participantes. A amostra de sangue foi retirada da veia antecubital usando álcool, algodão, agulha, seringa descartável e tubo estéril. O método de quimioluminescência foi aplicado para a análise dos níveis de estradiol, IGF-1, IGFBP-3 e cortisol. A CK foi analisada pelo método enzimático (PARDINI, 2015). As amostras de sangue foram coletadas 48 horas antes da primeira sessão de treinamento e 48 horas após a última sessão.

### ***Intervenção***

Ambas as intervenções consistiram na prática de exercícios de estabilização da lombar e da cintura pélvica realizados conforme o método Pilates, o qual é composto por seis princípios: centralização, respiração, concentração, precisão, controle e fluidez (PILATES; MILLER, 1960). Os princípios foram ensinados para a realização do repertório de exercícios desde a primeira aula e foram trabalhados durante toda a intervenção (ISACOWITZ; CLIPPINGER, 2011). Os exercícios tiveram como objetivo o fortalecimento dos músculos do abdome, extensores, flexores laterais e rotadores da coluna vertebral, estabilizadores do quadril, músculos dos membros superiores e inferiores, somados a exercícios de equilíbrio.

Todos os exercícios foram realizados na intenção de desenvolver o ajuste postural antecipatório (APA), considerando que a ineficiência desse controle motor pode representar atraso na estabilização lombar e ser uma possível causa da dor lombar (HODGES; RICHARDSON, 1996; KNOX et al., 2016). Os exercícios foram realizados em decúbito dorsal, ventral e lateral, em quatro apoios e de pé.

As intervenções foram realizadas por 8 semanas, duas vezes por semana, com pelo menos 48 horas de descanso entre cada sessão. O volume de treinamento (número de repetições ou tempo de isometria e período de descanso entre séries e exercícios) e os exercícios de ambos os grupos (GP e GPI) foram equivalentes. Porém, os exercícios realizados pelo GPI tiveram a adição de uma faixa elástica (banda para Pilates, Decathlon®, Índia) e uma mini band (Domyos, Decathlon®, Malásia). Cada sessão de treinamento durou de 50 a 60 minutos e consistiu em 10 minutos de aquecimento, 35-45 minutos de treinamento principal e 5 minutos de volta à calma (Apêndices A, B, C e D). O aquecimento consistiu em exercícios de mobilidade articular para as principais articulações do corpo. Os exercícios da parte principal foram focados na estabilização lombopélvica e na ativação dos músculos profundos do tronco (WELLS et al., 2012). A volta à calma foi realizada com exercícios submáximos de alongamento para os grupos musculares da coluna e membros inferiores (LIMA et al., 2018). O aquecimento e a volta à calma foram comuns às duas intervenções.

O protocolo das duas intervenções (GP e GPI) teve quatro ciclos e cada ciclo durou duas semanas. O volume e a intensidade da parte principal (dificuldade dos exercícios) aumentaram progressivamente ao longo das intervenções (Quadro 1). No GPI, as quatro primeiras semanas foram realizadas com a mini band e o elástico (banda para Pilates) de intensidade leve e as quatro semanas seguintes com a intensidade média a forte. Uma escala de face de percepção subjetiva de esforço variando de leve a exaustiva foi usada para controlar a intensidade (COSTA et al., 2004). Os exercícios foram aplicados com rigor técnico de execução. Quando necessário, as participantes eram corrigidas durante os movimentos para garantir a adesão ao protocolo de exercícios.

**Quadro 1.** Ciclos da periodização e volume de treinamento da intervenção.

Protocolo experimental da intervenção							
S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1º ciclo		2º ciclo		3º ciclo		4º ciclo	
Bloco de exercícios A				Bloco de exercícios B			
3 séries x 10" ou 10 reps		3 séries x 15" ou 15 reps		3 séries x 10" ou 10 reps		3 séries x 15" ou 15 reps	

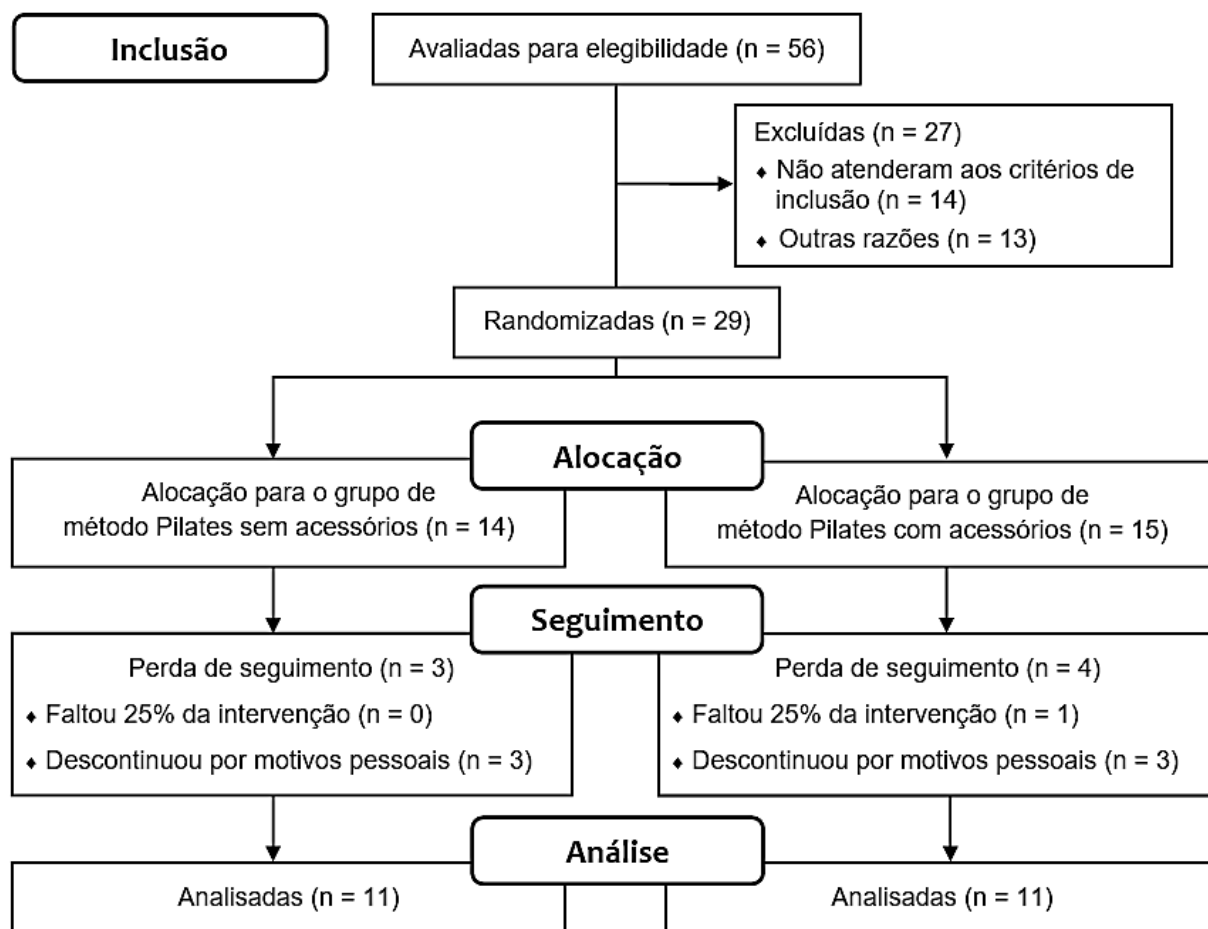
S: semana; ": segundos; reps: repetições

### **Análise estatística**

Os dados foram analisados no software estatístico IBM SPSS Statistics 23 e apresentados como média e desvio-padrão. A normalidade e homogeneidade da variância dos dados da amostra foram analisadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Um teste t-Student para amostras independentes foi aplicado para analisar as características dos grupos de estudo no pré-teste. O teste de Bartlett foi utilizado para verificar a esfericidade dos dados. Foi empregada a ANOVA com medidas repetidas nos fatores grupo (GP vs. GPI) e tempo (pré vs. pós-teste), seguida do post hoc de Bonferroni com ajustamento de dados para identificar as possíveis diferenças nas variáveis de estudo intra e intergrupos. Para as variáveis ordinais, foi empregado o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn para identificar as possíveis diferenças. O tamanho do efeito ( $d$ ) foi calculado para a análise da magnitude do efeito. Foi utilizado para interpretação:  $<0,2$ : fraco;  $0,2-0,79$ : moderado;  $\geq 0,8$ : forte (COHEN, 1988). O valor de  $p < 0,05$  foi adotado para a significância estatística.

### **Resultados**

Das 56 voluntárias interessadas, 27 foram excluídas por não atenderem aos critérios de inclusão ( $n = 14$ ) ou por outros motivos ( $n = 13$ ). Assim, 29 foram randomizadas por sorteio simples no GP ( $n = 14$ ) ou no GPI ( $n = 15$ ). Três participantes do GP e três participantes do GPI abandonaram o estudo por motivos pessoais. Além disso, uma participante do GPI foi excluída por faltar mais de 25% das aulas. Por fim, foram analisadas 22 participantes, 11 no GP e 11 no GPI (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma do processo de seleção de amostras.

A tabela 1 exibe as características descritivas dos grupos (GP e GPI) no momento inicial. Os grupos apresentaram características semelhantes, sem diferença significativa entre os grupos no pré-teste.

**Tabela 1.** Características descritivas dos grupos na linha de base (Média  $\pm$  DP).

Variáveis	GP (n=11)	GPI (n=11)	Valor-p
Idade (anos)	57,18 $\pm$ 10	61,45 $\pm$ 7,54	0,271
Massa corporal (kg)	67,32 $\pm$ 11,03	73,22 $\pm$ 13,25	0,270
Estatura (m)	1,56 $\pm$ 0,07	1,59 $\pm$ 0,13	0,438
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,65 $\pm$ 3,66	29,04 $\pm$ 5,66	0,503
Estradiol (pg/mL)	19,35 $\pm$ 11,36	19,69 $\pm$ 18,22	0,958

DP: desvio padrão; GP: grupo do método Pilates sem acessórios; GPI: grupo do método Pilates com acessórios; IMC: índice de massa corporal; Valor-p: teste t-Student independente.

