UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ – UENP
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

PÂMELA TEODORO DE OLIVEIRA

EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO DE EXTENSÃO DO JOELHO SOBRE OS PARÂMETROS DA IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA LOCALIZADA EM ADULTOS JOVENS

Jacarezinho
2025

EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO DE EXTENSÃO DO JOELHO SOBRE OS PARÂMETROS DA IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA LOCALIZADA EM ADULTOS JOVENS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador(a): Ezequiel Moreira Gonçalves

Jacarezinho
2025

Ficha catalográfica elaborada por Lidia Orlandini Feriato Andrade, CRB 9/1556, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

Oliveira, Pâmela Teodoro de
O482e Efeito de dois protocolos de exercício de extensão do joelho sobre os parâmetros da impedância bioelétrica localizada em adultos jovens / Pâmela Teodoro de Oliveira; orientador Ezequiel Moreira Gonçalves - Jacarezinho, 2025.
61 p. :il.

Dissertação (Mestrado Acadêmico CMH) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, 2025.

1. Impedância Bioelétrica. 2. Desempenho. 3. Exercício Físico. I. Gonçalves, Ezequiel Moreira, orient. II. Título.

CDD: 796

PÂMELA TEODORO DE OLIVEIRA

EFEITO DE DOIS PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO DE EXTENSÃO DO JOELHO SOBRE OS PARÂMETROS DA IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA LOCALIZADA EM ADULTOS JOVENS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

BANCA EXAMINADORA:

_____
Prof. Dr. Ezequiel Moreira Gonçalves
Universidade Estadual do Norte do Paraná

_____
Prof. Dr. Andreo Fernando Aguiar
Universidade Estadual do Norte do Paraná

_____
Prof. Dr. Alex Silva Ribeiro
Universidade de Coimbra, Portugal

Jacarezinho
2025

Para Jeová Deus, meu Criador, que possibilita todas as obras por meio do seu Espírito Santo;

à minha família que me preenche de amor e apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por me guiar em cada passo desta jornada, dando-me força, sabedoria e resiliência para superar os desafios. Sua presença foi meu alicerce, acolhendo minhas orações e iluminando meu caminho.

À minha família, base incondicional de amor e apoio. Aos meus pais, minha maior inspiração, que, com trabalho árduo e sacrifícios diários, me proporcionaram as condições para chegar até aqui. Seu esforço incansável e dedicação em sustentar nossa família, especialmente durante meus estudos, são a razão de muitas das minhas conquistas. Nada disso seria possível sem a força deles, coragem e fé em mim.

À minha irmã e sobrinhos, que são a minha vida, fonte de amor e alegria. Sempre estão ao meu lado nos momentos desafiadores e nas conquistas, tornando essa caminhada mais leve com palavras de incentivo e compreensão.

Ao meu namorado, cuja presença, mesmo à distância, tornou tudo mais leve e bonito. Seu amor, paciência e apoio constante foram minha fonte de equilíbrio e motivação. A cada palavra de incentivo e carinho, você me fortaleceu e fez com que essa jornada fosse mais especial.

Às minhas irmãs acadêmicas, que compartilharam comigo bons momentos nesse período, especialmente na coleta de dados, as boas risadas e histórias foram essenciais.

Ao meu orientador, que foi muito mais que um guia acadêmico, mas um verdadeiro pai durante esses dois anos. Sua paciência, dedicação e excelência não apenas moldaram minha trajetória científica, mas também me ensinaram sobre empatia e amizade. Sou imensamente grata por cada ensinamento e por acreditar no meu potencial, mesmo quando eu duvidei. Levo seu exemplo comigo.

À CAPES pela bolsa de mestrado, que me permitiu dedicar-se totalmente a essa fase.

Aos participantes deste estudo, pela colaboração que foi essencial para a realização deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui, meu mais sincero e profundo agradecimento.

RESUMO

Introdução: A impedância bioelétrica (BIA) é um método não invasivo amplamente utilizado para avaliar a composição corporal. Recentemente, sua aplicação localizada (L-BIA) tem sido explorada para analisar grupos musculares específicos. **Objetivo:** Investigar o efeito agudo de dois protocolos com diferentes intensidades de exercício resistido de extensão do joelho sobre os parâmetros da L-BIA no músculo quadríceps em adultos jovens, considerando o sexo e o nível de treinamento. **Métodos:** Foram avaliados 40 participantes (28 mulheres e 12 homens), sendo 18 treinados (experiência mínima de 3 meses com treinamento resistido) e 22 não treinados. A composição corporal foi determinada por DXA e a L-BIA foi avaliada nos músculos do quadríceps utilizando dispositivo tetrapolar unifrequência (50 kHz). Após o teste de 1RM, os participantes realizaram dois protocolos de extensão unilateral do joelho (perna direita): (1) 50%1RM (3 séries) e, após 48h, (2) 70%1RM (4 séries), ambos até a falha, com intervalo de 90 segundos entre as séries. A L-BIA foi coletada nos momentos pré, pós, 10min e 20min pós-exercício. Para comparações entre os sexos, foi utilizado o teste t de *Student*. Para as comparações dos parâmetros da BIA considerando sexo e nível de treinamento ao longo dos momentos, a ANOVA para medidas repetidas. **Resultados:** No protocolo 50%1RM, a R-coxa reduziu imediatamente e aos 10min em mulheres, com recuperação aos 20min. Treinados apresentaram queda da R-coxa pós-exercício, com aumento aos 10 e 20min, enquanto não treinados mantiveram reduções nesses tempos. Na Xc-coxa, apenas os homens apresentaram diminuição aos 20min em relação ao baseline e aos pós, sem diferenças entre treinados e não treinados. No AngF-coxa, houve redução aos 20min em ambos os sexos. Treinados mostraram queda aos 10 e 20min, enquanto não treinados apenas aos 20min. No protocolo 70%1RM, a R-coxa diminuiu nas mulheres, recuperando-se aos 20min, enquanto nos homens a redução persistiu. Treinados seguiram o padrão dos homens, enquanto não treinados apresentaram aumento aos 20min. Na Xc-coxa, houve diminuição aos 10min nas mulheres e os não treinados, mantiveram a queda aos 20min em relação ao pós-exercício. Nos homens, a redução da Xc-coxa manteve-se aos 10 e 20min. Treinados não apresentaram diferenças significativas na Xc-coxa entre os momentos. O AngF-coxa apresentou queda aos 10min em ambos os sexos em relação aos pós, com redução apenas nos não treinados comparado ao baseline e pós. **Conclusão:** A L-BIA mostrou respostas distintas na R-coxa entre os sexos e níveis de treinamento. Mulheres foram mais sensíveis a intensidades baixas, enquanto homens tiveram recuperação mais lenta após exercício intenso. Treinados recuperaram mais rapidamente, enquanto não treinados apresentaram reduções mais prolongadas.

Palavras-chave: Impedância Bioelétrica; Desempenho; Exercício Físico.

ABSTRACT

Introduction: Bioelectrical impedance (BIA) is a non-invasive method widely used to assess body composition. Recently, its localized application (L-BIA) has been explored to analyze specific muscle groups. **Objective:** To investigate the acute effect of two resistance exercise protocols with different intensities of knee extension on L-BIA parameters in the quadriceps muscle in young adults, considering sex and training level. **Methods:** Forty participants (28 women and 12 men), with 18 trained (minimum of 3 months of resistance training experience) and 22 untrained, were evaluated. Body composition was determined by DXA, and L-BIA was assessed in the quadriceps muscles using a tetrapolar unifrequency device (50 kHz). After the 1RM test, participants performed two unilateral knee extension protocols (right leg): (1) 50%1RM (3 sets), and (2) 70%1RM (4 sets), both to failure with a 90-second rest between sets, with a 48-hour interval. L-BIA was measured at pre, post, 10 min, and 20 min post-exercise. *Student's* t-test was used for sex comparisons and ANOVA for repeated measures for BIA parameters considering sex and training level across time points. **Results:** In the 50%1RM protocol, R-coxa decreased immediately and at 10 min in women, recovering at 20 min. Trained participants showed a post-exercise decrease, with increases at 10 and 20 min, while untrained participants-maintained reductions. In Xc-coxa, only men showed a decrease at 20 min compared to baseline and post-exercise, with no differences between trained and untrained. For AngF-coxa, both sexes showed a reduction at 20 min. Trained participants showed a decrease at 10 and 20 min, while untrained only at 20 min. In the 70%1RM protocol, R-coxa decreased in women, recovering at 20 min, while the reduction persisted in men. Trained participants followed the same pattern as men, while untrained participants showed an increase at 20 min. In Xc-coxa, a decrease occurred at 10 min in women and untrained participants, persisting at 20 min compared to post-exercise. In men, the reduction remained at both 10 and 20 min. Trained participants showed no significant differences. AngF-coxa showed a decrease at 10 min in both sexes, with a reduction only in untrained participants compared to baseline and post. **Conclusion:** L-BIA revealed distinct responses in R-coxa between sexes and training levels. Women were more sensitive to lower intensities, while men exhibited slower recovery after intense exercise. Trained participants recovered more rapidly, while untrained participants showed prolonged reductions.

Keywords: Bioelectrical Impedance; Performance; Physical Exercise.

LISTA DE ABREVIATURAS

1RM	1 Repetição Máxima
AEC	Água Extracelular
AIC	Água Intracelular
AngF	Ângulo de Fase
AngF-coxa	Ângulo de Fase Localizado nos músculos anteriores da coxa
BIA	Análise de Impedância Bioelétrica
DXA	Absorciometria por Dupla Emissão de Raio-X
IMC	Índice de Massa Corporal
L-BIA	Análise de Impedância Bioelétrica Localizada
MG	Massa Gorda Absoluta
MG%	Percentual de Gordura
PSE	Percepção subjetiva de esforço
R	Resistência
R-coxa	Resistência Localizada nos músculos anteriores da coxa
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TMM	Tecido Mole Magro
TR	Treinamento Resistido
Xc	Reatância
Xc-coxa	Reatância Localizada nos músculos anteriores da coxa
Z	Impedância Elétrica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Princípios da BIA das características físicas à composição corporal. Modelo cilíndrico da relação entre a impedância e a geometria. A resistência de um material condutor e de comprimento uniforme é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua área de secção transversa Adaptado de Kyle et al., (2004). 15

Figura 2. Parâmetros da análise de impedância bioelétrica (BIA): resistência (R), reatância (Xc), impedância (Z) e ângulo de fase (AngF) (44). 16

Figura 3. Esquema fisiológico que delineia o impacto do treinamento resistido no AngF (Adaptada de SARDINHA; ROSA, 2023 (21)). 20

Figura 4. Desenho experimental da pesquisa. 34

Figura 5. Avaliação de composição corporal (17). 35

Figura 6. Colocação dos eletrodos da L-BIA em quadríceps. Imagem elaborada pelo grupo de pesquisa (10). 36

Figura 7. Posicionamento dos eletrodos na BIA de corpo total (A) e BIA localizada (B) no quadríceps (10). 37

Figura 8. Comparação dos parâmetros L-BIA para a coxa direita, nos momentos pré, pós e minutos após o protocolo de exercício de extensão de joelho a 50% (coluna da esquerda) e 70% (coluna da direita) de uma repetição máxima (1RM), separados por sexo (masculino: linhas pretas e feminino: linhas cor vermelha). 40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **12**
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES **14**
2.1. Objetivo geral **14**
2.2. Objetivos específicos **14**
2.3. Hipóteses **14**
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **15**
3.1. Impedância Bioelétrica (BIA) **15**
3.2. Impedância Bioelétrica Localizada (L-BIA) **17**
3.3. Treinamento Resistido (TR) **19**
4. REFERÊNCIAS **23**
5. ARTIGO CIENTÍFICO **30**
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS **51**
APÊNDICES **52**
ANEXOS **57**

1. INTRODUÇÃO

A análise de impedância bioelétrica (BIA) é um método não invasivo e de fácil aplicação (1–3), que emprega uma corrente elétrica constante de baixa intensidade (1,2,4). Esse método determina alguns parâmetros, a resistência (R), que representa a oposição à corrente alternada nas soluções iônicas intracelulares e extracelulares (AEC/AIC), a reatância (Xc), componente capacitivo de membranas celulares, organelas e interfaces teciduais (2,5,6), a impedância (Z): resistência dos tecidos ao fluxo da corrente elétrica (7) e o ângulo de fase (AngF), que tem sido empregado como indicador de saúde e prognóstico em diversas condições médicas (8,9).