A tabela 2 mostra as comparações intra e intergrupos dos resultados nos momentos pré- e pós-intervenção. Nas comparações intragrupos, tanto o GP quanto

o GPI apresentaram níveis significativamente mais baixos de percepção de dor lombar (GP,  $p < 0,001$ ; GPI,  $p = 0,002$ ) e incapacidade funcional lombar (GP,  $p = 0,001$ ; GPI,  $p = 0,005$ ) após as intervenções. O forte tamanho do efeito ( $d > 0,8$ ) encontrado no GP e no GPI, na percepção de dor lombar, e no GP, na incapacidade funcional da lombar, demonstra a magnitude dos resultados obtidos após a intervenção.

**Tabela 2.** Análise dos resultados pré- e pós-intervenção (Média  $\pm$  DP).

Variáveis	GP-pré	GP-pós	<i>d</i>	GPI-pré	GPI-pós	<i>d</i>
EVA (score)	7,12 $\pm$ 2,64	3,48 $\pm$ 2,77*	1,38	6,75 $\pm$ 2	3,68 $\pm$ 2,02*	1,53
RMQ (score)	13,18 $\pm$ 5,71	6,55 $\pm$ 5,8*	1,16	13,82 $\pm$ 6,93	8,55 $\pm$ 5,48*	0,76
ETC (score)	42,55 $\pm$ 7,7	38,27 $\pm$ 5,85	0,55	40,18 $\pm$ 8,83	36,27 $\pm$ 6,03	0,44
Abd (score)	3,55 $\pm$ 1,21	4 $\pm$ 1,41	0,37	3,27 $\pm$ 1,27	4,09 $\pm$ 1,14*	0,64
Lomb (score)	3,09 $\pm$ 0,54	3,82 $\pm$ 1,08*	1,35	3,18 $\pm$ 0,75	3,91 $\pm$ 0,83*	0,97
Cortisol (mcg/dL)	10,81 $\pm$ 4	9,03 $\pm$ 2,02	0,45	10,77 $\pm$ 3,49	9,96 $\pm$ 2,82	0,23
CK (U/L)	114,18 $\pm$ 44,85	87 $\pm$ 24,76	0,61	111,82 $\pm$ 46,44	67,36 $\pm$ 15,95*#	0,96
IGF-1 (ng/mL)	116,36 $\pm$ 29,02	123,64 $\pm$ 60,31	0,25	118,09 $\pm$ 29,06	163,82 $\pm$ 56,22*	1,57
IGFBP-3 (ug/mL)	4,05 $\pm$ 1,13	3,86 $\pm$ 0,93	0,17	4,34 $\pm$ 1,23	3,91 $\pm$ 1,03*	0,35
Razão (IGF-1/IGFBP-3)	29,24 $\pm$ 5,8	31,2 $\pm$ 10,42	0,34	28,01 $\pm$ 6,58	44,11 $\pm$ 17,15*#	2,45

DP: desvio padrão; GP: grupo do método Pilates sem acessórios; GPI: grupo do método Pilates com acessórios; EVA: escala visual analógica de dor; RMQ: questionário Roland-Morris; ETC: escala de tampa de cinesiofobia; CK: creatina quinase; IGF-1: fator de crescimento insulina símile-1; IGFBP-3: proteína de ligação semelhante à insulina-3; Abd: força abdominal; Lomb: força lombar; *d*: tamanho do efeito; \*  $p < 0,05$ , pré vs. pós-intervenção; #  $p < 0,05$ , GPI-pós vs. GP-pós.

Houve um aumento significativo da força abdominal no GPI ( $p = 0,034$ ) após o período de treinamento. Ambas as intervenções (com e sem acessórios) aumentaram significativamente a força lombar (GP,  $p = 0,006$ ; GPI,  $p = 0,006$ ) das participantes com um tamanho de efeito forte, o que reforça os resultados encontrados na presente pesquisa. No GPI, houve uma diminuição significativa nos níveis de CK ( $p = 0,004$ ) e aumentos significativos nos níveis de IGF-1 ( $p = 0,007$ ) e na razão IGF-1/IGFBP-3 ( $p = 0,002$ ), com forte tamanho de efeito, após a intervenção. Isso realça os resultados encontrados no presente estudo. O GPI também apresentou um aumento significativo no nível de IGFBP-3 ( $p = 0,037$ ), com um tamanho de efeito moderado ( $0,2 < d < 0,79$ ) no pós-teste.

Na comparação intergrupos, foi observada uma diminuição significativa nos níveis de CK ( $p = 0,039$ ) e aumento significativo na razão IGF-1/IGFBP-3 ( $p = 0,045$ ) no

GPI quando comparado ao GP no pós-teste. Não foram encontradas diferenças significativas no escore de cinesiofobia e nos níveis séricos de cortisol nas comparações intra e intergrupos após a intervenção.

## **Discussão**

Os resultados do presente estudo mostraram que ambos os grupos (GP e GPI) obtiveram reduções significantes na percepção de dor e incapacidade funcional lombar, além de aumento na força lombar no pós-teste. Adicionalmente, o GPI mostrou incremento nos níveis de IGF-1, IGFBP-3, na razão IGF-1/IGFBP-3 e na força abdominal e redução significativa nos níveis de CK após a intervenção. Dessa forma, o treinamento com o método Pilates com implementos resultou em mudanças positivas nas mulheres na pós-menopausa com dor lombar quando comparado ao método Pilates sem implementos nas variáveis IGF-1, IGFBP-3, razão IGF-1/IGFBP-3 e CK. Em contrapartida, as intervenções propostas nesse estudo não afetaram a cinesiofobia nem os níveis de cortisol nas participantes.

A redução na intensidade da percepção de dor lombar no GP e no GPI, entre os momentos pré- e pós-teste, correspondeu a 3,64 e 3,07 pontos, respectivamente. Isso demonstra que as participantes de ambos os grupos podem ser consideradas como minimamente melhoradas (MCID  $\geq$  3 pontos) (LEE et al., 2003). No que se refere à incapacidade funcional lombar, ambos os grupos apresentaram, no momento inicial, valores próximos à incapacidade significativa (14 pontos). Após a intervenção, houve decréscimos de 6,63 e de 5,27 no GP e no GPI, respectivamente. Assim sendo, ambos os grupos obtiveram resultados acima do ponto de corte de melhora clínica, o que significa que alcançaram mudança mínima detectável nessa variável (MDC  $>$  4,87) (MONTICONE et al., 2012) e concluíram a intervenção com níveis de incapacidade abaixo do escore médio (11,4) (NUSBAUM et al., 2001).

Uma metanálise (LIM et al., 2011) sobre a eficácia do método Pilates no tratamento da dor lombar crônica inespecífica mostrou que esse método pode reduzir a dor em comparação com intervenção mínima (como massagem terapêutica), mas não foram observadas melhorias na incapacidade funcional lombar. Ao comparar o método Pilates a outros tipos de intervenções, não foram encontradas reduções significativas na dor ou na incapacidade (LIM et al., 2011).

Todavia, esses resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que a maioria dos estudos ( $n = 7$  ECR) analisados apresentou sérias limitações metodológicas.

Os resultados da percepção de dor e incapacidade funcional lombar do presente estudo estão de acordo com os achados de Lima et al. (2018), que utilizaram os mesmos instrumentos para analisar essas duas variáveis. Os autores submeteram indivíduos (idade:  $32,63 \pm 8,55$  anos) com dor e incapacidade funcional lombar a um programa de exercício físico focado no fortalecimento dos músculos flexores, extensores, flexores laterais e rotadores da coluna vertebral, estabilizadores do quadril e membros inferiores e exercícios de equilíbrio para desenvolver o mecanismo antecipatório de estabilização (10 semanas, 2x/sem, 50 min/sessão) com e sem o uso de uma bola suíça. Após a intervenção, houve reduções significativas na percepção da intensidade da dor ( $p = 0,014$ ) e da incapacidade funcional da coluna lombar ( $p = 0,011$ ) (LIMA et al., 2018).

Outro estudo que também aplicou o RMQ em mulheres com dor lombar inespecífica verificou redução da incapacidade funcional lombar após oito semanas (3x/sem, 60 min/sessão) de atividades de Pilates ( $n = 37$ ) quando comparadas a exercícios de fortalecimento do tronco ( $n = 36$ ) e ao grupo controle ( $n = 28$ ) ( $p < 0,05$ ) (KOFOTOLIS et al., 2016). Rydeard et al. (2006) encontraram redução na incapacidade funcional após 4 semanas de intervenção com o método Pilates. Apesar de resultados semelhantes, o presente estudo realizou a intervenção duas vezes por semana ao invés de três vezes por semana. É possível que tais benefícios tenham sido observados com maior ênfase no método Pilates devido ao trabalho de centralização, também conhecido como *powerhouse* (core ou núcleo). Os principais músculos que constituem esse complexo lombopélvico-quadril são o transverso do abdome, multífidos, músculos do assoalho pélvico e diafragma, assim como os oblíquos internos e externos, glúteo e quadrado lombar (ISACOWITZ; CLIPPINGER, 2011; MUSCULINO; CIPRIANI, 2004). A natureza inerente desses limites musculares produz um efeito de estabilização na coluna vertebral (BLIVEN; ANDERSON, 2012), o que pode ter contribuído para uma redução clinicamente importante na intensidade da dor e na incapacidade funcional lombar observada no presente estudo, assim como no aumento da força muscular.