Além das formas tradicionais de utilização da BIA, como a avaliação do corpo total utilizando quatro eletrodos posicionados na mão e pé (tetrapolar) e de forma segmentada utilizando os equipamentos com oito eletrodos (octapolares), uma outra forma que ganhou destaque é a sua utilização de forma localizada (10,11) em músculos específicos, como bíceps braquial, quadríceps, isquiotibiais, panturrilha, entre outros (11–16), nomeada de BIA localizada (L-BIA). A L-BIA se mostrou útil para facilitar a identificação e classificação de lesões musculares (17), doenças musculares (18) e alterações geradas pelo exercício físico (19–21).

O treinamento resistido (TR) é recomendado para o desenvolvimento de força e hipertrofia muscular (22,23). Sendo eficaz para auxiliar na regulação de gordura e composição corporal em várias populações (24,25), além de diminuir o risco de inúmeras doenças (26). Adicionalmente, pode aumentar a massa magra, força, potência, velocidade, resistência e desempenho esportivo em uma variedade de populações atléticas (27–30).

No exercício de treinamento resistido (TR), as diretrizes atuais recomendam que cargas acima 70%1RM sejam necessárias para otimizar ganhos de força muscular (23,31), uma vez que esse princípio envolve o recrutamento das fibras tipo II, responsáveis por maior produção de força, mas também mais suscetíveis à fadiga. Porém, a eficácia de cargas mais leves (<50%1RM) permanece debatida (23), podendo gerar alterações nos fluidos e estruturas celulares devido ao aumento dos níveis de glicogênio intracelular e água, ocasionando mudanças no caminho resistivo da corrente elétrica, ou seja, no parâmetro R e nas propriedades capacitivas do corpo humano influenciando o parâmetro Xc, que acabam impactando o AngF (21).

Contudo, os parâmetros da BIA localizada (L-BIA) (Resistência, Reatância e Ângulo de Fase localizados) demonstrou sensibilidade para analisar mudanças após o protocolo de

séries múltiplas (32), dependendo da intensidade escolhida. No entanto, ainda são escassos os estudos que investigam os efeitos agudos de diferentes intensidades em protocolos de treinamento resistido com séries múltiplas. Alguns estudos sugerem a necessidade de mais investigação sobre essa temática (12,19,20,33).

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1. Objetivo geral

Comparar os efeitos agudos de dois protocolos de exercício com diferentes intensidades de extensão do joelho sobre os parâmetros de L-BIA no músculo quadríceps de adultos jovens, considerando o nível de treinamento físico e o sexo.

2.2. Objetivos específicos

Comparar os efeitos de baixa e alta intensidade de exercício sobre os parâmetros de L-BIA (resistência, reatância e ângulo de fase) do quadríceps, nos momentos pré, pós, 10 minutos e 20 minutos.

Comparar as alterações nos parâmetros da L-BIA entre indivíduos treinados e não treinados em diferentes intensidades de treinamento resistido.

2.3. Hipóteses

Exercícios de alta intensidade promovem alterações agudas mais acentuadas nos parâmetros de L-BIA (menor resistência, menor reatância e menor ângulo de fase) do quadríceps em comparação aos de baixa intensidade, principalmente nos momentos imediatamente após o exercício e aos 10 minutos. Indivíduos treinados apresentam menor variação nos parâmetros de L-BIA após o exercício, indicando maior adaptação ao esforço em comparação aos não treinados. As respostas agudas da L-BIA variam de acordo com o nível de treinamento físico e o sexo, sendo que homens treinados tendem a apresentar menores alterações nos parâmetros em comparação a mulheres e indivíduos não treinados.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Impedância Bioelétrica (BIA)

A BIA é um método de avaliação da composição corporal não invasivo, de baixo custo, que pode ser utilizado tanto em campo quanto em ambientes clínicos. Ela utiliza uma corrente elétrica de baixa voltagem que percorre o corpo, sendo amplamente reconhecida em estudos científicos (1–3). O uso da BIA para estimar parâmetros de composição corporal começou com os estudos de Thomasset, em 1962, que associaram a técnica à medida de água corporal total (34). Em 1969, a BIA demonstrou correlação entre seus parâmetros e o volume de água corporal total (1), o que fortaleceu sua aplicabilidade.

A partir de então, a BIA tem sido utilizada para estimativas indiretas de componentes corporais, como a água corporal total e a massa isenta de gordura, por meio de equações de regressão validadas (35). Estas equações são essenciais para analisar a composição corporal (36–38), o estado nutricional (39,40) e o estado de hidratação (37,41,42).

A BIA fornece parâmetros em Ohm (Ω): Resistência (R), Reatância (Xc) e Impedância (Z), sendo à R a oposição ao fluxo de uma corrente alternada através de soluções iônicas AEC/AIC. A R formada de um material condutivo homogêneo e uniforme é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua área transversal (Figura 1), como a circunferência dos membros, sendo assim, quanto maior for a circunferência, menor será o valor de R (43). Já a Xc reflete o componente capacitivo das membranas celulares e organelas, enquanto a Z representa a resistência dos tecidos ao fluxo da corrente elétrica (2,5–7). Esses dados são relacionados em dois eixos coordenados, um horizontal (x) e o eixo vertical (y), formando uma reta que resulta no valor da Z. A partir da inclinação dessa reta, calcula-se o ângulo de fase (AngF) (Figura 2), utilizando a fórmula *arco-tangente (Xc/R)*180/π)* (43).

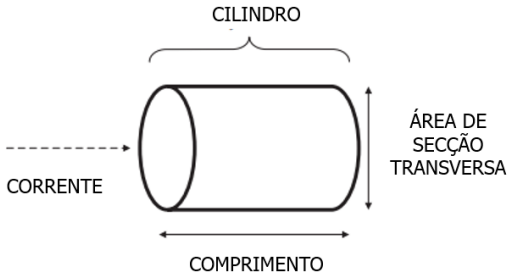


Figura 1. Princípios da BIA das características físicas à composição corporal. Modelo cilíndrico da relação entre a impedância e a geometria. A resistência de um material condutor e de comprimento uniforme é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua área de secção transversa Adaptado de Kyle et al., (2004).

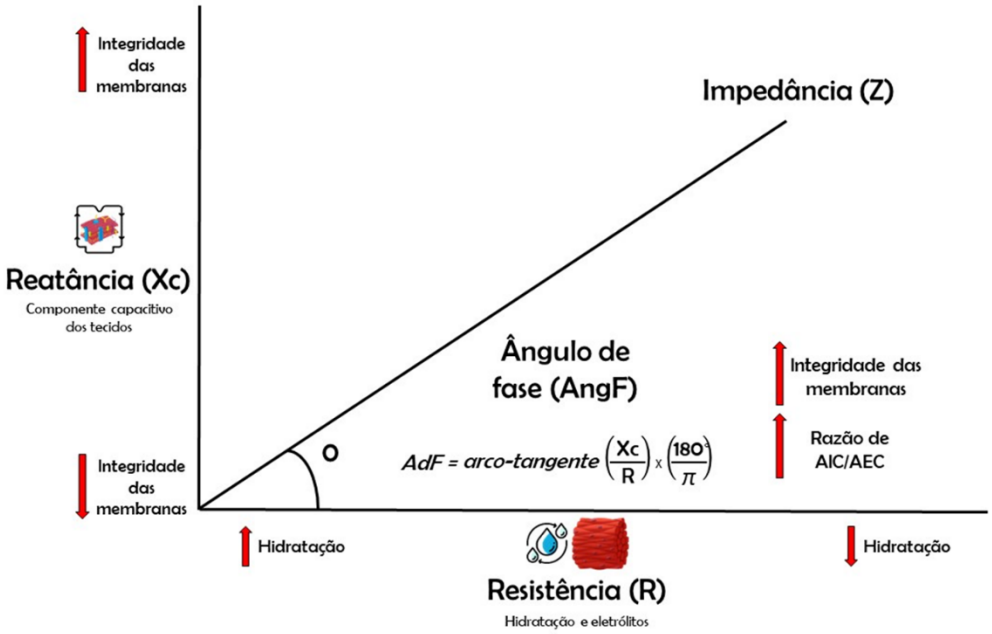


Figura 2. Parâmetros da análise de impedância bioelétrica (BIA): resistência (R), reatância (Xc), impedância (Z) e ângulo de fase (AngF) (44).

O AngF, que é inversamente proporcional à R, reflete a quantidade de AEC/AIC. Nesse contexto do TR, esse parâmetro tende aumentar devido ao aumento da massa muscular e água intracelular, o que reduz a R e eleva o AngF (45). Em um estudo com idosas obesas, a prática de durante 8 semanas (3 vezes por semana, com 3 séries de 8 a 12 repetições) resultou em aumentos significativos do AngF, sugerindo que esse parâmetro é um indicador positivo da saúde celular (46).

Esse aumento no AngF pode, portanto, desempenhar um papel protetor na saúde muscular, sendo um marcador da eficácia do exercício físico para a saúde celular (47,48). Em atletas, por exemplo, o AngF tem sido utilizado para descrever diferentes níveis de desempenho, sendo um preditor de potência nos membros inferiores e força no exercício de supino reto, independentemente da composição corporal (13,49,50).

Valores elevados de AngF estão associados à maior celularidade e integridade da membrana celular, refletindo uma melhor função celular (9,51). Além disso, o AngF tem sido utilizado como um indicador do estado de saúde, sendo um importante prognóstico da gravidade e sobrevivência em diversas condições médicas (8,52,53). Estudos indicam que indivíduos com doenças cardiovasculares apresentam valores de AngF significativamente menores que indivíduos saudáveis, e a técnica tem mostrado potencial prognóstico em pacientes hospitalizados com COVID-19 (54), em pacientes com estenose espinhal lombar

(55), fraturas de quadril (56) e em pacientes com Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas (DPOC), onde o AngF foi identificado como um preditor independente de mortalidade (57).

Além do uso tradicional da BIA, que passa uma corrente elétrica de 50 kHz por meio de eletrodos posicionados nas mãos e pés (1,2), existem também equipamentos que utilizam diferentes números de eletrodos. Alguns dispositivos empregam apenas mãos ou pés (58,59), enquanto outros, com oito eletrodos posicionados, possibilitam a análise segmentada da composição corporal. Recentemente, surgiu a Impedância Bioelétrica Localizada (L-BIA) com eletrodos posicionados no músculo especifico, para analisar associações com o desempenho (13–16) e para avaliar lesões nos tecidos moles e monitorar o processo de recuperação das mesmas (10,11).

3.2. Impedância Bioelétrica Localizada (L-BIA)

A L-BIA é uma técnica alternativa utilizando o equipamento BIA para detectar alterações na hidratação dos tecidos moles, bem como na integridade e estrutura da membrana celular em áreas específicas por meio dos parâmetros L-R, L-Xc e L-AngF. Estudos demonstram sua eficácia na identificação e classificação de lesões musculares (17,60), permite avaliar o tempo de recuperação e a resposta ao tratamento, sendo útil na avaliação para retorno ao jogo (61), também no monitoramento de doenças musculares (18), contração muscular e fadiga (19), inchaço muscular (20,21), saúde muscular em idosos (62), e nas alterações provocadas pelo exercício associando ao desempenho (13–16).

A L-BIA tem sido usada para avaliar o desempenho, Fukuoka e colaboradores (2024)(14) investigaram a relação entre as alterações nos parâmetros de L-BIA do músculo da coxa e o desempenho em exercício de séries múltiplas no dinamômetro isocinético com três séries de 10 repetições, com 1 minuto de descanso entre as séries, observou diferenças no L-R ($\Delta = 0.02 \pm 1.45\ \Omega$; $p = 0.001$; e tamanho de efeito = 0.19), L - Xc ($\Delta = 2.90 \pm 4.12\ \Omega$; $p = 0.043$; e tamanho de efeito = 0.36), e circunferência da coxa ($\Delta = 0{,}82 \pm 0{,}60$ cm; $p < 0{,}001$; e tamanho de efeito = 0,16) pré e pós-séries múltiplas. L-AngF foi um preditor de desempenho na primeira série (p = 0,002), independentemente do tecido mole magro (TMM) total e da perna. No entanto, o L-AngF perdeu seu poder explicativo na segunda e terceira série, e as variáveis que melhor explicaram o desempenho foram TMM total e da perna.

Um estudo comparou o AngF-total e L-AngF como indicador de potência e força muscular, avaliaram 30 mulheres jovens, os valores de desempenho foram estratificados em tertis para comparações. A análise de regressão e mediação foi utilizada para testar AngF-total

e L-AngF como preditores de desempenho. As mulheres no segundo tertil de potência máxima muscular apresentaram valores de L-AngF significativamente mais elevados do que as do primeiro tertil (13,6°±1,5° vs. 11,5°±1,5°, p=0,031). O AngF-total foi um preditor da potência máxima muscular, mesmo após ajustes para TMM e massa gorda (MG) (β=0,40, p=0,039). O L-AngF previu a potência média muscular de forma independente (β=0,47, p=0,008). A porcentagem de MG foi negativamente correlacionada ao L-AngF e à potência média muscular, mediando essa relação (b=0,14; intervalo de confiança de 95% corrigido e acelerado: 0,007–0,269). Ou seja, não houve diferenças nem correlação nos valores AngF entre os tertis para as variáveis de força. No entanto, os resultados indicam que tanto AngF-total quanto L-AngF podem ser indicadores de potência muscular em mulheres jovens ativas (13).

Em relação ao desempenho no salto de contramovimento (CMJ) e no sprint de 50 metros em 31 atletas masculinos (16,5 ± 1,6 anos). O L-AngF foi inversamente relacionado ao tempo do sprint de 50 metros (β=-0,56), explicando 29% da variação no tempo de sprint. Mesmo após ajustes para idade, altura, massa magra e pico de altura de crescimento, o L-AngF permaneceu como preditor significativo. O L-R foi diretamente relacionado ao tempo de sprint (β=0,48) e inversamente ao desempenho no CMJ (β=-0,54), explicando 20% e 27% da variação, respectivamente(16).

Nescolarde e colaboradores (2024)(15) realizaram uma pesquisa com dados coletados em uma Maratona de Barcelona em 2019 com 14 atletas recreativos do sexo masculino analisou medições de L-BIA nos isquiotibiais. As medições de L-BIA foram coletadas antes, imediatamente após e 48 horas após a corrida. A L-Xc e L-AngF dos isquiotibiais, aumentaram imediatamente após a corrida. Além disso, a L-Xc combinada dos isquiotibiais antes e logo após a corrida correlacionou-se com o tempo da maratona e com os níveis de sérica de dano muscular (sCK) e de estresse muscular (sLDH). A L-Xc superior a 15,6 Ω antes da corrida e 15,8 Ω imediatamente após a corrida foi capaz de prever um tempo de corrida de 3 horas. Esse estudo sugere que a L-Xc pode ser um indicador confiável e não invasivo para monitorar o desempenho muscular e a recuperação de atletas, destacam a importância da L-BIA como uma ferramenta potencial para avaliar atletas em provas de resistência, fornecendo dados objetivos sobre a recuperação pós-exercício.

Em relação ao efeito do exercício físico, especialmente o treinamento de força, potência e treinamento técnico-tático, observou-se um aumento significativo do AngF em jogadores de futebol profissional. Em um estudo de treinamento físico, o L-AngF nos isquiotibiais aumentou em 13,9%, enquanto não houve alteração no corpo inteiro. Além disso,

houve redução da massa gorda (-4,1%), aumento da massa livre de gordura (+1,7%), e incremento na água corporal total (+8,3%), AIC (+8,8%) e AEC (+7,6%)(63). Esses resultados sugerem que o treinamento físico pode ter um impacto significativo na composição corporal e nos parâmetros bioelétricos de jogadores de futebol.

Outro estudo que comparou os parâmetros de L-BIA entre valores de pré-temporada e o primeiro dia do campeonato também revelou mudanças relevantes. Os valores de resistência (R) diminuíram significativamente nos isquiotibiais (118,01 ± 19,63 vs. 114,49 ± 15,96 /m), quadríceps (120,80 ± 16,84 vs. 114,71 ± 15,79 /m) e panturrilha (209,57 ± 27,67 vs. 199,72 ± 25,58 /m). Notavelmente, a maior redução em R foi observada no quadríceps, o que se refletiu em um aumento do AngF nesse músculo (11).

Embora a L-BIA tenha se mostrado útil para esses propósitos, ainda não existe uma padronização amplamente aceita para o posicionamento dos eletrodos. No entanto, alguns estudos sugerem que, para a avaliação do quadríceps femoral, os eletrodos devem ser posicionados a 5 e 10 cm distalmente da espinha ilíaca ântero-inferior e proximalmente do polo superior da patela, com o indivíduo na posição supina (13,64).

Por fim, no que tange à confiabilidade teste-reteste das medidas de L-BIA (R, Xc, Z e AngF), os resultados demonstraram alta a excelente consistência (ICC > 0,85) para todos os parâmetros, exceto para a Xc. Com base nesses achados, os autores concluem que a L-BIA é uma técnica confiável para avaliar o tecido muscular localizado, especialmente nos músculos isquiotibiais (63).

3.3. Treinamento Resistido (TR)

O exercício físico exerce um impacto direto nos tecidos musculares, uma vez que exige ajustes fisiológicos simultâneos para gerar a energia necessária para sustentar a hiperatividade do tecido muscular. Esse processo desencadeia adaptações agudas, que podem ser compreendidas em diferentes fases. Inicialmente, ocorre a fase catabólica (Fase I), caracterizada pelo estímulo do exercício. Na sequência, a fase anabólica (Fase II) é marcada pela recuperação, gerando um estado adaptativo de curto prazo, no qual o músculo ultrapassa sua capacidade funcional pré-esforço. Quando essa superação ocorre, entra-se na fase de sobrecompensação (Fase III), que promove as adaptações agudas necessárias para otimizar o desempenho muscular. Finalmente, o processo se conclui quando o organismo retorna ao estado normal biológico, atingindo a homeostase (Fase IV) (65).

Essas adaptações musculares envolvem uma série de mudanças fisiológicas, como o acúmulo de líquidos, alterações bioquímicas e, possivelmente, modificações estruturais no músculo (66). Recentemente, evidências indicaram a ocorrência de inchaço muscular agudo logo após uma sessão inicial de TR, sugerindo um impacto direto no AngF (21,67).

Tais modificações podem ser explicadas por um esquema fisiológico que descreve o efeito do TR no AngF. Esse processo envolve as seguintes etapas: a realização do TR, o aumento do armazenamento de glicogênio no músculo, o inchaço muscular (caracterizado pela diminuição da resistência, R), a ativação de osmossensores, as vias de sinalização celular, a remodelação das proteínas musculares, as alterações na estrutura celular e, por fim, a mudança nas propriedades capacitativas (aumento da reatância, Xc). Como resultado, ocorre um aprimoramento da integridade celular, refletido no aumento do AngF (21) (Figura 3).

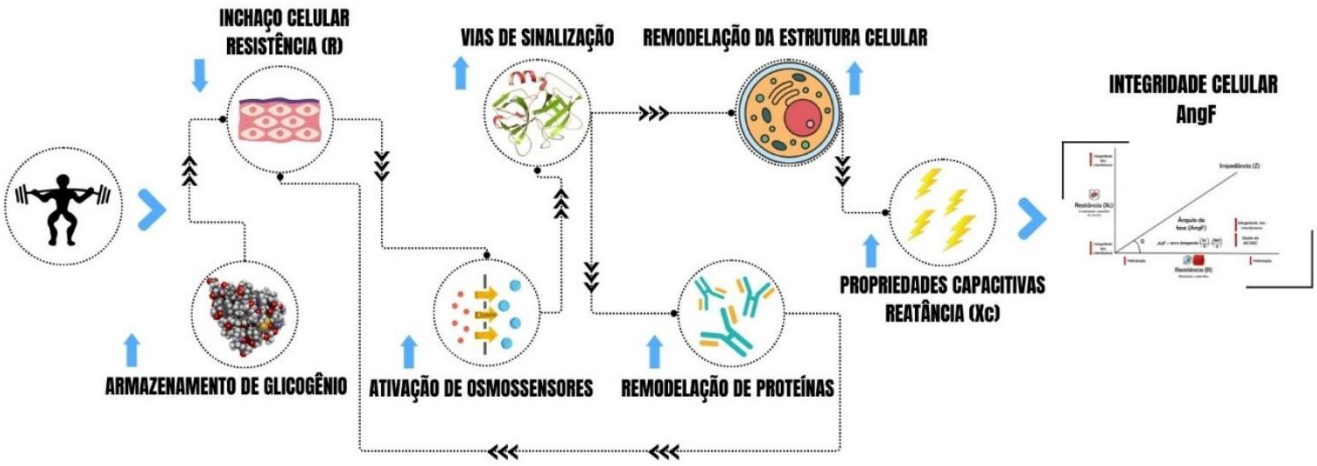


Figura 3. Esquema fisiológico que delineia o impacto do treinamento resistido no AngF (Adaptada de SARDINHA; ROSA, 2023 (21)).

Estudos anteriores investigaram os efeitos de longo prazo do TR, com foco nas adaptações intracelulares, especialmente nos parâmetros da BIA, como água corporal total e AEC/AIC (63,68–71). Esses estudos também abordaram questões como os fatores inflamatórios, o estresse oxidativo (72) e os efeitos da suplementação com whey protein (73).

Por exemplo, um estudo realizado ao longo de 16 semanas, com sessões de TR três vezes por semana, envolvendo de 9 a 11 exercícios com 3 séries de 8 a 12 repetições máximas (RM), observou um aumento significativo de aproximadamente 9,5% no nível de água intracelular estimado. O estudo utilizou um dispositivo de BIA espectral para avaliar participantes de ambos os sexos (68). Resultados semelhantes foram encontrados em outras

pesquisas que utilizaram protocolos de TR em atletas (63) e populações saudáveis (70), com variações entre +3% e +8,4% de aumento na água intracelular. Esses achados sugerem que a magnitude da resposta pode variar de acordo com as características da população estudada, o tipo de exercício realizado e o nível de intensidade do treinamento (21).

O TR foi definido como treinamento de força tradicional mais seguro(74). As adaptações fisiológicas recorrendo do TR são determinadas por vários fatores, como ações musculares envolvidas, velocidade do movimento, amplitude de movimento, grupos musculares treinados, sistemas de energia envolvidos, intensidade e volume do treinamento (23).

Em uma investigação sobre os efeitos do TR com diferentes cargas sobre as fibras musculares tipo I e II, foi observado um aumento significativo na área transversal das fibras tipo II e média (tipos I + II), indicando que as adaptações iniciais ao TR, tanto com carga baixa quanto alta, são caracterizadas principalmente por hipertrofia convencional, com alterações proporcionais nas áreas ocupadas pelos componentes miofibrilares (75).

As diretrizes atuais recomendam que cargas acima 70%1RM sejam necessárias para otimizar ganhos de força e hipertrofia muscular(31), uma vez que esse princípio envolve o recrutamento das fibras tipo II, responsáveis por maior produção de força, mas também mais suscetíveis à fadiga(76,77). Porém, a eficácia de cargas mais leves (<50%1RM) permanece debatida(23).

Os efeitos do TR com intensidades baixas (≤60% de 1RM) e altas (>60% de 1RM) na força e hipertrofia muscular. Os resultados mostraram que o ganho de força máxima (1RM) foi maior com cargas altas, enquanto não houve diferença significativa na força isométrica entre os protocolos. Já a hipertrofia muscular ocorreu de forma semelhante em ambos os tipos de treinamento, sugerindo que cargas elevadas são mais eficazes para o desenvolvimento da força máxima, enquanto o aumento da massa muscular pode ser alcançado com diferentes faixas de carga (23).

No contexto da contração muscular, diversos estudos mostraram variações nos parâmetros da BIA. Um estudo que avaliou contrações isométricas de antebraço observou um aumento tanto na R quanto na reatância Xc durante a contração muscular, independentemente de a força ser gerada de forma abrupta ou gradual. No entanto, após o relaxamento muscular, a R diminuiu abaixo do valor de referência, enquanto a Xc aumentou além da linha de referência (33).

Outro estudo focado nas alterações da miografia por BIA em diferentes níveis de contração isométrica mostrou uma diferença significativa na R medida durante a contração

isométrica, em comparação ao músculo completamente relaxado, embora o parâmetro Xc não tenha apresentado alterações significativas durante a contração. Além disso, a R diminuiu progressivamente durante os estágios da tarefa de fadiga, refletindo a alteração na arquitetura muscular e o acúmulo de metabólitos no tecido (19).