A redução da secreção de IGF-1 e do IGFBP-3 decorrente do envelhecimento pode estar associada à perda de massa magra e força muscular (CAPPOLA et al.,



2001; HA; SON, 2018). O IGF-1 é um polipeptídeo que pode atuar de forma endócrina, parácrina e autócrina, influenciando a proliferação celular em diversos tecidos (CLIFFORD, POLLAK, 1990). O IGF-1 encontra-se ligado a proteínas carreadoras, as quais apresentam, principalmente, as funções de aumentar a meia-vida da proteína e potencializar a sua ação. A proteína 3 ligante do IGF (IGFBP-3) é a proteína ligadora mais importante, fazendo complexos com 90% do IGF-1 circulante (PARDINI, 2015). Apesar do IGF-1 tender a declinar com o avançar da idade, participar de treinamento físico, principalmente com intensidade mais elevada, pode desenvolver hipertrofia das fibras musculares esqueléticas em função do aumento da produção de IGF-1 (RUBIN et al., 2005). Portanto, os níveis séricos basais de IGF-1 podem influenciar a força muscular em idosos (VALE et al., 2017). O IGFBP-3 e a razão IGF-1/IGFBP3 analisados no presente estudo aumentaram significativamente no GPI. Essa relação pode expressar IGF-1 livre, com maior probabilidade de atingir as células musculares (STEWART et al., 1996), possivelmente explicando os resultados obtidos no presente estudo. Também pode expressar a relação estrita entre o IGF-1 e os ganhos de força muscular (CAPPOLA et al., 2001; TAVARES et al., 2017) induzidos pela maior contribuição do IGF-1 livre, o que pode melhorar a massa magra. É importante ressaltar que o GPI utilizou bandas elásticas de tensão progressiva, o que aumenta a intensidade do trabalho fisiológico realizado. Isso pode explicar os ganhos obtidos neste grupo quando comparado ao GP.

Assim como no presente estudo, outros ECR (ORSATTI et al., 2008; VALE et al., 2009; VALE et al., 2017) encontraram um aumento significativo nos níveis de IGF-1 e força muscular em idosas ou em mulheres na pós-menopausa submetidas ao treinamento resistido. As intervenções tiveram duração de 12 a 16 semanas (3x/sem). Assim, pode-se observar que exercícios de força com intensidades de moderada a elevada por oito semanas ou mais, com frequência semanal igual a dois ou três dias, são suficientes para proporcionar benefícios significativos em mulheres na pós-menopausa em termos de força muscular e IGF-1.

Desse modo, uma explicação possível para o efeito maior encontrado nas participantes alocadas no GPI pode ter sido a utilização dos implementos elásticos, que configuraram um aumento na intensidade do treino quando comparado aos exercícios sem acessórios. De acordo com uma metanálise conduzida por Martins et al. (2013), programas de treinamento com resistência elástica progressiva

apresentam eficiência no desenvolvimento da força muscular, inclusive em indivíduos com alguma incapacidade funcional. Por conseguinte, é possível que esse tipo de treinamento tenha influenciado os níveis de IGF-1, IGFBP-3 e de força das participantes do presente estudo, principalmente na força abdominal e dos músculos extensores da coluna vertebral (tabela 2).

Embora o presente estudo tenha apresentado a hipótese de que as participantes submetidas às intervenções apresentariam redução na cinesiofobia, não foi observada mudança significativa nessa variável em nenhum dos grupos. Miyamoto et al. (2013) analisaram a cinesiofobia após 6 semanas de treinamento e também não encontraram redução significativa. Nesse estudo, os participantes (36 mulheres, 7 homens; idade:  $40,7 \pm 11,8$  anos) realizaram o método Pilates e receberam um livreto educacional com recomendações sobre postura e movimentos envolvidos nas atividades da vida diária. Outro estudo (SORENSEN et al., 2010) comparou a eficácia de uma intervenção educacional e treinamento físico em pacientes com dor lombar crônica e verificou que o grupo de intervenção educacional obteve maior redução na cinesiofobia, ou seja, modificaram as crenças relacionadas ao medo do movimento. Destarte, as crenças e expectativas são importantes para uma recuperação satisfatória e redução da dor nas costas (BUNZLI et al., 2017; MAIN et al., 2010). As altas expectativas e preferências contribuem para uma melhor resposta ao tratamento, pois aumentam a adesão, a motivação e a satisfação com o tratamento (MAIN et al., 2010).

O cortisol foi outra variável analisada no presente estudo. Esta substância é gerada pela ativação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA) em condições dolorosas crônicas, como a dor lombar crônica, ou como resultado da presença de agentes estressores, como os exercícios físicos. Além disso, é relatado que o cortisol modula a dor através do sistema inibitório descendente em condições de dor crônica (PAUNGMALI et al., 2018). O cortisol é liberado pelo córtex adrenal após estresse fisiológico e psicológico. A faixa de níveis de cortisol no presente estudo estava dentro da faixa normal (matutino, entre 7 às 9 horas: 5,3 a 22,5 mcg/dL) (PARDINI, 2015). A liberação excessiva de cortisol tem um efeito negativo no músculo, na função das células imunes e no metabolismo. Ademais, a liberação de cortisol acima da faixa normal é contraproducente para o reparo e a remodelação ideais dos tecidos. O exercício é um estimulante primário para a liberação do cortisol. Protocolos de exercícios com demandas anaeróbicas intensas aumentam o

cortisol (PAUNGMALI et al., 2018). Os resultados do presente estudo não apresentaram alteração significativa nos níveis séricos de cortisol. Assim como na presente pesquisa, Paungmali et al. (2018), que investigaram indivíduos com dor lombar crônica após treinamento com exercícios de estabilização do core em um equipamento de Pilates, e Vale et al. (2009), que analisaram mulheres idosas submetidas a treinamento resistido, não encontraram alterações significantes nos níveis de cortisol.

A CK é uma enzima encontrada predominantemente nos músculos que pode estar associada a danos no aparelho músculo-tendíneo. Portanto, a atividade sérica de CK pode ser um marcador bioquímico indireto para detecção de dano muscular (PASCHALIS et al., 2005). A intervenção com método Pilates utilizando implementos, do presente estudo, foi mais eficiente em reduzir os níveis de CK quando comparada ao método sem o uso de implementos.

Um ponto do presente estudo que pode ser ressaltado é que a intervenção utilizada apresenta a vantagem de ser acessível e agradável ao público em geral, apresentando-se como favorável para desenvolver o condicionamento físico, principalmente por não requerer equipamentos espaçosos e pela viabilidade de ser inserida dentro de uma rotina de um programa de exercícios (KLOUBEC, 2010). Todavia, uma limitação do presente estudo foi não ter avaliado o hormônio do crescimento (*growth hormone* – GH), por ser pulsátil. A análise do GH poderia gerar mais informações sobre os efeitos dos exercícios de isometria e força muscular aliados aos princípios do método Pilates no comportamento do IGF-1 em mulheres na pós-menopausa. Outra limitação deste estudo foi a ausência de informações sobre a alimentação, o estresse, a ansiedade, o estado psicológico e a qualidade e quantidade de sono das participantes, uma vez que essas variáveis podem interferir sobre os níveis hormonais, como os níveis de cortisol, e na intensidade da dor dos indivíduos (GERHART et al., 2017).

## **Conclusão**

Ambos os métodos de intervenção com o método Pilates realizados duas vezes por semana, por oito semanas, se mostraram eficientes para a redução na percepção de dor lombar e incapacidade funcional lombar e aumento na força muscular dos músculos eretores da coluna vertebral. O grupo que utilizou banda

elástica e mini band como acessórios apresentou aumento de níveis séricos basais de IGF-1, IGFBP-3, na razão IGF-1/IGFBP-3 e na força abdominal e redução nos níveis de CK após a intervenção, principalmente em relação aos resultados intergrupos.

Portanto, ambos os métodos obtiveram resultados satisfatórios e podem ser recomendados como exercício alternativo para programas de treinamento que enfatizam a saúde das mulheres na pós-menopausa que sofrem com dor e incapacidade funcional lombar. Isso fortalece a importância da prática do exercício físico regular para mulheres na pós-menopausa, como forma de manutenção da saúde da coluna vertebral. Novos estudos com diferentes variáveis de desempenho e saúde, como o nível de estresse e ansiedade e a qualidade e quantidade de sono, e com outros tipos de intervenção, como de alongamento e reeducação postural global (RPG), são recomendados.

## Referências

- ARAÚJO-GOMES, R. C.; VALENTE-SANTOS, M.; VALE, R. G. S.; DRIGO, A. J.; BORBA-PINHEIRO, C. J. Effects of resistance training, tai chi chuan and mat pilates on multiple health variables in postmenopausal women. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 14, n. 1, p. 122-139, 2019.
- BARKER, A. L.; BIRD, M. L.; TALEVSKI, J. Effect of Pilates exercise for improving balance in older adults: a systematic review with meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 96, n. 4, p. 715-723, 2015.
- BLIVEN, K. C. H.; ANDERSON, B. E. Core stability training for injury prevention. **Sports Health**, v. 5, n. 6, p. 514-522, 2013.
- BLUM, C. L. Chiropractic and Pilates therapy for the treatment of adult scoliosis. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 25, n. 4, p. E3, 2002.
- BORBA-PINHEIRO, C. J.; DANTAS, E. H. M.; VALE, R. G. S.; DRIGO, A. J.; CARVALHO, M. C. G. A.; TONINI, T.; MEZA, E. I. A.; FIGUEIREDO, N. M. A. Resistance training programs on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: A randomized controlled trial. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 65, p. 36-44, 2016a.
- BORBA-PINHEIRO, C. J.; DANTAS, E. H. M.; VALE, R. G. S.; DRIGO, A. J.; CARVALHO, M. C. G. A.; TONINI, T.; MEZA, E. I. A.; FIGUEIREDO, N. M. A. Adapted combat sports on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: a clinical trial study. **Archives of Budo**, v. 12, p. 187-199, 2016b.