Essas variações na R e Xc durante a contração muscular dependem de fatores arquitetônicos e morfológicos do músculo, como mudanças no tamanho e forma das fibras musculares, assim como modificações nas substâncias internas do músculo (62). Além disso, os valores de impedância (Z) são impactados pelos fatores fisiológicos do músculo, como as complexas propriedades condutoras do meio muscular em níveis microscópicos, o que, por sua vez, afeta diretamente o AngF (33).

Em um estudo recente sobre TR unilateral e bilateral, com duração de quatro semanas, focado no pico de torque e potência dos membros inferiores de jogadores de futebol, os resultados indicaram que ambos os tipos de treinamento foram igualmente eficientes para melhorar a força muscular. A principal diferença observada foi em relação à potência durante a flexão do joelho, onde o treinamento unilateral demonstrou melhorias significativas, enquanto o treinamento bilateral não teve o mesmo efeito (78).

4. REFERÊNCIAS

1. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. J Appl Physiol [Internet]. 1969 Oct;27(4):531–4. Available from: https://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1969.27.4.531

2. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis?part I: review of principles and methods. Clinical Nutrition [Internet]. 2004 Oct;23(5):1226–43. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561404000937

3. D'Hondt J, Chapelle L, Droogenbroeck L Van, Aerenhouts D, Clarys P, D'Hondt E. Bioelectrical impedance analysis as a means of quantifying upper and lower limb asymmetry in youth elite tennis players: An explorative study. Eur J Sport Sci [Internet]. 2022 Sep 17;22(9):1343–54. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1080/17461391.2021.1960624

4. Lukaski HC, Hall CB, Siders WA. Assessment of change in hydration in women during pregnancy and postpartum with bioelectrical impedance vectors. Nutrition [Internet]. 2007 Jul;23(7–8):543–50. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900707001487

5. Piccoli A, for the Italian CAPD-BIA Study Group. Bioelectric impedance vector distribution in peritoneal dialysis patients with different hydration status. Kidney Int [Internet]. 2004 Mar;65(3):1050–63. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0085253815497996

6. Codognotto M, Piazza M, Frigatti P, Piccoli A. Influence of localized edema on whole-body and segmental bioelectrical impedance. Nutrition [Internet]. 2008 Jun;24(6):569–74. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900708001135

7. Cebrián-Ponce Á, Irurtia A, Carrasco-Marginet M, Saco-Ledo G, Girabent-Farrés M, Castizo-Olier J. Electrical Impedance Myography in Health and Physical Exercise: A Systematic Review and Future Perspectives. Front Physiol [Internet]. 2021 Sep 14;12. Available from: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2021.740877/full

8. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis – Clinical relevance and applicability of impedance parameters. Clinical Nutrition [Internet]. 2012 Dec;31(6):854–61. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561412001082

9. Mattiello R, Mundstock E, Ziegelmann PK. Brazilian Reference Percentiles for Bioimpedance Phase Angle of Healthy Individuals. Front Nutr [Internet]. 2022 Jul 6;9(9):912840. Available from: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.912840/full

10. Nescolarde L, Yanguas J, Medina D, Rodas G, Rosell-Ferrer J. Assessment and follow-up of muscle injuries in athletes by bioimpedance: Preliminary results. In: 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE; 2011. p. 1137–40.

11. Mascherini G, Petri C, Galanti G. Integrated total body composition and localized fat-free mass assessment. Sport Sci Health. 2015 Aug 14;11(2):217–25.

12. Fu B, Freeborn TJ. Estimating Localized Bio-impedance with Measures from Multiple Redundant Electrode Configurations. In: 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE; 2018. p. 4351–4.

13. Oliveira NM, Fukuoka AH, Matias CN, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Is muscle localized phase angle an indicator of muscle power and strength in young women? Physiol Meas. 2023 Dec 1;44(12):125007.

14. Fukuoka AH, Oliveira NM, Matias CN, Guariglia DA, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Association between muscle-localized bioelectrical impedance analysis parameters and performance in a multi-set exercise on the isokinetic dynamometer in young women. Eur J Sport Sci [Internet]. 2024 Sep 6;24(9):1319–27. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ejsc.12167

15. Nescolarde L, Yanguas J, Hernández-Hermoso JA. Localized hamstring bioimpedance in marathon runners is related to muscle high-energy enzyme serum levels and predicts race time. Front Physiol. 2024 Mar 5;15.

16. Oliveira NM, Lázari E, Matias CN, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Sprint and jump performance are determined by localized BIA - an ecological study in track and field adolescent athletes. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2024 Nov 27;16(1):235.

17. Nescolarde L, Yanguas J, Terricabras J, Lukaski H, Alomar X, Rosell-Ferrer J, et al. Detection of muscle gap by L-BIA in muscle injuries: clinical prognosis. Physiol Meas. 2017 Jun 21;38(7):L1–9.

18. Rutkove SB, Kapur K, Zaidman CM, Wu JS, Pasternak A, Madabusi L, et al. Electrical impedance myography for assessment of Duchenne muscular dystrophy. Ann Neurol. 2017 May 4;81(5):622–32.

19. Li L, Shin H, Li X, Li S, Zhou P. Localized Electrical Impedance Myography of the Biceps Brachii Muscle during Different Levels of Isometric Contraction and Fatigue. Sensors. 2016 Apr 22;16(4):581.

20. Freeborn TJ, Fu B. Time-course bicep tissue bio-impedance changes throughout a fatiguing exercise protocol. Med Eng Phys. 2019 Jul;69:109–15.

21. Sardinha LB, Rosa GB. Phase angle, muscle tissue, and resistance training. Rev Endocr Metab Disord. 2023 Jun 10;24(3):393–414.

22. Williams TD, Tolusso D V., Fedewa M V., Esco MR. Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis. Sports Medicine. 2017 Oct 12;47(10):2083–100.

23. Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, Krieger JW. Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. J Strength Cond Res. 2017 Dec;31(12):3508–23.

24. Buskard ANL, Petrella RJ. Resistance Training and Weight Loss in Older Adults: A Scoping Review. Sports Med Open. 2023 Aug 1;9(1):67.

25. Campa F, Maietta Latessa P, Greco G, Mauro M, Mazzuca P, Spiga F, et al. Effects of Different Resistance Training Frequencies on Body Composition, Cardiometabolic Risk Factors, and Handgrip Strength in Overweight and Obese Women: A Randomized Controlled Trial. J Funct Morphol Kinesiol. 2020 Jul 17;5(3):51.

26. Mcleod JC, Stokes T, Phillips SM. Resistance Exercise Training as a Primary Countermeasure to Age-Related Chronic Disease. Front Physiol. 2019 Jun 6;10.

27. Weakley JJS, Till K, Darrall-Jones J, Roe GAB, Phibbs PJ, Read DB, et al. Strength and Conditioning Practices in Adolescent Rugby Players: Relationship With Changes in Physical Qualities. J Strength Cond Res. 2019 Sep;33(9):2361–9.

28. Banyard HG, Tufano JJ, Weakley JJS, Wu S, Jukic I, Nosaka K. Superior Changes in Jump, Sprint, and Change-of-Direction Performance but Not Maximal Strength Following 6 Weeks of Velocity-Based Training Compared With 1-Repetition-Maximum Percentage-Based Training. Int J Sports Physiol Perform. 2021 Feb 1;16(2):232–42.

29. Kwok WY, So BCL, Tse DHT, Ng SSM. A Systematic Review and Meta-Analysis: Biomechanical Evaluation of the Effectiveness of Strength and Conditioning Training Programs on Front Crawl Swimming Performance. J Sports Sci Med. 2021 Jul 15;564–85.

30. Lesinski M, Prieske O, Granacher U. Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2016 Jul;50(13):781–95.

31. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. Med Sci Sports Exerc. 2009 Mar;41(3):687–708.

32. Fukuoka AH, de Oliveira NM, Matias CN, Teixeira FJ, Monteiro CP, Valamatos MJ, et al. Association between Phase Angle from Bioelectric Impedance and Muscular Strength and Power in Physically Active Adults. Biology (Basel). 2022 Aug 24;11(9):1255.

33. Shiffman CA, Aaron R, Rutkove SB. Electrical impedance of muscle during isometric contraction. Physiol Meas. 2003 Feb 1;24(1):213–34.

34. THOMASSET MA. [Bioelectric properties of tissue. Impedance measurement in clinical medicine. Significance of curves obtained]. Lyon Med. 1962 Jul 15;94:107–18.

35. Campa F, Toselli S, Mazzilli M, Gobbo LA, Coratella G. Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. Nutrients. 2021 May 12;13(5):1620.

36. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Siders WA, Hall CB. Body composition assessment of athletes using bioelectrical impedance measurements. J Sports Med Phys Fitness. 1990 Dec;30(4):434–40.

37. Segal K. Use of bioelectrical impedance analysis measurements as an evaluation for participating in sports. Am J Clin Nutr. 1996 Sep;64(3):469S-471S.

38. Mikes DM, Cha BA, Dym CL, Baumgaertner J, Hartzog AG, Tacey AD, et al. Bioelectrical impedance analysis revisited. Lymphology. 1999 Dec;32(4):157–65.

39. Loenneke JP, Wilson JM, Wray ME, Barnes JT, Kearney ML, Pujol TJ. The Estimation of the Fat Free Mass Index in Athletes. Asian J Sports Med. 2012 Sep 1;3(3).

40. Papadopoulou SK, Gouvianaki A, Grammatikopoulou MG, Maraki Z, Pagkalos IG, Malliaropoulos N, et al. Body Composition and Dietary Intake of Elite Cross-country Skiers Members of the Greek National Team. Asian J Sports Med. 2012 Dec 1;3(4).

41. Fernández-Elías VE, Martínez-Abellán A, López-Gullón JM, Morán-Navarro R, Pallarés JG, De la Cruz-Sánchez E, et al. Validity of Hydration Non-Invasive Indices during the Weightcutting and Official Weigh-In for Olympic Combat Sports. PLoS One. 2014 Apr 16;9(4):e95336.

42. Matias CN, Santos DA, Júdice PB, Magalhães JP, Minderico CS, Fields DA, et al. Estimation of total body water and extracellular water with bioimpedance in athletes: A need for athlete-specific prediction models. Clinical Nutrition. 2016 Apr;35(2):468–74.

43. Baumgartner R, Chumlea W, Roche A. Bioelectric impedance phase angle and body composition. Am J Clin Nutr. 1988 Jul;48(1):16–23.

44. Biodinâmica do movimento humano: respostas e adaptações orgânicas na saúde e no desempenho. / Oliveira, Raphael Gonçalves de; Stabelini Neto, Antonio. (Organizadores) - Cornélio Procópio: Editora UENP, 2023. E-book disponível em: https://uenp.edu.br/editora 376 p. il. color. ISBN: 978-65-87941-24-0. .

45. Mundstock E, Amaral MA, Baptista RR, Sarria EE, dos Santos RRG, Filho AD, et al. Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis. Clinical Nutrition. 2019 Aug;38(4):1504–10.

46. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Dos Santos L, Nunes JP, Tomeleri CM, Cunha PM, et al. Resistance Training Improves a Cellular Health Parameter in Obese Older Women: A Randomized Controlled Trial. J Strength Cond Res. 2020 Oct;34(10):2996–3002.

47. Hetherington-Rauth M, Baptista F, Sardinha LB. BIA-assessed cellular hydration and muscle performance in youth, adults, and older adults. Clinical Nutrition. 2020 Aug;39(8):2624–30.

48. Rutkove SB, Aaron R, Shiffman CA. Localized bioimpedance analysis in the evaluation of neuromuscular disease. Muscle Nerve. 2002 Mar 19;25(3):390–7.

49. Kalapotharakos VI, Strimpakos N, Vithoulka I, Karvounidis C, Diamantopoulos K, Kapreli E. Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. J Sports Med Phys Fitness. 2006 Dec;46(4):515–9.

50. Melchiorri G, Monteleone G, Andreoli A, Callà C, Sgroi M, De Lorenzo A. Body cell mass measured by bioelectrical impedance spectroscopy in professional football (soccer) players. J Sports Med Phys Fitness. 2007 Dec;47(4):408–12.

51. de Borba EL, Ceolin J, Ziegelmann PK, Bodanese LC, Gonçalves MR, Cañon-Montañez W, et al. Phase angle of bioimpedance at 50 kHz is associated with cardiovascular

diseases: systematic review and meta-analysis. Eur J Clin Nutr. 2022 Oct 12;76(10):1366–73.

52. Marino LV, Meyer R, Johnson M, Newell C, Johnstone C, Magee A, et al. Bioimpedance spectroscopy measurements of phase angle and height for age are predictive of outcome in children following surgery for congenital heart disease. Clinical Nutrition. 2018 Aug;37(4):1430–6.

53. Azevedo ZMA de, Santos Junior B dos, Ramos EG, Salú M dos S, Mancino da Luz Caixeta D, Lima-Setta F, et al. The importance of bioelectrical impedance in the critical pediatric patient. Clinical Nutrition. 2020 Apr;39(4):1188–94.

54. Cornejo-Pareja I, Vegas-Aguilar IM, García-Almeida JM, Bellido-Guerrero D, Talluri A, Lukaski H, et al. Phase angle and standardized phase angle from bioelectrical impedance measurements as a prognostic factor for mortality at 90 days in patients with COVID-19: A longitudinal cohort study. Clinical Nutrition. 2022 Dec;41(12):3106–14.

55. Wada O, Yamada M, Kamitani T, Mizuno K, Tadokoro K, Kurita N. Association between phase angle and functional disability among patients with lumbar spinal stenosis: The SPSS-OK study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2023 Mar 15;36(2):399–405.

56. Kubo Y, Noritake K, Noguchi T, Hayashi T. Phase Angle as a Nutritional Assessment Method in Patients with Hip Fractures: A Cross-Sectional Study. Ann Geriatr Med Res. 2024 Mar 31;28(1):95–100.

57. de Blasio F, Scalfi L, Di Gregorio A, Alicante P, Bianco A, Tantucci C, et al. Raw Bioelectrical Impedance Analysis Variables Are Independent Predictors of Early All-Cause Mortality in Patients With COPD. Chest. 2019 Jun;155(6):1148–57.

58. Utter AC, Nieman DC, Ward AN, Butterworth DE. Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. Am J Clin Nutr. 1999 Apr;69(4):603–7.

59. Jebb SA, Cole TJ, Doman D, Murgatroyd PR, Prentice AM. Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. British Journal of Nutrition. 2000 Feb 9;83(2):115–22.

60. Lukaski HC, Moore M. Bioelectrical Impedance Assessment of Wound Healing. J Diabetes Sci Technol. 2012 Jan 1;6(1):209–12.

61. Nescolarde L, Talluri A, Yanguas J, Lukaski H. Phase angle in localized bioimpedance measurements to assess and monitor muscle injury. Rev Endocr Metab Disord. 2023 Jun 27;24(3):415–28.

62. Aaron R, Esper GJ, Shiffman CA, Bradonjic K, Lee KS, Rutkove SB. Effects of age on muscle as measured by electrical impedance myography. Physiol Meas. 2006 Oct 1;27(10):953–9.

63. Honorato R de C, Soares Marreiros Ferraz A, Kassiano W, Martins PC, Silva DAS, Ceccatto VM. Regional phase angle, not whole-body, is augmented in response to pre-

season in professional soccer players. Research in Sports Medicine. 2023 Nov 2;31(6):831–45.

64. Mascherini G. Differences between the sexes in athletes body composition and lower limb bioimpedance values. Muscles Ligaments Tendons J. 2017;7(4):573.

65. Pereira JG. Fisiologia do exercício. Instituto Português Do Desporto E Juventude-Manual de Curso de Treinadores de Desporto. 2016;

66. Elleby B, Knudsen LF, Brown BH, Crofts CE, Woods MJ, Trowbridge EA. Electrical impedance assessment of muscle changes following exercise. Clinical Physics and Physiological Measurement. 1990 May;11(2):159–66.

67. Hirono T, Ikezoe T, Taniguchi M, Tanaka H, Saeki J, Yagi M, et al. Relationship Between Muscle Swelling and Hypertrophy Induced by Resistance Training. J Strength Cond Res. 2022 Feb;36(2):359–64.

68. Ribeiro AS, Avelar A, Schoenfeld BJ, Ritti Dias RM, Altimari LR, Cyrino ES. Resistance training promotes increase in intracellular hydration in men and women. Eur J Sport Sci. 2014 Sep 28;14(6):578–85.

69. Souza MF, Tomeleri CM, Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Silva AM, Sardinha LB, et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. Scand J Med Sci Sports. 2017 Nov 19;27(11):1308–16.

70. Hernández-Jaña S, Abarca-Moya D, Cid-Pizarro Í, Gallardo-Strelow J, González-Pino Y, Zavala-Crichton JP, et al. Effects of a Concurrent Training Protocol on Body Composition and Phase Angle in Physically Inactive Young Women: A Quasi-Experimental Intervention Study. International Journal of Morphology. 2021 Dec;39(6):1600–8.

71. Osco KM, Campa F, Coratella G, Correa BD, de Alencar Silva BS, dos Santos VR, et al. Resistance but not elastic tubes training improves bioimpedance vector patterns and body composition in older women: A randomized trial. Exp Gerontol. 2021 Oct;154:111526.

72. Tomeleri CM, Ribeiro AS, Cavaglieri CR, Deminice R, Schoenfeld BJ, Schiavoni D, et al. Correlations between resistance training-induced changes on phase angle and biochemical markers in older women. Scand J Med Sci Sports. 2018 Oct 25;28(10):2173–82.

73. Nabuco HCG, Tomeleri CM, Sugihara P, Fernandes RR, Cavalcante EF, dos Santos L, et al. Effect of whey protein supplementation combined with resistance training on cellular health in pre-conditioned older women: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Arch Gerontol Geriatr. 2019 May;82:232–7.

74. Serafim TT, de Oliveira ES, Maffulli N, Migliorini F, Okubo R. Which resistance training is safest to practice? A systematic review. J Orthop Surg Res. 2023 Apr 12;18(1):296.

75. Libardi CA, Godwin JS, Reece TM, Ugrinowitsch C, Herda TJ, Roberts MD. Effects of low-load resistance training with blood flow restriction on muscle fiber myofibrillar and extracellular area. Front Physiol. 2024 Feb 20;15.

76. Tesch PA. Skeletal muscle adaptations consequent to long-term heavy resistance exercise. Med Sci Sports Exerc. 1988 Oct;20(Sup 1):S132–4.

77. Refalo MC, Helms ER, Hamilton DL, Fyfe JJ. Towards an improved understanding of proximity-to-failure in resistance training and its influence on skeletal muscle hypertrophy, neuromuscular fatigue, muscle damage, and perceived discomfort: A scoping review. J Sports Sci. 2022 Jun 18;40(12):1369–91.

78. Drozd M, Kędra N, Motowidło J, Ficek K, Bichowska-Pawęska M, Zając A. A Comparison of a Step Load Unilateral and Bilateral Resistance Training Program on the Strength and Power of the Lower Limbs in Soccer Players. Applied Sciences. 2024 Feb 21;14(5):1732.

5. ARTIGO CIENTÍFICO

INFLUÊNCIA DO SEXO E NÍVEL DE TREINAMENTO NO COMPORTAMENTO AGUDO DOS PARÂMETROS DA BIOIMPEDANCIA LOCALIZADA, APÓS DOIS PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO RESISTIDO DE EXTENSÃO DE JOELHO EM DIFERENTES INTENSIDADES EM ADULTOS JOVENS

Pâmela Teodoro de Oliveira[1], Ezequiel Moreira Gonçalves[1].

[1] Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências da Saúde.

RESUMO

Objetivo: Investigar o efeito agudo de dois protocolos de exercício resistido de extensão de joelho (50%1RM e 70%1RM) sobre os parâmetros da L-BIA no quadríceps de adultos jovens, considerando sexo e nível de treinamento. **Métodos:** Avaliaram-se 40 participantes (28 mulheres e 12 homens), sendo 18 treinados (experiência mínima de 3 meses com treinamento resistido) e 22 não treinados. A composição corporal foi determinada por DXA e a L-BIA foi medida nos músculos do quadríceps com um dispositivo tetrapolar unifrequência (50 kHz). Após o teste de 1RM, os participantes realizaram dois protocolos de extensão unilateral do joelho, com 48h de intervalo. A L-BIA foi medida nos momentos pré, pós, 10min e 20min pós exercício. Utilizou-se teste t de *Student* para comparações entre sexos e ANOVA para medidas repetidas para comparações entre sexo e nível de treinamento. **Resultados:** No protocolo 50%1RM, a R-coxa diminuiu imediatamente e aos 10min em mulheres, recuperando-se aos 20min, enquanto nos homens não houve mudanças significativas. Treinados apresentaram aumento aos 10min e 20min, enquanto não treinados mantiveram reduções. Na Xc-coxa, apenas os homens apresentaram diminuição aos 20min. No AngF-coxa, ambos os sexos mostraram redução aos 20min, com treinados apresentando queda aos 10 e 20min. No protocolo 70%1RM, a R-coxa diminuiu nas mulheres, com recuperação aos 20min, e persistiu nos homens. Treinados seguiram o padrão dos homens, enquanto não treinados apresentaram aumento aos 20min. Na Xc-coxa, mulheres e não treinados apresentaram diminuição aos 10min e persistência aos 20min. Nos homens, a redução manteve-se aos 10 e 20min. No AngF-coxa, a queda ocorreu aos 10min em ambos os sexos, com redução apenas nos não treinados em comparação ao baseline e pós. **Conclusão:** A L-BIA revelou respostas diferenciadas entre os sexos e níveis de treinamento, com mulheres mais sensíveis a intensidades baixas e homens com recuperação mais lenta após exercício intenso. Treinados recuperaram mais rapidamente, enquanto não treinados apresentaram reduções mais prolongadas.

Palavras-chave: Impedância Bioelétrica; Desempenho; Exercício Físico.

INTRODUÇÃO

A impedância bioelétrica (BIA) é um método de avaliação da composição corporal não invasivo, de baixo custo, utilizado em campo e ambientes clínicos (1,2). Mais recentemente, a impedância bioelétrica localizada (L-BIA), surge como uma alternativa para a identificação e classificação de lesões musculares (3,4), no monitoramento de doenças musculares (5), de inchaço muscular (6,7) e nas alterações provocadas pelo exercício associando ao desempenho (8–11). Fukuoka e colaboradores (9) investigaram a relação entre as alterações nos parâmetros de L-BIA do músculo da coxa e o desempenho em exercício de séries múltiplas no dinamômetro isocinético e verificaram que a alteração do ângulo de fase (AngF) da coxa foi um preditor de desempenho médio das séries, independentemente do tecido mole magro (TMM) total e da perna.

Um estudo observou o treinamento físico pode ter um impacto significativo na composição corporal e nos parâmetros da L-BIA de jogadores de futebol profissionais, o AngF dos isquiotibiais aumentou, houve redução da massa gorda, aumento da massa livre de gordura e incremento na água corporal total (12,13). As adaptações fisiológicas do TR são determinadas por vários fatores, como ações musculares envolvidas, velocidade do movimento, amplitude de movimento, grupos musculares treinados, sistemas de energia envolvidos e intensidade e volume do treinamento (14). No TR, as diretrizes atuais recomendam que cargas mais elevadas sejam necessárias para otimizar ganhos de força e hipertrofia muscular, uma vez que esse princípio envolve o recrutamento das fibras tipo II, responsáveis por maior produção de força, mas também mais suscetíveis à fadiga. Porém, a eficácia de cargas mais leves ainda permanece em debate (14).

Freeborn et al., (2019) avaliaram os parâmetros de resistência (R), reatância (Xc) e AngF antes e durante um exercício multi-set para o músculo bíceps braquial, utilizando as intensidades de 60 ou 75% do teste de uma repetição máxima (1RM) e observaram que após a fadiga, há uma redução tanto da Xc quanto da R quando comparado com as medidas iniciais e durante o protocolo, a diminuição da R foi resultado do inchaço da musculatura que ocorre como resultado do exercício, já a Xc, por sua vez, também apresentou redução significativa no grupo de menor intensidade (60%1RM), o que pode estar relacionado com lesão da estrutura muscular(15). Adicionalmente, Mascherini e colaboradores (2017), compararam a diferença entre os sexos em termos de composição corporal e a análise de L-BIA em atletas de futebol de elite na musculatura de quadríceps, isquiotibiais e panturrilha e encontraram menores

valores nos parâmetros de R e maiores valores de Xc e AngF da BIA nos homens em comparação às mulheres, demonstrando maior teor de água e de massa celular no grupo masculino (12).