BUNZLI, S.; SMITH, A.; SCHÜTZE, R.; LIN, I.; O'SULLIVAN, P. Making sense of low back pain and pain-related fear. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 47, n. 9, p. 628-636, 2017.

BYRNES, K.; WU, P. J.; WHILLIER, S. Is Pilates an effective rehabilitation tool? A systematic review. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 22, n. 1, p. 192-202, 2018.

CAMPOS, R. R.; DIAS, J. M.; PEREIRA, L. M.; OBARA, K.; BARRETO, M. S.; SILVA, M. F. et al. Effect of the Pilates method on physical conditioning of healthy subjects: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 7-8, p. 864-873, 2016.

CAPPOLA, A. R.; BANDEEN-ROCHE, K.; WAND, G. S.; VOLPATO, S.; FRIED, L. P. Association of IGF-I levels with muscle strength and mobility in older women. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 86, n. 9, p. 4139-4146, 2001.

CASTRO, J. B. P.; AGUIAR, R. S.; VENTURINI, G. R. O.; SANTOS, A. O. B.; SILVA, G. P.; LIMA, T. P.; PRINCIPE, V. A.; VALE, R. G. S. The effects of physical exercise on insulin-like growth factor I in older women: a systematic review. **JEPonline**, v. 22, n. 7, p. 88-99, 2019.

CASTRO, J. B. P.; LIMA, V. P.; SANTOS, A. O. B.; SILVA, G. C. P. S. M.; OLIVEIRA, J. G. M.; SILVA, J. N. L.; VALE, R. G. S. Correlation analysis between biochemical markers, pain perception, low back functional disability, and muscle strength in postmenopausal women with low back pain. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 20, n. 1, p. 24-30, 2020.

CHOU, R.; QASEEM, A.; SNOW, V.; CASEY, D.; CROSS JUNIOR, T.; SHEKELLE, P. et al. Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. **Annals of Internal Medicine**, v. 147, n. 7, p. 478-491, 2007.

CLIFFORD, J. R.; POLLAK, M. Circulating IGF-1: New perspectives for a new century. **Trends in Endocrinology and Metabolism**, v. 10, n. 4, p. 136-141, 1999.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.

COSTA, M. G.; DANTAS, E. H. M.; MARQUES, M. B.; NOVAES, J. S. Subjective exertion perception. Perceived exertion classification: face scale utilization proposal. **Fitness & Performance Journal**, v. 3, n. 6, p. 305-313, 2004.

CROMBEZ, G.; VLAEYEN, J. W.; HEUTS, P. H.; LYSSENS, R. Pain-related fear is more disabling than pain itself: evidence on the role of pain-related fear in chronic back pain disability. **Pain**, v. 80, p. 329-339, 1999.

CRUZ-FERREIRA, A.; FERNANDES, J.; LARANJO, L.; BERNARDO, L. M.; SILVA, A. A. Systematic review of the effects of Pilates method of exercise in healthy people. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 92, n. 12, p. 2071-2081, 2011.

DAL BEM, B. M.; TAVARES, D. I.; VENDRUSCULO, A. P. Efeito do Método Pilates na dor lombar: revisão integrativa. **ConScientiae Saúde**, v. 18, n. 1, p. 133-140, 2019.

FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. Relationship between physical exercise, muscle damage and delayed-onset muscle soreness. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.

FRIEDRICH, N.; HARING, R.; NAUCK, M.; LÜDEMANN, J.; ROSSKOPF, D.; SPILCKE-LISS, E. et al. Mortality and serum insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF binding protein 3 concentrations. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 94, n. 5, p. 1732-1739, 2009.

GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 392, n. 10159, p. 1789-1858, 2018.

GERHART, J. I.; BURNS, J. W.; POST, K. M.; SMITH, D. A.; PORTER, L. S.; BURGESS, H. J. et al. Relationships between sleep quality and pain-related factors for people with chronic low back pain: tests of reciprocal and time of day effects. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 51, n. 3, p. 365-375, 2017.

HA, M. S.; SON, W. M. Combined exercise is a modality for improving insulin resistance and aging-related hormone biomarkers in elderly Korean women. **Experimental Gerontology**, v. 114, p. 13-18, 2018.

HARTVIGSEN, J.; HANCOCK, M. J.; KONGSTED, A.; LOUW, Q.; FERREIRA, M. L.; GENEVAY, S., et al. What low back pain is and why we need to pay attention. **The Lancet**, v. 391, n. 10137, p. 2356-2367, 2018.

HELLER, G. Z.; MANUGUERRA, M.; CHOW, R. How to analyze the Visual Analogue Scale: Myths, truths and clinical relevance. **Scandinavian Journal of Pain**, v. 13, p. 67-75, 2016.

HODGES, P. W.; RICHARDSON, C. A. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. **Spine**, v. 21, n. 22, p. 2640-2650, 1996.

HOY, D.; MARCH, L.; BROOKS, P.; BLYTH, F.; WOOLF, A.; BAIN, C. et al. The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 73, n. 6, p. 968-974, 2014.

ISACOWITZ, R.; CLIPPINGER, K. **Pilates anatomy**: your illustrated guide to mat work for core stability and balance. United States: Human Kinetics, 2011.

KEY, J. 'The core': understanding it, and retraining its dysfunction. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v.17, n. 4, p. 541-559, 2013.

KLOUBEC, J. A. Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 661-667, 2010.

KNOX, M. F.; CHIPCHASE, L. S.; SCHABRUN, S. M.; ROMERO, R. J.; MARSHALL, P. W. M. Anticipatory and compensatory postural adjustments in people with low back pain: a systematic review and meta-analysis. **Spine**, v. 18, n. 10, p. 1934-1949, 2018.

KOFOTOLIS, N.; KELLIS, E.; VLACHOPOULOS, S.; GOUITAS, I.; THEODORAKIS, Y. Effects of Pilates and trunk strengthening exercises on health-related quality of life in women with chronic low back pain. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 29, n. 4, p. 649-659, 2016.

LEE, J. S.; HOB DEN, E.; STIELL, I. G.; WELLS, G. A. Clinically important change in the visual analog scale after adequate pain control. **Academic Emergency Medicine**, v. 10, n. 10, p. 1128-1130, 2003.

LIMA, V. P.; NUNES, R. A. M.; SILVA, J. B.; PAZ, G. A.; JESUS, M.; CASTRO, J. B. P.; DANTAS, E. H. M.; VALE, R. G. S. Pain perception and low back pain functional disability after a 10-week core and mobility training program: a pilot study. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 31, n. 4, p. 637-643, 2018.

LIM, E. C.; POH, R. L.; LOW, A. Y.; WONG, W. P. Effects of Pilates-based exercises on pain and disability in individuals with persistent nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 41, n. 2, p. 70-80, 2011.

LOU, C.; CHEN, H.; MEI, L.; YU, W.; ZHU, K.; LIU, F. et al. Association between menopause and lumbar disc degeneration: an MRI study of 1,566 women and 1,382 men. **Menopause**, v. 24, n. 10, p. 1136-1144, 2017.

LUZ JÚNIOR, M. A., COSTA, L. O.; FUHRO, F. F.; MANZONI, A. C.; OLIVEIRA, N. T.; CABRAL, C. M. Effectiveness of mat Pilates or equipment-based Pilates in patients with chronic non-specific low back pain: a protocol of a randomised controlled trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 14, p. 16, 2013.

MAGEE, D. J.; SUEKI, D. **Manual para avaliação musculoesquelética**. São Paulo: Elsevier, 2012.

MAIN, C. J.; FOSTER, N.; BUCHBINDER, R. How important are back pain beliefs and expectations for satisfactory recovery from back pain? **Best Practice & Research: Clinical Rheumatology**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2010.

MARFELL-JONES, M.; STEWART, A. D.; RIDDER, J. H. **International standards for anthropometric assessment**. Wellington, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2012.

MARTINS, W. R.; OLIVEIRA, R. J.; CARVALHO, R. S.; DAMASCENO, V. O.; SILVA, V. Z. M.; SILVA, M. S. Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 57, n. 1, p. 8-15, 2013.

McGILL, S. **Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation**. 3. ed. United States: Human Kinetics, 2015.

MIYAMOTO, G. C.; COSTA, L. O. P.; GALVANIN, T.; CABRAL, C. M. N. Efficacy of the addition of modified Pilates exercises to a minimal intervention in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. **Physical Therapy**, v. 93, n. 3, p. 310-320, 2013.

MONTICONE, M.; BAIARDI, P.; VANTI, C.; FERRARI, S.; PILLASTRINI, P.; MUGNAI, R.; FOTI, C. Responsiveness of the Oswestry Disability Index and the Roland Morris Disability Questionnaire in Italian subjects with sub-acute and chronic low back pain. **European Spine Journal**, v. 21, n. 1, p. 122-129, 2012.

MUSCULINO, J. E.; CIPRIANI, S. Pilates and the “powerhouse”- I. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 8, n. 1, p. 15-24, 2004.

NATOUR, J.; CAZOTTI, L. D. A.; RIBEIRO, L. H.; BAPTISTA, A. S.; JONES, A. Pilates improves pain, function and quality of life in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, v. 29, n. 1, p. 59-68, 2015.

NUSBAUM, I.; NATOUR, J.; FERRAZ, M. B.; GOLDENBERG, J. Translation, adaption and validation of the Roland-Morris questionnaire – Brazil Roland-Morris. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 34, n. 2, p. 203-210, 2001.

ORSATTI, F. L.; NAHAS, E. A.; MAESTA, N.; NAHAS-NETO, J.; BURINI, R. C. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. **Maturitas**, v. 59, n. 4, p. 394-404, 2008.

O’SULLIVAN, K.; O’SULLIVAN, P. B.; O’KEEFFE, M. The Lancet series on low back pain: reflections and clinical implications. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 7, p. 392-393, 2019.

PARDINI, H. **Manual de exames**. Belo Horizonte: Hermes Pardini, 2015.

PASCHALIS, V.; KOUTEDAKIS, Y.; JAMURTAS, A. Z.; MOUGIOS, V.; BALZPOPOULOS, V. Equal volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 184-188, 2005.



PAUNGMALI, A.; JOSEPH, L. H.; PUNTUREE, K.; SITILERTPISAN, P.; PIRUNSAN, U.; UTHAIKHUP, S. Immediate effects of core stabilization exercise on  $\beta$ -endorphin and cortisol levels among patients with chronic nonspecific low back pain: a randomized crossover design. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 41, n. 3, p. 181-188, 2018.

PAZ, G. A.; LIMA, V. P.; MIRANDA, H.; OLIVEIRA, C. G.; DANTAS, E. H. M. Atividade eletromiográfica dos músculos extensores do tronco durante exercícios de estabilização lumbar do método Pilates. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 7, n. 2, p. 72-77, 2014.

PILATES, J. H.; MILLER, W. J. **Return to life through Contrology**. Boston, USA: The Christopher Publishing House, 1960.

PINGEL, J.; LANGBERG, H.; SKOVGÅRD, D.; KOSKINEN, S.; FLYVBJERG, A.; FRYSTYK, J. et al. Effects of transdermal estrogen on collagen turnover at rest and in response to exercise in postmenopausal women. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 7, p. 1040-1047, 2012.

PUCCI, G. C.; NEVES, E. B.; SAAVEDRA, F. J. F. Effect of Pilates method on physical fitness related to health in the elderly: a systematic review. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 25, n. 1, p. 76-87, 2019.

RUBIN, M. R.; KRAEMER, W. J.; MARESH, C. M.; VOLEK, J. S.; RATAMESS, N. A.; VANHEEST, J. L. et al. High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 3, p. 395-403, 2005.

RYDEARD, R.; LEGER, A.; SMITH, D. Pilates-based therapeutic exercise: effect on subjects with nonspecific chronic low back pain and functional disability: a randomized controlled trial. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 36, n. 7, p. 472-484, 2006.

SIQUEIRA, F. B.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F.; MAGALHÃES, L. C. Analysis of the psychometric properties of the Brazilian version of the Tampa scale for kinesiophobia. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 19-24, 2007.

SORENSEN, P. H.; BENDIX, T.; MANNICHE, C.; KORSHOLM, L.; LEMVIGH, D.; INDAHL, A. An educational approach based on a noninjury model compared with individual symptom-based physical training in chronic LBP: a pragmatic, randomised trial with a one-year follow-up. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 11, p. 212, 2010.

SOUSA, C. S.; JESUS, F. L. A.; MACHADO, M. B.; FERREIRA, G.; AYRES, I. G. T.; AQUINO, L. M. et al. Lower limb muscle strength in patients with low back pain: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions**, v. 19, n. 1, p. 69-78, 2019.

STEWART, C. E.; ROTWEIN, P. Growth, differentiation, and survival: multiple physiological functions for insulin-like growth factors. **Physiological Reviews**, v. 76, n. 4, p. 1005-1026, 1996.

TAVARES, A. B. W.; SILVA, I. A. S., SILVESTRE, D. H. S.; PINHEIRO, M. F. C.; VAISMAN, M.; CONCEIÇÃO, F. L. Growth hormone and cortisol secretion in the elderly evaluated using the glucagon stimulation test. **Endocrine**, v. 56, p. 317-324, 2017.

VALE, R. G. S.; OLIVEIRA, R. D.; PERNAMBUCO, C. S.; MENESES, Y. P. S. F.; NOVAES, J. S.; ANDRADE, A. F. D. Effects of muscle strength and aerobic training on basal serum levels of IGF-1 and cortisol in elderly women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 49, n. 3, p. 343-347, 2009.

VALE, R. G. S.; FERRÃO, M. L. D.; NUNES, R. A. M.; SILVA, J. B.; NODARI JÚNIOR, R. J.; DANTAS, E. H. M. Muscle strength, GH and IGF-1 in older women submitted to land and aquatic resistance training. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 4, p. 274-279, 2017.

WELLS, C.; KOLT, G. S.; BIALOCERKOWSKI, A. Defining Pilates exercise: a systematic review. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 20, n. 4, p. 253-262, 2012.

## CONCLUSÃO

O objetivo principal da presente tese de doutorado foi analisar os efeitos do método Pilates (sem ou com o uso de acessórios – faixa de Pilates e *mini band*) sobre marcadores bioquímicos (IGF-1, IGFBP-3, cortisol e CK), percepção de dor lombar, incapacidade funcional lombar, cinesiofobia e força muscular (abdominal e lombar) em mulheres na pós-menopausa com lombalgia crônica. Formulou-se a hipótese de que as duas intervenções poderiam gerar melhoras nessas variáveis após 8 semanas de treinamento, com duas sessões semanais.

Primeiramente, procedeu-se uma revisão sistemática da literatura acerca dos efeitos do exercício físico sobre os níveis séricos basais do hormônio IGF-1 em mulheres com mais idade (>60 anos). A quantidade de ensaios clínicos randomizados selecionados foi reduzida, além de apresentarem risco de viés. Adicionalmente, foi observada a necessidade de estudos que abarcassem diferentes tipos de exercícios como intervenção, sobretudo em mulheres na fase da pós-menopausa, quando os efeitos deletérios do envelhecimento começam a ficar mais evidentes, apresentando uma lacuna a ser preenchida.

Nesse sentido, procedeu-se um estudo de correlação entre o estradiol, cortisol, CK, percepção de dor lombar, incapacidade funcional lombar e força muscular abdominal e lombar em mulheres na pós-menopausa com dor e incapacidade funcional lombar. Os resultados apontaram para correlações entre as variáveis estradiol, cortisol, percepção de dor lombar e força muscular lombar. Todavia, sugere-se cautela na interpretação desses dados devido ao tamanho amostral reduzido desse estudo.

A fim de atender ao objetivo principal dessa tese, foi realizado um estudo experimental de intervenção com exercícios baseados nos princípios do método Pilates. As participantes foram randomicamente alocadas em dois grupos que foram submetidos a exercícios equivalentes em termos de movimento e volume de treino, sendo que um grupo recebeu a implementação com acessórios de Pilates com o propósito de aumentar a intensidade do treinamento. As oito semanas de intervenção resultaram em adaptações de força lombar e redução na percepção de dor e incapacidade funcional lombar em ambos os grupos. O grupo que utilizou acessórios obteve melhores respostas sobre os níveis de IGF-1, IGFBP-3, na razão

IGF-1/IGFBP-3 e na força abdominal e redução nos níveis de CK no pós-teste. Desse modo, o grupo que utilizou implementos apresentou mudanças positivas nas mulheres na pós-menopausa com dor crônica e incapacidade funcional lombar. Embora a hipótese tenha apontado para aprimoramentos em todas as variáveis, não houve redução significativa na cinesiofobia nem nos níveis séricos de cortisol das participantes após as intervenções. É possível supor que o tempo das intervenções tenha sido curto para o diagnóstico dessas variáveis. Outra possibilidade é que o nível de cortisol das participantes já esteja em níveis satisfatórios, apresentando-se dentro da faixa de normalidade desse hormônio.

Após a realização dos três estudos, a presente tese pode contribuir para o avanço do conhecimento científico e preenchimento de algumas lacunas acerca de intervenções com exercício físico e variáveis relacionadas à saúde de mulheres pós-menopausadas com quadro crônico de dor lombar. Ademais, o presente estudo aponta que futuras pesquisas devem abranger métodos de orientação e correção de posturas do cotidiano, além de informações acerca da dieta, dos níveis de estresse, ansiedade, estado psicológico, condições socioeconômicas, estilo de vida e qualidade e quantidade de sono, uma vez que essas variáveis podem interferir sobre os níveis hormonais e na saúde dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS

ASLAN, U. B.; CAVLAK, U.; YAGCI, N.; AKDAG, B. Balance performance, aging and falling: a comparative study based on a Turkish sample. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 46, n. 3, p. 283-92, 2008.

ALYOUSEF, B.; CICUTTINI, F. M.; DAVIS, S. R.; BELL, R.; BOTLERO, R.; URQUHART, D. M. Negative beliefs about back pain are associated with persistent, high levels of low back disability in community-based women. **Menopause**, v. 25, n. 9, p. 977-984, 2018.

BARKER, A. L.; TALEVSKI, J.; BOHENSKY, M. A.; BRAND, C. A.; CAMERON, P. A.; MORELLO, R. T. Feasibility of Pilates exercise to decrease falls risk: a pilot randomized controlled trial in community-dwelling older people. **Clinical Rehabilitation**, v. 30, n. 10, p. 984-996, 2016.

BASTOS, C. L. B.; MIRANDA, H.; VALE, R. G. S.; PORTAL, M. N.; GOMES, T. M.; NOVAES, J. S.; WINCHESTER, J. B. Chronic effect of static stretching on strength performance and basal serum IGF-1 levels. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n. 9, p. 2465-2472, 2013.

BEZ, M.; ZHOU, Z.; SHEYN, D.; TAWACKOLI, W.; GIACONI, J. C.; SHAPIRO, G. et al. Molecular pain markers correlate with pH-sensitive MRI signal in a pig model of disc degeneration. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 17363, 2018.

BUSHNELL, M. C.; CEKO, M.; LOW, L. A. Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain. **Nature reviews. Neuroscience**, v. 14, n. 7, p. 502-511, 2013.

CASTRO, J. B. P.; VALE, R. G. S. Insulin-like growth factor I (IGF-1) in older adults: a review. **MOJ Gerontology & Geriatrics**, v. 1, n. 6, p. 175-176, 2017.