Nesse sentido, as alterações dos parâmetros da L-BIA podem contribuir para o monitoramento dos efeitos agudos do TR, entretanto ainda é necessário um maior entendimento da influência de fatores como a intensidade, sexo e nível de treinamento. Com isso, o objetivo deste artigo foi investigar o efeito imediato de dois protocolos com diferentes intensidades de exercício de extensão do joelho sobre os parâmetros da L-BIA no músculo quadríceps em adultos jovens, considerando o sexo e o nível de treinamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do estudo e procedimentos éticos

Trata-se de um estudo experimental de efeito agudo, aprovado pelo comitê de ética em seres humanos (n° 55537521.7.0000.8123). Este projeto foi desenvolvido de acordo com as normas da Resolução 466/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.

Todos os participantes estavam cientes sobre o objetivo do estudo, dos procedimentos aos quais seriam submetidos a realizar e informados que a participação é de forma voluntária, podendo desistir da pesquisa a quaisquer momentos, sendo preservado seus dados de forma anônima. Todos os participantes que concordaram em participar do estudo, receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), no qual entregaram assinado para participar da pesquisa.

Foi realizado no Laboratório Multiusuário de Biodinâmica do Movimento Humano e Núcleo de Atividades Físicas e Esportes (Sala de treinamento com Pesos), ambos na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – Centro de Ciências da Saúde – Campus de Jacarezinho, no qual, após a seleção da amostra, os participantes compareceram para a avaliação inicial (dados pessoais). Em seguida, realizaram o exame de absorciometria por dupla emissão de raios x (DXA), teste de 1 repetição máxima (1RM), após 24 horas de intervalo do teste, os participantes retornaram em dois dias na sala de treinamento com pesos com intervalo de 48 horas entre os dias, para realizar os protocolos de séries múltiplas e BIA corpo total e localizada.

Participantes

A amostra foi composta por 47 adultos jovens, 4 mulheres e 2 homens excluídos por (IMC <30) e 1 mulher por idade superior, totalizando em 40 indivíduos, treinados: n=18 (6 homens e 12 mulheres) e não treinado: n=22 (6 homens e 16 mulheres), alunos da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) – Centro de Ciências da Saúde – Campus de Jacarezinho.

O cálculo do tamanho da amostra (G. Power 3.1.9.7. Franz Faul, Alemanha) foi realizado considerando a utilização do teste de anova de duas vias para medidas repetidas. Considerou-se um tamanho de efeito pequeno (n^2_p=0.04), alfa de 5% e 80% de poder. O cálculo resultou em um N mínimo de 36 indivíduos.

Os participantes foram classificados conforme o nível de experiência em treinamento, sendo considerados 'treinados' aqueles que mantinham uma frequência de treino mínima de três vezes por semana durante pelo menos três meses. Por outro lado, os participantes classificados como 'não treinados' eram aqueles que treinavam com menos frequência do que o estipulado para o grupo de 'treinados'.

Os critérios de inclusão: a) ter entre 18 a 29 anos e b) índice de massa corporal (IMC) eutrófico. Como critérios de exclusão: a) não apresentar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado; b) ter sofrido uma lesão musculoesquelética em membro inferior no último ano; c) dor ao realizar o protocolo de exercício; d) possuir quaisquer objetos metálicos no corpo.

Protocolo de exercício

Foi realizado no Núcleo de Atividades Físicas e Esportes (Sala de treinamento com Pesos) – UENP, na cadeira extensora *Profitness*®. Para o protocolo de exercício de séries múltiplas de extensão do joelho, realizamos o teste 1RM da perna direita de acordo com as recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte, o teste consiste em 4º tentativas para definir a carga máxima do indivíduo, caso o 1RM seja atingido antes da última tentativa, o teste é concluído e determina-se o 1RM.

Tendo a definição do 1RM perna direita, em sequência foi realizada a porcentagem do mesmo para determinação do protocolo (1) 50% do 1RM e o mesmo para o protocolo (2) 70% do 1RM, o participante realizou protocolos de séries múltiplas de extensão de joelho unilateral com a perna direita com intervalo de 48 horas entre eles, sendo realizado um sorteio para definir se começaria pelo protocolo (1) 50% ou (2) 70%, dos participantes, 28 iniciaram pelo protocolo de 50%1RM, enquanto os demais (19) começaram pelo de 70%1RM. Em ambos protocolos foi realizado uma familiarização à cadeira extensora e a Escala BORG para percepção subjetiva

de esforço (16) de 6 a 20, afim de mensurar a percepção subjetiva de esforço. Antes de iniciar as séries múltiplas fizeram um aquecimento para o exercício, na própria cadeira extensora com carga leve de 10 a 12 repetições.

O protocolo (1) 50% 1RM realizado em 3 séries, repetições até a falha. Ao final de cada série o participante foi questionado sobre a Escala BORG. O mesmo ocorreu no protocolo (2) 70% 1RM porém realizado em 4 séries. Ambos os protocolos tiveram o intervalo de 90 segundos entre as séries. Após encerrar o protocolo completo, o participante ficou em repouso em uma maca para aplicação da BIA corpo total e localizada, 10 e 20 minutos após a finalização do protocolo.

Instrumentos e técnicas de coleta de dados

Foi coletado medidas antropométricas (peso, estatura, IMC, circunferência e dobra cutânea da coxa), exame de absorciometria por dupla emissão de raios x (DXA), teste 1RM e por fim, a análise dos parâmetros fornecidos pela BIA e L-BIA (R-coxa, Xc-coxa e AngF-coxa) pré e pós, 10 minutos e 20 minutos ao protocolo de séries múltiplas de extensão do joelho.

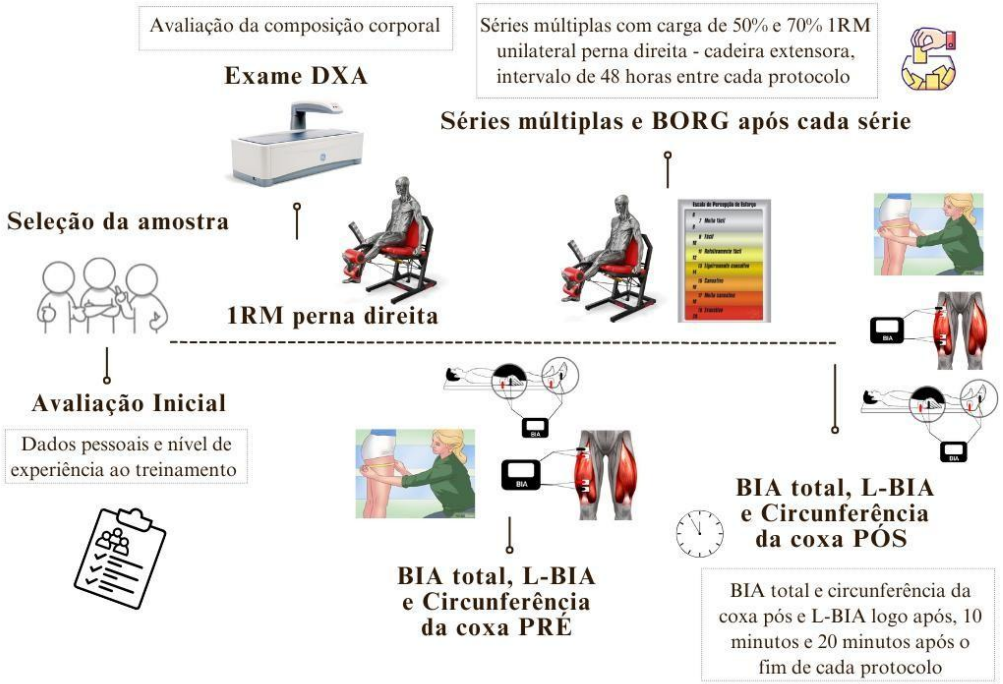


Figura 4. Desenho experimental da pesquisa.

Medidas antropométricas

Para a avaliação da massa corporal, os participantes ficaram em posição ereta, olhando para frente, braços soltos ao lado do corpo e pés levemente afastados (calcanhares unidos e pés semiabertos, como pé de pato). Utilizou-se uma balança digital (Líder/P-200C), com precisão de 100 gramas. Para a estatura, o participante ficou posicionado da mesma forma, sendo utilizado um estadiômetro (WELMY R-110), com precisão de 0,1 centímetros. Posteriormente, o índice de massa corporal (IMC), foi calculado por meio da divisão da massa corporal em quilogramas pela estatura em metros elevada ao quadrado.

A circunferência da coxa foi medida na parte medial entre a crista-ilíaca ântero-inferior e o polo superior da patela, utilizando uma fita métrica (MacroLife®). Sendo realizadas 3 medições, mantendo o valor médio entre as medidas.

Avaliação da composição corporal

A avaliação da composição corporal foi realizada utilizando a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA), em um equipamento modelo LUNAR PRODIGY FULL (GE HEALTHCARE) (Figura 5). Determinou o Tecido Mole Magro (TMM), Massa Gorda Absoluta (MG kg) e Percentual da Massa Gorda (%MG) de corpo total e segmentada dos membros inferiores. Para as análises utilizou-se as medidas do TMM de corpo total e da coxa direita. Os participantes ficaram posicionados em decúbito dorsal e livres de qualquer objeto de metálico pelo corpo. Todo o posicionamento, calibração do aparelho e análises dos exames foram realizados de acordo com os procedimentos recomendados pelo fabricante e pelo mesmo técnico treinado. O coeficiente de variação relativo (CV%) e erro técnico percentual (ETM%) de nosso laboratório determinado no teste-reteste em 16 indivíduos em dias diferentes, foi de 0,03% e 1,03% para a MG e 0,004% e 0,61% para o TMM, CV% e ETM%, respectivamente.

Figura 5. Avaliação de composição corporal (17).

Parâmetros da análise da impedância bioelétrica (BIA)

Para avaliação de BIA total e localizada foi utilizado um equipamento *Bioeletrical Body Composition Analyzer*, modelo Quantum II (RJL Systems – Detroit, EUA), tetrapolar de unifrequência de 50 KHz. Para a determinação dos parâmetros do corpo total, os voluntários foram orientados a permanecerem em decúbito dorsal em uma maca isolada de condutores elétricos, na posição supina, com as pernas abduzidas num ângulo de aproximadamente 45º, foi utilizado o protocolo de medida da técnica tetrapolar, integrando a fixação de eletrodos emissores distalmente na superfície dorsal da mão e do pé (Figura 6), que inicialmente foi limpo com álcool, no plano da cabeça do terceiro metacarpo e do terceiro metatarso, de acordo a recomendação do fabricante e a calibração será antes de cada mensuração.

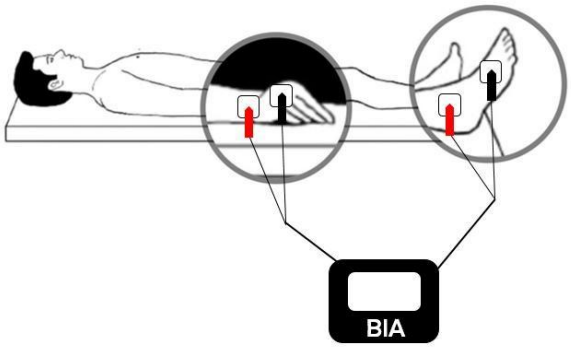


Figura 6. Colocação dos eletrodos da L-BIA em quadríceps. Imagem elaborada pelo grupo de pesquisa (10).

Para a determinação dos parâmetros da BIA localizada de quadríceps, os participantes estavam em decúbito dorsal, com os eletrodos fixados 5 cm e 10 cm distalmente da espinha ilíaca ântero-inferior e proximalmente do polo superior da patela (Figura 7)(10).

Os valores de R e Xc total e localizada foram ajustados pela estatura e comprimento da coxa, respectivamente. A reprodutibilidade dos parâmetros fornecidos pelo nosso dispositivo para as variáveis da BIA foi determinada pelo CV% e ETM%, a partir de teste-reteste em dois dias diferentes, em 45 indivíduos para BIA-total e 31 indivíduos para a L-BIA, o %CV foi 0.01%, 0.04%, 0,95% e 0,28% para R-total, R-coxa, Xc-total e Xc-coxa, respectivamente, e o ETM% 0,81%, 1,58%, 1,45% e 4,24% para R-total, R-coxa, Xc-total e Xc-coxa, respectivamente.