CASTRO, J. B. P.; BRUM, R. D. O.; PERNAMBUCO, C. S.; VALE, R. G. S. Análise de correlação entre força muscular, IGF-1 e autonomia funcional em idosas com excesso de peso submetidas a exercícios resistidos aquáticos. **Revista de Investigación en Actividades Acuáticas**, v. 3, n. 5, p. 18-23, 2019a.

CASTRO, J. B. P.; AGUIAR, R. S.; VENTURINI, G. R. O.; SANTOS, A. O. B.; SILVA, G. P.; LIMA, T. P.; PRINCIPE, V. A.; VALE, R. G. S. The effects of physical exercise on insulin-like growth factor I in older women: a systematic review. **Journal of Exercise Physiology online**, v. 22, n. 7, p. 88-99, 2019b.

CASTRO, J. B. P.; LIMA, V. P.; SANTOS, A. O. B.; SILVA, G. C. P. S. M.; OLIVEIRA, J. G. M.; SILVA, J. N. L.; VALE, R. G. S. Correlation analysis between biochemical markers, pain perception, low back functional disability, and muscle strength in postmenopausal women with low back pain. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 20, n. 1, p. 24-30, 2020.

CRAIG, J.; MURRAY, A.; MITCHELL, S.; CLARK, S.; SAUNDERS, L.; BURLEIGH, L. The high cost to health and social care of managing falls in older adults living in the community in Scotland. **Scottish Medical Journal**, v. 58, n. 4, p. 198-203, 2013.

CRUZ, D. T.; RIBEIRO, L. C.; VIEIRA, M. T.; TEIXEIRA, M. T. B.; BASTOS, R. R.; LEITE, I. C. G. Prevalência de quedas e fatores associados em idosos. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, n. 1, p. 138-46, 2012.

CRUZ-DÍAZ, D.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; OSUNA-PÉREZ, M. C.; DE LA TORRE-CRUZ, M. J.; HITTA-CONTRERAS, F. Short- and long-term effects of a six-week clinical Pilates program in addition to physical therapy on postmenopausal women with chronic low back pain: a randomized controlled trial. **Disability and Rehabilitation**, v. 38, n. 13, p. 1300-1308, 2016.

CRUZ-DÍAZ, D.; BERGAMIN, M.; GOBBO, S.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; HITTA-CONTRERAS, F. Comparative effects of 12 weeks of equipment based and mat Pilates in patients with chronic low back pain on pain, function and transversus abdominis activation. A randomized controlled trial. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 33, p. 72-77, 2017.

CYRINO, E. S.; PIMENTEL, G. G. A. **Instrução Normativa nº 01/2017** - PEF - Modelo Escandinavo. Universidade Estadual de Maringá, Universidade Estadual de Londrina, 2017.

DANIEL, F. N. R.; VALE, R. G. S.; GIANI, T. S.; BACELLAR, S.; DANTAS, E. H. M. Functional autonomy of elderly women enrolled in a physical activity program. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 34, n. 3, p. 151-156, 2012.

DANIEL, F. N. R.; VALE, R. G. S.; NODARI JÚNIOR, R. J.; GIANI, T. S.; BACELLAR, S.; BATISTA, L. A.; DANTAS, E. H. M. Equilíbrio estático de mulheres idosas submetidas a um programa de atividade física. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 18, n. 4, p. 735-742, 2015.

ENGERS, P. B.; ROMBALDI, A. J.; PORTELLA, E. G.; SILVA, M. C. The effects of the Pilates method in the elderly: a systematic review. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 56, n. 4, p. 352-365, 2016.

FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. Relationship between physical exercise, muscle damage and delayed-onset muscle soreness. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.

FOSTER, N. E.; ANEMA, J. R.; CHERKI, D.; CHOU, R.; COHEN, S. P.; GROSS, D. P. et al. Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions. **Lancet**, v. 391, n. 10137, p. 2368-2383, 2018.

FRANCISCO, C. O.; FAGUNDES, A. A.; GORGES, B. Effects of Pilates method in elderly people: systematic review of randomized controlled trials. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 19, n. 3, p. 500-508, 2015.

GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **Lancet**, v. 392, n. 10159, p. 1789-1858, 2018.

HARTMANN, U.; MESTER, J. Training and overtraining markers in selected sport events. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 1, p. 209-215, 2000.

HARTVIGSEN, J.; HANCOCK, M. J.; KONGSTED, A.; LOUW, Q.; FERREIRA, M. L.; GENEVAY, S., et al. What low back pain is and why we need to pay attention. **The Lancet**, v. 391, n. 10137, p. 2356-2367, 2018.

HITA-CONTRERAS, F.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; CRUZ-DÍAZ, D.; PÉREZ-LÓPEZ, F. R. Osteosarcopenic obesity and fall prevention strategies. **Maturitas**, v. 80, n. 2, p. 126-132, 2015.

IREZ, G. B.; OZDEMIR, R. A.; EVIN, R.; IREZ, S. G.; KORKUSUZ, F. Integrating Pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 10, n. 1, p. 105-111, 2011.

ISHAK, N. A.; ZAHARI, Z.; JUSTINE, M. Kinesiophobia, pain, muscle functions, and functional performances among older persons with low back pain. **Pain Research and Treatment**, v. 2017, p. 3489617, 2017.

JANSSENS, K. A.; OLDEHINKEL, A. J.; VERHULST, F. C.; HUNFELD, J. A.; ORMEL, J.; ROSMALEN, J. G. Symptom-specific associations between low cortisol responses and functional somatic symptoms: the TRAILS study. **Psychoneuroendocrinology**, v. 37, n. 3, p. 332-340, 2012.

LATEY, P. The Pilates method: history and philosophy. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 5, n. 4, p. 275-82, 2001.

LAZZAROTTI FILHO, A. **O *modus operandi* do campo acadêmico-científico da Educação Física no Brasil**. 2011. 147 f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2011.

LEITE, M. S.; LUCIANO, R. P.; MARTINS, D. E.; WAJCHENBERG, M.; PUERTAS, E. B. Correlação entre as classificações de Pfirrmann e Modic na degeneração do disco intervertebral lombar. **Coluna/Columna**, v. 9, n. 4, p. 401-406, 2010.

LIMA, V. P.; NUNES, R. A. M.; SILVA, J. B.; PAZ, G. A.; JESUS, M.; CASTRO, J. B. P.; DANTAS, E. H. M.; VALE, R. G. S. Pain perception and low back pain functional disability after a 10-week core and mobility training program: a pilot study. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 31, n. 4, p. 637-643, 2018.

LOCKS, R. R.; COSTA, T. C.; KOPPE, S.; YAMAGUTI, A. M.; GARCIA, M. C.; GOMES, A. R. S. Effects of strength and flexibility training on functional performance of healthy older people. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 16, n. 3, p. 184-190, 2012.

LOU, C.; CHEN, H.; MEI, L.; YU, W.; ZHU, K.; LIU, F. et al. Association between menopause and lumbar disc degeneration: an MRI study of 1,566 women and 1,382 men. **Menopause**, v. 24, n. 10, p. 1136-1144, 2017.

MARIANO, E. R.; NAVARRO, F.; SAUAIA, B. A.; OLIVEIRA JUNIOR, M. N. S.; MARQUES, R. F. Força muscular e qualidade de vida em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 16, n. 4, p. 805-811, 2013.

MARINI, M.; BENDINELLI, B.; ASSEDI, M.; OCCHINI, D.; CASTALDO, M.; FABIANO, J. et al. Low back pain in healthy postmenopausal women and the effect of physical activity: A secondary analysis in a randomized trial. **PLoS One**, v. 12, n. 5, p. e0177370, 2017.

MARTINS, W. R.; OLIVEIRA, R. J.; CARVALHO, R. S.; DAMASCENO, V. O.; SILVA, V. Z. M.; SILVA, M. S. Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: a systematic review with meta-analysis. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 57, n. 1, p. 8-15, 2013.

McGILL, S. **Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation**. 3. ed. United States: Human Kinetics, 2015.

MOMSEN, A. M. H.; JENSEN, O. K.; NIELSEN, C. V.; JENSEN, C. Multiple somatic symptoms in employees participating in a randomized controlled trial associated with sickness absence because of nonspecific low back pain. **The Spine Journal**, v. 14, n. 12, p. 2868-2876, 2014.

MUIR, S. W.; GOPAUL, K.; ODASSO, M. M. M. The role of cognitive impairment in fall risk among older adults: a systematic review and meta-analysis. **Age and Ageing**, v.41, n. 3, p. 299-308, 2012.

NASSI-CALÒ, L. Teses e dissertações: prós e contras dos formatos tradicional e alternativo. **SciELO em Perspectiva**, 2016. Disponível em: <<https://blog.scielo.org/blog/2016/08/24/teses-e-dissertacoes-pros-e-contras-dos-formatos-tradicional-e-alternativo/>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

O'SULLIVAN, K.; O'SULLIVAN, P. B.; O'KEEFFE, M. The Lancet series on low back pain: reflections and clinical implications. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 7, p. 392-393, 2019.

PINGEL, J.; LANGBERG, H.; SKOVGÅRD, D.; KOSKINEN, S.; FLYVBJERG, A.; FRYSTYK, J. et al. Effects of transdermal estrogen on collagen turnover at rest and in response to exercise in postmenopausal women. **Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 7, p. 1040-1047, 2012.



PUCCI, G. C.; NEVES, E. B.; SAAVEDRA, F. J. F. Effect of Pilates method on physical fitness related to health in the elderly: a systematic review. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 25, n. 1, p. 76-87, 2019.

ROSA, T. S. M.; MORAES, A. B.; PERIPOLLI, A.; SANTOS FILHA, V. A. V. Perfil epidemiológico de idosos que foram a óbito por queda no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 18, n. 1, p. 59-69, 2015.

SANTOS, F. D. R. P.; MOSER, A. D. L.; BERNARDELLI, R. S. Análise da efetividade do método Pilates na dor lombar: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 23, n. 1, p. 157-163, 2015.

SANTOS, L. T. A.; VALE, R. G. S.; MELLO, D. B.; GIANI, T. S.; DANTAS, E. H. M. Effects of kinesiotherapy on the levels of IGF-1, muscle strength and functional autonomy in older women. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 12, n. 6, p. 451-456, 2010.

SANTOS, L. G.; MADEIRA, K.; LONGEN, W. C. Prevalence of self-reported spinal pain in Brazil: results of the national health research. **Coluna/Columna**, v. 16, n. 3, p. 198-201, 2017.

SCHNEIDER, S.; RANDOLL, D.; BUCHNER, M. Why do women have back pain more than men? A representative prevalence study in the federal republic of Germany. **Clinical Journal of Pain**, v. 22, n. 8, p. 738-747, 2006.

SHERRINGTON, C.; TIEDEMANN, A.; FAIRHALL, N.; CLOSE, J. C. T.; LORD, S. R. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. **New South Wales Public Health Bulletin**, v. 22, n. 3-4, p. 78-83, 2011.

SUDHAUS, S.; FRICKE, B.; STACHON, A.; SCHNEIDER, S.; KLEIN, H.; VON DÜRING, M.; HASENBRING, M. Salivary cortisol and psychological mechanisms in patients with acute versus chronic low back pain. **Psychoneuroendocrinology**, v. 34, n. 4, p. 513-522, 2009.

TAKAHASHI, T. A.; JOHNSON, K. M. Menopause. **Medical Clinics of North America**, v. 99, n. 3, p. 521-534, 2015.

VALE, R. G. S.; NOVAES, J. S.; DANTAS, E. H. M. Effects of strength and flexibility training on autonomy of older women. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 2, p. 33-40, 2005.

VALE, R. G. S.; OLIVEIRA, R. D.; PERNAMBUCO, C. S.; MENESES, Y. P. S. F.; NOVAES, J. S.; ANDRADE, A. F. D. Effects of muscle strength and aerobic training on basal serum levels of IGF-1 and cortisol in elderly women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 49, n. 3, p. 343-347, 2009.


VALE, R. G. S.; RODRIGUES, V. F. Efectos del entrenamiento de fuerza sobre los niveles de IGF-1 y autonomía funcional de adultos mayores. **Revista Ciencias de la Actividad Física UCM**, v. 15, n. 2, p. 35-42, 2014.

VALE, R. G. S.; FERRÃO, M. L. D.; NUNES, R. A. M.; SILVA, J. B.; NODARI JÚNIOR, R. J.; DANTAS, E. H. M. Muscle strength, GH and IGF-1 in older women submitted to land and aquatic resistance training. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 4, p. 274-279, 2017.




VALE, R. G. S.; CASTRO, J. B. P.; MATTOS, R. S.; RODRIGUES, V. F.; OLIVEIRA, F. B.; ROSA, G. et al. Analysis of balance, muscle strength, functional autonomy, and quality of life in elderly women submitted to a strength and walking program. **Journal of Exercise Physiology online**, v. 21, n. 3, p. 13-24, 2018.

YAMATO, T. P.; MAHER, C. G.; SARAGIOTTO, B. T.; HANCOCK, M. J.; OSTELO, R. W.; CABRAL, C. M. et al. Pilates for low back pain: complete republication of a Cochrane Review. **Spine**, v. 41, n. 12, p. 1013-1021, 2016.

## APÊNDICE A – Exercícios da intervenção do GP (1º e 2º ciclos)

<b>Aquecimento</b>	
10 repetições de cada	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cabeça:</b> rotação lateral, flexão lateral, flexão e extensão;</li> <li>• <b>Cintura escapular:</b> Elevação, abdução e adução;</li> <li>• <b>Torácica:</b> flexão, extensão e flexão lateral;</li> <li>• <b>Lombar:</b> flexão e extensão;</li> <li>• <b>Quadril:</b> bacia anterior, posterior e abdução (deslocamento lateral);</li> <li>• <b>Ombro:</b> flexão, extensão, abdução e adução horizontal;</li> <li>• <b>Cotovelo:</b> flexão e extensão;</li> <li>• <b>Joelho:</b> flexão e extensão;</li> <li>• <b>Tornozelo:</b> dorsiflexão e flexão plantar.</li> </ul>	

### Parte principal

Programa de Treinamento – Grupo Pilates Sem Implementos (GP)	
1º e 2º Ciclos	
Exercícios de estabilização lombo-pélvica em decúbito dorsal	
Preservando a lordose (curvatura lombar), dorsiflexão, ventilação, com o ombro em rotação lateral	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com o ombro em flexão de 180º	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com ombro em rotação lateral e joelho e quadril em flexão	

### Exercícios de estabilização lombo-pélvica em decúbito dorsal

Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com ombro em flexão de 180° e joelho em flexão de 45°



### Exercícios de estabilização lombo pélvico em decúbito lateral

Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com abdução estática de quadril unilateral e flexão de ombro



Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com abdução dinâmica de quadril unilateral e flexão de ombro



### Exercícios de estabilização lombo pélvico em quatro apoios

Mão abaixo do ombro e joelho abaixo do quadril, preservando a lordose, dorsiflexão e ventilação



Mão abaixo do ombro, um joelho abaixo do quadril e o outro quadril e joelho em extensão, preservando a lordose, dorsiflexão e ventilação



### Exercícios em decúbito ventral

Extensão do tronco até retirar o esterno do solo, com ombro em rotação externa, preservando a lordose, ventilação e dorsiflexão

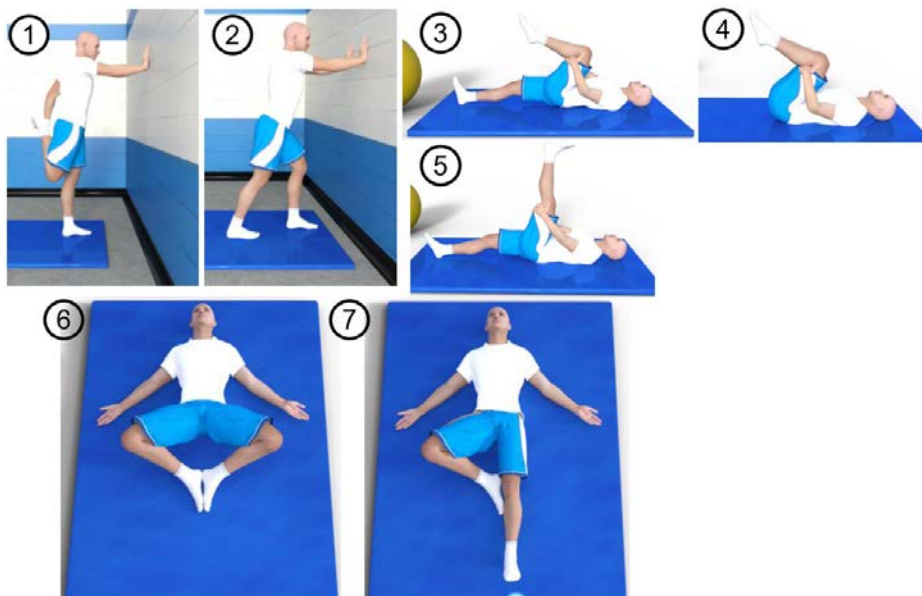


**Exercício em pé**

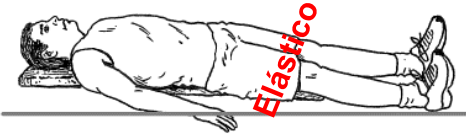




Isometria em posição anatômica, preservando a curvatura lombar e a ventilação, com ativação de glúteos, abdome encolhido

**Volta à calma****Exercícios de alongamento:**

- Quadríceps
- Posterior de coxa
- Panturrilha



## APÊNDICE B – Exercícios da intervenção do GPI (1º e 2º ciclos)

Programa de Treinamento – Grupo Pilates com Implementos (GPI)	
1º e 2º Ciclos	
Exercícios de estabilização lombo-pélvica em decúbito dorsal	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com o ombro em rotação lateral	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com o ombro em flexão de 180º	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com ombro em rotação lateral e joelho e quadril em flexão, com mini band de menor tensão mantendo os quadris em abdução	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com ombro em flexão de 180º, joelho e quadril fletidos, com mini band de menor tensão mantendo os quadris em abdução	
Exercícios de estabilização lombo pélvico em decúbito lateral	
Preservando a curvatura lombar, dorsiflexão e ventilação, com mini band mantendo a abdução do quadril unilateral e flexão de ombro em 180º	

Decúbito lateral, preservando a curvatura lombar, dorsiflexão e ventilação, com mini band, abdução dinâmica de quadril unilateral e flexão de ombro



### Exercícios de estabilização lombo pélvico em quatro apoios

Em quatro apoios, mão abaixo do ombro e joelho abaixo do quadril, preservando a lordose, dorsiflexão e ventilação



Em quatro apoios, mão abaixo do ombro, um joelho abaixo do quadril e o outro quadril e joelho em extensão, preservando a lordose, dorsiflexão e ventilação



### Exercícios em decúbito ventral

Extensão do tronco até retirar o esterno do solo, com ombro em rotação externa, preservando a lordose, ventilação e dorsiflexão, com o bande de Pilates nas mãos passando sobre o dorso para criar força externa com a posição de extensão toracolombar







### Exercícios em pé

Isometria em posição anatômica, preservando a lordose e a ventilação, com ativação de glúteos, abdome encolhido, mantendo essa posição contra a tensão do bande de Pilates fixo sob os pés, com o bande segurado pelas mãos