Utilizados os valores de resistência localizada (R-coxa) e de reatância localizada (Xc-coxa) absolutos (ohms) fornecidos pelos equipamentos. Além disso, foi determinado o ângulo de fase localizado (L-AngF), de acordo com a equação: AngF = arco-tangente (Xc/R) x 180/π.

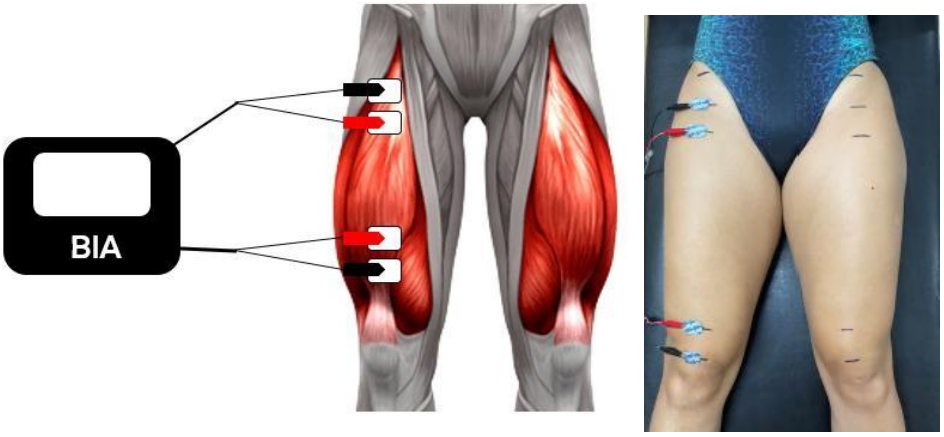


Figura 7. Posicionamento dos eletrodos na BIA de corpo total (A) e BIA localizada (B) no quadríceps (10).

Análise dos dados

Para a análise dos dados utilizou-se o software SPSS versão 25.0. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. O teste t de Student ou Teste não paramétrico de Mann Whitney para amostras independentes foi utilizado na comparação entre as características dos grupos (sexos ou nível de treinamento). O teste de Qui-quadrado de Pearson foi utilizado para verificar a associação entre o sexo e nível de treinamento. A análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas, foi utilizado para as comparações entre os parâmetros da BIA ao longo dos momentos (baseline, pós, 10min e 20min), separados pelos grupos (sexo ou nível de treinamento). Seguido do teste de post hoc de Bonferroni para as comparações múltiplas quando necessário. O nível de significância adotado inicialmente será de $p < 0,05$.

RESULTADOS

O grupo masculino apresentou valores significativamente superior na massa corporal ($p=0,001$), estatura ($p<0,001$), TMM ($p<0,001$) e 1RM extensão de joelho ($p<0,001$). Já o grupo feminino apresentou valores significativamente superior nas variáveis de adiposidade corporal, MG ($p=0,013$) e %MG total (Tabela 1).

Tabela 1. Características gerais da amostra.

	Masculino	n = 12	Feminino	n = 28	p-valor
Idade (anos)	21,1	(4,6)	21,0	(4,2)	NS
Massa corporal (kg)	73,8	(17,3)	58,6	(16,1)	**0,001**
Estatura (m)	1,78	± 6,8	1,63	± 6,9	**< 0,001**
Índice de massa corporal (kg/m^2)	23,2	± 2,4	22,6	± 2,6	NS
Massa Gorda (kg)	15,3	± 4,4	19,5	± 4,8	**0,013**
Tecido Mole Magro (kg)	55,8	± 8,6	38,5	± 5,3	**< 0,001**
%Massa Gorda (%)	20,4	± 3,9	32,1	± 4,7	**< 0,001**
Resistencia-coxa (ohms) 50%1RM	109,2	± 14,1	136,9	± 18,8	**< 0,001**
Reatância-coxa (ohms) 50%1RM	23,0	± 5,2	27,6	± 4,6	**0,008**
Ângulo de fase-coxa (º) 50%1RM	12,0	± 1,9	11,7	± 2,0	0,622
Resistencia-coxa (ohms) 70%1RM	105,2	± 18,8	135,9	± 24,5	**< 0,001**
Reatância-coxa (ohms) 70%1RM	22,1	± 3,4	29,0	± 4,9	**< 0,001**
Ângulo de fase-coxa (º) 70%1RM	12,1	± 1,5	12,4	± 1,7	0,701
1RM Extensão joelho (kg)	84,0	(21,3)	54,5	(24,5)	**< 0,001**
Total de repetições 50%1RM	52,0	± 18,9	46,6	± 10,6	0,372
Total de repetições 70%1RM	45,9	± 18,0	43,1	± 13,2	0,580
Total de carga 50%1RM	2172,1	± 939,3	1313,4	± 552,5	**0,010**
Total de carga 70%1RM	2733,3	± 1335,8	1733,0	± 760,4	**0,005**
PSE 50%1RM	16,4	± 1,4	15,6	± 1,8	0,154
PSE 70%1RM	17,5	± 1,2	16,0	± 1,6	**0,005**

Legenda: Valores em média ± desvio padrão ou mediana (intervalo interquatil); 1RM: teste de 1 repetição máxima; PSE: percepção subjetiva do esforço; Valores em negrito: diferenças significantes entre os sexos, *p-valor* < 0,05; NS: não significante.

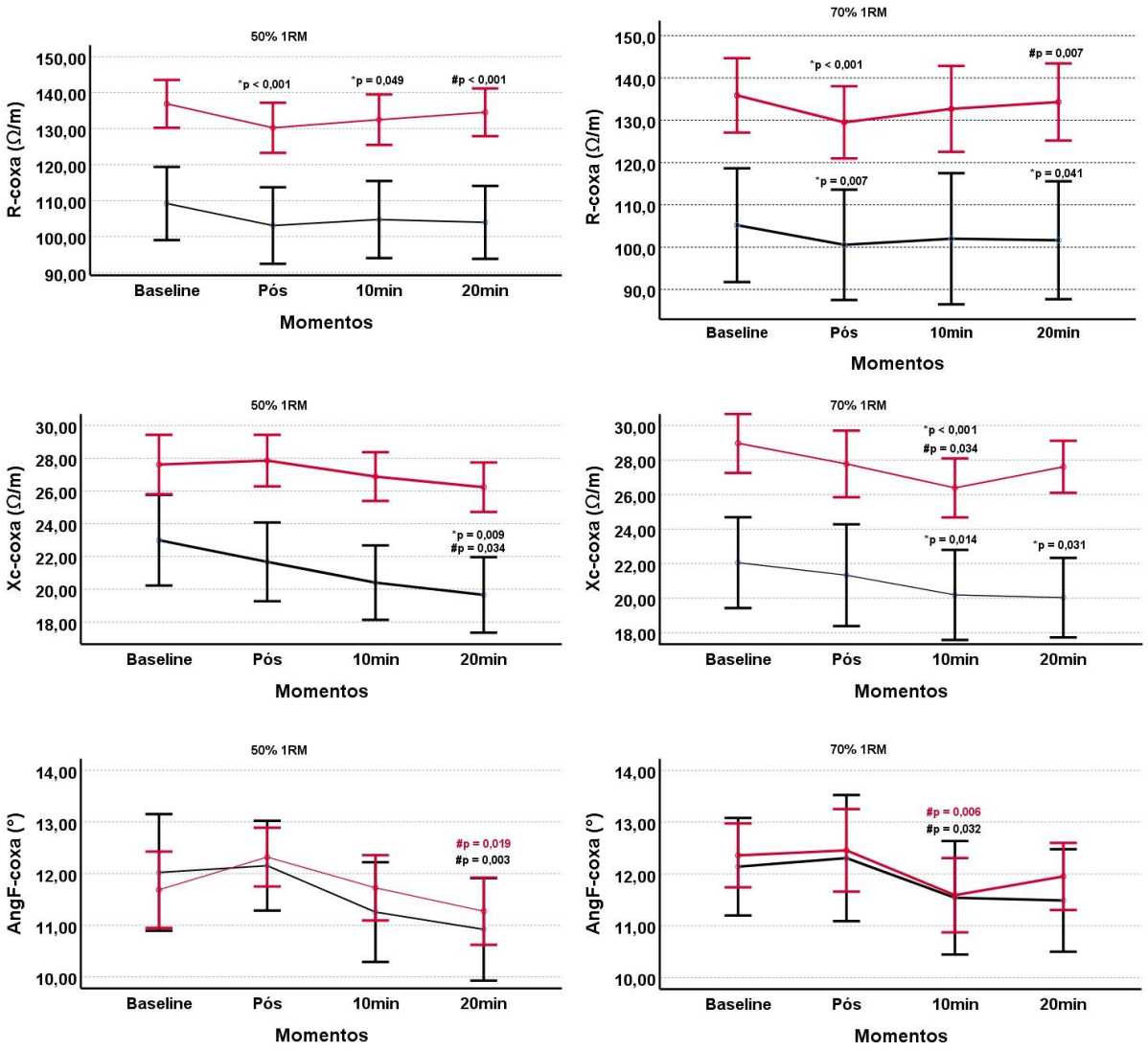
Na comparação entre os momentos pré e pós no protocolo de 50%, no grupo masculino a circunferência da coxa aumentou significativamente (p<0,001) em média 1,5 cm (IC95%: 1,0 a 1,9 cm), nas mulheres não houve alteração significativa (p=0,921). Na comparação entre os momentos pré e pós no protocolo de 70%, no grupo masculino a circunferência da coxa aumentou significativamente (p<0,001) em média 1,3 cm (IC95%: 1,1 a 1,5 cm), nas mulheres também apresentaram um aumento significativo (p<0,001) em média 1,0 cm (IC95%: 0,7 a 1,2 cm).

Entre os momentos no protocolo de 50%, a R-coxa teve diminuição nos momentos pós e 10min comparado com a baseline (p<0,001; p=0,049, respectivamente), e aumento após 20min comparado com os pós (p<0,001) no grupo feminino. Em contrapartida, no grupo masculino não houve diferença significativa entre os momentos para esse parâmetro. (Figura 8 – Tabela suplementar 1). Na Xc-coxa, houve diminuição significativa do momento 20min em comparação com a baseline (p=0,009) e pós (p=0,034) para o grupo masculino. No grupo

feminino não houve diferença significativa entre os momentos nesse parâmetro. No AngF-coxa, para ambos os grupos observou diminuição significativa no momento 20min comparado com os pós (masculino: p=0,003 e feminino: p=0,019) (Figura 8 – Tabela suplementar 1).

Na comparação entre os momentos no protocolo 70%, a R-coxa diminuiu significativamente no momento pós comparado com a baseline em ambos os grupos (masculino: p=0,007 e feminino: p<0,001). No grupo feminino, no momento 20min observou aumento comparado com os pós (p=0,007), no grupo masculino essa diminuição se manteve aos 20min comparado com a baseline (p=0,041) (Figura 8 – Tabela suplementar 2). Na Xc-coxa observou diminuição significativa após 10min em comparação ao momento baseline e pós para o grupo feminino (p<0,001; p=0,034, respectivamente). No grupo masculino, houve diminuição após 10min e 20min comparado com a baseline (p=0,014; p=0,031, respectivamente). No AngF-coxa houve diminuição significativa no momento 10min em comparação ao momento pós para ambos os grupos (masculino: p=0,032; feminino: p=0,006) (Figura 8 – Tabela suplementar 2).

Figura 8. Comparação dos parâmetros L-BIA para a coxa direita, nos momentos pré, pós e minutos após o protocolo de exercício de extensão de joelho a 50% (coluna da esquerda) e 70% (coluna da direita) de uma repetição máxima (1RM), separados por sexo (masculino: linhas pretas e feminino: linhas cor vermelha).



Legenda: Valores em média ± desvio padrão. R: resistência, Xc: reatância, AngF: ângulo de fase. *p < 0,05 vs. baseline. #p < 0,05 vs. pós.

Na separação dos indivíduos em nível de treinamento, Treinados: n=18 (6 homens e 12 mulheres) e Não treinados: 22 (6 homens e 16 mulheres), houve associação entre o sexo e nível de treinamento (x^2 = 0,173; p = 0,677).

Na comparação entre os momentos pré e pós no protocolo de 50% de 1RM, não houve alteração significativa na circunferência da coxa tantos nos indivíduos com experiência com o treinamento com pesos (p=0,455), quanto nos não treinados (p=0,358). Na comparação entre os momentos pré e pós no protocolo de 70% de 1RM, no grupo treinado a circunferência da

coxa aumentou significativamente (p<0,001) em média 1,0 cm (IC95%: 0,7 a 1,3 cm), nos não treinados também apresentaram um aumento significativo (p<0,001) em média 1,2 cm (IC95%: 0,9 a 1,4 cm).