## APÊNDICE C – Exercícios da intervenção do GP (3º e 4º ciclos)

<b>Parte principal</b>	
<b>Programa de Treinamento – Grupo Pilates Sem Implementos (GP)</b>	
<b>Exercícios de estabilização lombo-pélvica em decúbito dorsal</b>	
<p>Preservar a lordose (curvatura lombar), a dorsiflexão, manter a ventilação, ombros em flexão de 180°</p>	
<p>Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com ombro em rotação lateral, joelho e quadril em flexão, elevação de quadril</p>	
<p>Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com um ombro em flexão de 180° e outro em rotação lateral, quadril em flexão, um joelho em extensão e o outro em flexão</p>	
<b>Exercícios de estabilização lombo pélvico em decúbito lateral</b>	
<p>Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, quadril em abdução, flexão dinâmica unilateral de joelho com flexão e extensão de ombro</p>	



**Exercícios de estabilização lombo pélvico em quatro apoios**

Uma mão abaixo do ombro, outro membro superior com cotovelo em flexão de 90°, joelho abaixo do quadril, preservando a lordose, dorsiflexão e ventilação (estático)



Mão abaixo do ombro, um joelho abaixo do quadril e o outro quadril e joelho em extensão, preservando a lordose, dorsiflexão e ventilação (dinâmico, arrastando o pé no solo)

**Exercícios em decúbito ventral**







Extensão do tronco até retirar o esterno do solo, com ombro em rotação externa, preservando a lordose, ventilação, dorsiflexão, hiperextensão de quadril de um membro inferior com joelho estendido (Estático)

**Exercício em pé**

Isometria em posição anatômica, preservando a lombar e a ventilação, com ativação de glúteos, abdômen encolhido



## APÊNDICE D – Exercícios da intervenção do GPI (3º e 4º ciclos)

<b>Parte principal</b>	
<b>Programa de Treinamento – Grupo Pilates Com Implementos (GPI)</b>	
<b>Exercícios de estabilização lombo-pélvica em decúbito dorsal</b>	
Preservar a lordose (curvatura lombar), a dorsiflexão, manter a ventilação, ombros em flexão de 180°	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com ombro em rotação lateral, joelho e quadril em flexão, elevação de quadril	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, com um ombro em flexão de 180° e outro em rotação lateral, quadril em flexão, um joelho em extensão e o outro em flexão	
<b>Exercícios de estabilização lombo pélvico em decúbito lateral</b>	
Preservando a lordose, dorsiflexão, ventilação, quadril em abdução, flexão dinâmica unilateral de joelho com flexão e extensão de ombro	 
<b>Exercícios de estabilização lombo pélvico em quatro apoios</b>	
Uma mão abaixo do ombro, outro membro superior com cotovelo em flexão de 90°, joelho abaixo do quadril, preservando a lordose, dorsiflexão e ventilação (estático)	

Mão abaixo do ombro, um joelho abaixo do quadril e o outro quadril e joelho em extensão, preservando a lordose, dorsiflexão e ventilação (dinâmico, arrastando o pé no solo)



#### Exercícios em decúbito ventral

Extensão do tronco até retirar o esterno do solo, com ombro em rotação externa, preservando a lordose, ventilação, dorsiflexão, hiperextensão de quadril de um membro inferior com joelho estendido (estático)

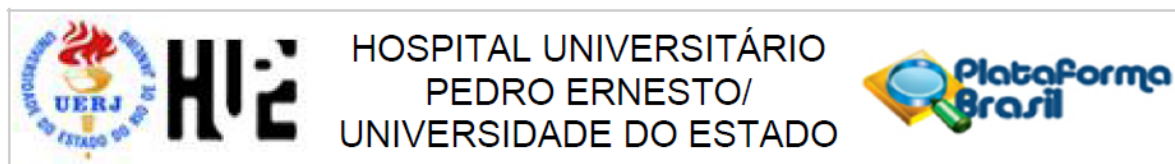


#### Exercícios em pé

Isometria em posição anatômica, preservando a lordose e a ventilação, com ativação de glúteos, abdome encolhido



## ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efeitos do método Pilates sobre o equilíbrio, marcha, quedas e IGF-1 relacionados às atividades da vida diária em idosas

**Pesquisador:** Juliana Brandão Pinto de Castro

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 51323515.9.0000.5259

**Instituição Proponente:** Instituto de Educação Física e Desportos

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.360.167

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_619486.pdf	18/11/2015 19:51:58		Aceito
Outros	DC.jpg	18/11/2015 19:51:18	Juliana Brandão Pinto de Castro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado.pdf	03/11/2015 16:57:23	Juliana Brandão Pinto de Castro	Aceito
Outros	20151103_162726.jpg	03/11/2015 16:50:32	Juliana Brandão Pinto de Castro	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	03/11/2015 16:48:57	Juliana Brandão Pinto de Castro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Juliana_Brandao.pdf	02/11/2015 14:40:03	Juliana Brandão Pinto de Castro	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo

**Bairro:** Vila Isabel

**CEP:** 20.551-030

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2868-8253

**Fax:** (21)2264-0853

**E-mail:** cep-hupe@uerj.br

**ANEXO B – Questionário Roland-Morris**

Quando suas costas doem, você pode sentir dificuldade em fazer algumas atividades que normalmente faz. Esta lista possui algumas frases que as pessoas têm utilizado para se descreverem quando sentem dores nas costas. Quando você ouvir estas frases, pode notar que algumas se destacam por descrever você hoje. Ao ouvir a lista, pense em você hoje. Quando você ouvir uma frase que descreve você hoje, responda sim. Se a frase não descreve você, então responda não e siga para a próxima frase. Lembre-se, responda sim apenas à frase que tiver certeza que descreve você hoje.

1. [ ] Fico em casa a maior parte do tempo por causa de minhas costas.
2. [ ] Mudo de posição frequentemente tentando deixar minhas costas confortáveis.
3. [ ] Ando mais devagar que o habitual por causa de minhas costas.
4. [ ] Por causa de minhas costas eu não estou fazendo nenhum dos meus trabalhos que geralmente faço em casa.
5. [ ] Por causa de minhas costas, eu uso o corrimão para subir escadas.
6. [ ] Por causa de minhas costas, eu me deito para descansar mais frequentemente.
7. [ ] Por causa de minhas costas, eu tenho que me apoiar em alguma coisa para me levantar de uma cadeira normal.
8. [ ] Por causa de minhas costas, tento conseguir com que outras pessoas façam as coisas por mim.
9. [ ] Eu me visto mais lentamente que o habitual por causa de minhas costas.
10. [ ] Eu somente fico em pé por períodos curtos de tempo por causa de minhas costas.
11. [ ] Por causa de minhas costas evito me abaixar ou me ajoelhar.
12. [ ] Encontro dificuldades em me levantar de uma cadeira por causa de minhas costas.
13. [ ] As minhas costas doem quase que o tempo todo.
14. [ ] Tenho dificuldade em me virar na cama por causa das minhas costas.
15. [ ] Meu apetite não é muito bom por causa das dores em minhas costas.
16. [ ] Tenho problemas para colocar minhas meias (ou meia calça) por causa das dores em minhas costas.
17. [ ] Caminho apenas curtas distâncias por causa de minhas dores nas costas.
18. [ ] Não durmo tão bem por causa de minhas costas.
19. [ ] Por causa de minhas dores nas costas, eu me visto com ajuda de outras pessoas.
20. [ ] Fico sentado a maior parte do dia por causa de minhas costas.
21. [ ] Evito trabalhos pesados em casa por causa de minhas costas.
22. [ ] Por causa das dores em minhas costas, fico mais irritada e mal-humorada com as pessoas do que o habitual.
23. [ ] Por causa de minhas costas, eu subo escadas mais vagorosamente do que o habitual.
24. [ ] Fico na cama a maior parte do tempo por causa de minhas costas.

## ANEXO C – Escala tampa para cinesiofobia

Aqui estão algumas coisas que outros pacientes nos contaram sobre a dor que sentiam. Para cada afirmativa, por favor, indique um número de 1 a 4, caso você concorde ou discorde da afirmativa. Primeiro, você vai pensar se concorda ou discorda e, a partir daí, se totalmente ou parcialmente.

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1. Tenho medo de me machucar, se eu fizer exercícios.	1	2	3	4
2. Se eu tentasse superar esse medo, minha dor aumentaria.	1	2	3	4
3. Meu corpo está dizendo que alguma coisa muito errada está acontecendo comigo.	1	2	3	4
4. Minha dor provavelmente seria aliviada se eu fizesse exercício.	1	2	3	4
5. As pessoas não estão levando minha condição médica a sério.	1	2	3	4
6. A lesão colocou meu corpo em risco para o resto da minha vida.	1	2	3	4
7. A dor sempre significa que o meu corpo está machucado.	1	2	3	4
8. Só porque alguma coisa piora a minha dor, não significa que essa coisa é perigosa.	1	2	3	4
9. Tenho medo de que eu possa me machucar acidentalmente.	1	2	3	4
10. A atitude mais segura que posso tomar para prevenir a piora da minha dor é, simplesmente, ser cuidadoso para não fazer nenhum movimento desnecessário.	1	2	3	4
11. Eu não teria tanta dor se algo realmente perigoso não estivesse acontecendo no meu corpo.	1	2	3	4
12. Embora eu sinta dor, estaria melhor se estivesse ativo fisicamente.	1	2	3	4
13. A dor me avisa quando devo parar o exercício para eu não me machucar.	1	2	3	4
14. Não é realmente seguro para uma pessoa, com problemas iguais aos meus, ser ativo fisicamente.	1	2	3	4
15. Não posso fazer todas as coisas que as pessoas normais fazem, pois me machuco facilmente.	1	2	3	4
16. Embora alguma coisa me provoque muita dor, eu não acho que seja, de fato, perigoso.	1	2	3	4
17. Ninguém deveria fazer exercícios, quando está com dor.	1	2	3	4

Fonte: SIQUEIRA et al., 2007, p. 21.