Na comparação entre os momentos no protocolo de 50% no parâmetro R-coxa, o grupo treinado apresentou diminuição significativa do momento baseline aos pós (p=0,012), já nos momentos pós aos 10min (p=0,030) e 20min (p=0,002) os valores começaram a aumentar a caminho do valor baseline. No grupo não treinado, teve diminuição do momento baseline aos pós (p=0,005), baseline aos 20min (p=0,042), entre o momento pós e 20min (p=0,048) a R-coxa começou a aumentar novamente. Para Xc-coxa não houve diferenças significativas entre os momentos para ambos os grupos. No parâmetro AngF-coxa, o grupo treinado demonstrou diminuição no momento pós aos 10min (p=0,043) e continuou diminuindo aos 20min (p= 0,015). No grupo não treinado, a diminuição foi entre o momento pós e 20min (p=0,042) (Figura suplementar 1 – Tabela 2).

Na comparação entre os momentos no protocolo 70% no parâmetro R-coxa, o grupo treinado mostrou diminuição significativa entre os momentos baseline e pós (p=0,002), baseline e 10min (p=0,037). No grupo não treinado, houve diminuição nos momentos baseline e pós (p <0,001), baseline e 20min (p=0,035), e aumentou após 20min comparado com os pós (p=0,032). No parâmetro Xc-coxa não houve diferenças significativas entre os momentos para o grupo treinado, para o grupo não treinado foi observado diminuição nesse parâmetro no momento baseline aos 10min (p=0,001) que persistiu entre o momento baseline aos 20min (p=0,008) e pós aos 10min (p=0,001). No AngF-coxa, não houve diferenças significativas entre os momentos para o grupo treinado, para o grupo não treinado houve diminuição do momento baseline aos 10min (p=0,009) e pós aos 10min (p <0,001) (Figura suplementar 1 – Tabela 2).

Tabela 2. Comparação dos parâmetros L-BIA para a coxa direita, nos momentos pré, pós e minutos após o protocolo de exercício de extensão de joelho a 50% (coluna da esquerda) e 70% (coluna da direita) de uma repetição máxima (1RM), separados por nível de treinamento.

Treinados	**(50%1RM)**			***Não Treinados***			
R-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***R-coxa***	***Média***	***DP***	***F***
Baseline	115,4	3,5	5,819	Baseline	139,4	4,3	7,140
Pós	107,9	3,7*	***p-valor***	Pós	133,7	4,2*	***p-valor***
10min	111,6	4,0#	**0,014**	10min	134,5	4,5	**0,005**
20min	112,0	3,9#		20min	136,3	4,4*#	
Xc-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***Xc-coxa***	***Média***	***DP***	***F***
Baseline	24,8	1,2	2,550	Baseline	27,4	1,1	2,777
Pós	24,1	0,9	***p-valor***	Pós	27,5	1,1	***p-valor***
10min	22,9	1,1	0,066	10min	26,6	1,0	0,069
20min	22,6	1,1		20min	25,6	1,1	
AngF-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***AngF-coxa***	***Média***	***DP***	***F***
Baseline	12,3	0,4	4,516	Baseline	11,4	0,4	2,684
Pós	12,8	0,3	***p-valor***	Pós	11,8	0,3	***p-valor***
10min	11,8	0,4#	**0,007**	10min	11,4	0,4	0,054
20min	11,5	0,4#		20min	10,9	0,4#	
Treinados	**(70%1RM)**			***Não Treinados***	(70%1RM)		
R-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***R-coxa***	***Média***	***DP***	***F***
Baseline	114,8	5,5	4,442	Baseline	136,4	5,5	4,459
Pós	110,4	5,5*	***p-valor***	Pós	129,3	5,3*	***p-valor***
10min	110,5	5,5*	**0,030**	10min	134,0	6,5	**0,030**
20min	114,4	6,2		20min	132,7	5,8*#	
Xc-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***Xc-coxa***	***Média***	***DP***	***F***
Baseline	25,3	1,3	1,823	Baseline	28,2	1,2	9,084
Pós	24,7	1,3	***p-valor***	Pós	26,8	1,3	***p-valor***
10min	23,7	1,1	0,155	10min	25,2	1,2*#	**<0,001**
20min	24,4	1,3		20min	26,1	1,1*	
AngF-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***AngF-coxa***	***Média***	***DP***	***F***
Baseline	12,7	0,4	2,463	Baseline	12,0	0,3	6,078
Pós	13,0	0,5	***p-valor***	Pós	11,9	0,4	***p-valor***
10min	12,4	0,3	**0,073**	10min	10,9	0,4*#	**0,008**
20min	12,3	0,4		20min	11,4	0,4	

Legenda: 1RM: teste de 1 repetição máxima; DP: desvio padrão; R: resistência; Xc: reatância; AngF: ângulo de fase. * Diferente significativamente do momento pré, *p-valor* < 0,05. # Diferente significativamente do momento pós, *p-valor* <0,05.

DISCUSSÃO

Neste estudo com adultos jovens aparentemente saudáveis, com foco na comparação entre duas intensidades distintas (50% e 70% de 1RM), observamos diferenças relevantes nos efeitos agudos dos exercícios sobre os parâmetros da L-BIA, influenciadas pelo sexo e pelo nível de experiência no treinamento. A análise temporal das respostas evidenciou variações que podem estar associadas a mecanismos de fadiga e acúmulo de fluido intra e extracelular, além de sugerirem relação com o potencial grau de dano muscular induzido pelo esforço.

O grupo feminino apresentou diminuição na R-coxa logo após o exercício em ambas as intensidades, com retorno aos valores iniciais em 20 minutos, o que pode sugerir um efeito agudo de acúmulo de fluido muscular de rápida recuperação. Já no grupo masculino, esse comportamento só foi evidente no protocolo de 70% 1RM, com manutenção da redução após 20 minutos, o que pode indicar um maior tempo de recuperação pós-exercício. Esses achados reforçam que a intensidade do exercício modula de forma distinta a resposta elétrica tecidual entre os sexos.

No parâmetro Xc-coxa, a intensidade do exercício parece ter influenciado mais diretamente o grupo masculino, com diminuição 20 minutos após o exercício a 50% 1RM e manutenção da queda na intensidade de 70%. No grupo feminino, a redução na Xc-coxa ocorreu apenas após o exercício de 70% 1RM, com recuperação parcial aos 20 minutos. A redução da Xc, que representa a componente capacitiva da bioimpedância, pode refletir alterações na integridade das membranas celulares e no conteúdo intracelular, o que está relacionado à ocorrência de dano muscular agudo e fadiga (6,9).

O comportamento do AngF-coxa mostrou-se sensível para ambas as intensidades, com redução após 20 minutos no protocolo de 50% 1RM e queda mais rápida, aos 10 minutos, no protocolo de 70% 1RM, independentemente do sexo. Como o ângulo de fase é considerado um marcador indireto da integridade muscular, sua queda pode indicar a instalação de estresse fisiológico agudo, mesmo em cargas submáximas, indicando sua possível aplicabilidade clínica como ferramenta de monitoramento pós-exercício.

As diferenças de comportamento entre os sexos na R-coxa podem ser parcialmente explicadas pela maior quantidade de tecido muscular nos homens, favorecendo desempenho em exercícios de maior intensidade e volume. Além disso, a maior proporção de fibras do tipo II nos homens (18), especialmente em músculos como semitendíneo e vasto lateral (19,20), pode explicar a maior geração de força acompanhada de maior susceptibilidade ao dano muscular e à fadiga (21). Já nas mulheres, a predominância de fibras do tipo I contribui para uma maior resistência à fadiga, principalmente em intensidades submáximas (22,23).

A percepção subjetiva de esforço também contribuiu para as respostas observadas, mostrando maiores valores no protocolo de 70% 1RM entre os homens pode indicar maior desconforto e esforço percebido, o que se refletiu na redução mais acentuada do volume de repetições. Esse achado sugere uma maior exaustão em intensidades elevadas, associada a características metabólicas e morfológicas masculinas. No protocolo de 50%, a diferença entre os sexos foi menor, evidenciando que intensidades mais baixas podem ser mais toleráveis, principalmente entre indivíduos iniciantes.

Quanto à fadiga, os dados de repetição reforçam esse padrão: no protocolo de 70% 1RM, a redução do volume foi de 60% nos homens e 37% nas mulheres, enquanto no 50% 1RM foi de 51% e 41%, respectivamente. Essa diferença evidencia o impacto da intensidade na manutenção do desempenho, sendo que em cargas mais altas, o efeito agudo é mais evidente e sustentado, com maior associação à fadiga acumulada.

A análise da R-coxa segundo o nível de experiência indicou que, no protocolo de 50% 1RM, o grupo treinado teve queda imediata seguida de recuperação, enquanto os não treinados mantiveram a redução. Já no protocolo de 70% 1RM, os homens treinados apresentaram queda que permaneceu, enquanto os não treinados mostraram aumento aos 20 minutos. Essa resposta pode estar ligada às adaptações morfológicas nos tecidos musculares (24,25), supostamente pelo maior acúmulo de água intramuscular após o exercício, sugerido também pelo aumento na circunferência da coxa observado neste estudo (26,27).

Dessa forma, os achados de queda na Xc-coxa, principalmente nos homens, em ambas as intensidades, e nas mulheres apenas na carga mais alta, sugerem que o estresse muscular é acentuado conforme aumenta a intensidade, refletindo maior risco de dano celular agudo. O comportamento consistente do AngF-coxa indica potencial como marcador de alterações musculares e recuperação, especialmente após exercícios de baixa e alta intensidade.

Apesar das limitações quanto ao controle da hidratação, alimentação e atividade prévia, este estudo se destaca por combinar a análise da composição corporal com o uso da L-BIA para analisar respostas musculares imediatas ao exercício resistido em diferentes intensidades, fornecendo subsídios para a prescrição e progressão de carga em diferentes perfis de praticantes.

Em termos de aplicabilidade prática, a L-BIA foi capaz de detectar desde as respostas mais sutis, na intensidade mais baixa (50% 1RM), especialmente em indivíduos não treinados. Assim como, respostas mais intensas, tempo de recuperação mais prolongado e as diferenças entre os sexos, na intensidade mais alta (70% 1RM). Dessa forma, a L-BIA mostra-se como

uma ferramenta, não invasiva com potencial para o monitoramento das respostas e da recuperação pós-treino em diferentes intensidades, e que futuramente pode auxiliar no ajuste da carga, evitando excesso de treino e otimizando o desempenho.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que diferentes intensidades de exercício resistido promovem respostas agudas distintas nos parâmetros da impedância bioelétrica localizada, com maior impacto observado na carga de 70% 1RM. As alterações em resistência, reatância e ângulo de fase indicam efeitos relacionados à fadiga e possível dano muscular, com variações entre sexos e níveis de experiência. Cargas mais elevadas geraram maior fadiga e recuperação mais lenta, enquanto a intensidade de 50% 1RM foi melhor tolerada, especialmente entre iniciantes. A L-BIA mostrou-se sensível para monitorar essas respostas, destacando seu potencial como ferramenta prática para acompanhamento da recuperação e monitoramento das cargas de treino.

REFERÊNCIAS

1. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. J Appl Physiol [Internet]. 1969 Oct;27(4):531–4. Available from: https://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1969.27.4.531

2. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis?part I: review of principles and methods. Clinical Nutrition [Internet]. 2004 Oct;23(5):1226–43. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561404000937

3. Lukaski HC, Moore M. Bioelectrical Impedance Assessment of Wound Healing. J Diabetes Sci Technol. 2012 Jan 1;6(1):209–12.

4. Nescolarde L, Yanguas J, Terricabras J, Lukaski H, Alomar X, Rosell-Ferrer J, et al. Detection of muscle gap by L-BIA in muscle injuries: clinical prognosis. Physiol Meas. 2017 Jun 21;38(7):L1–9.

5. Rutkove SB, Kapur K, Zaidman CM, Wu JS, Pasternak A, Madabusi L, et al. Electrical impedance myography for assessment of Duchenne muscular dystrophy. Ann Neurol. 2017 May 4;81(5):622–32.

6. Freeborn TJ, Fu B. Time-course bicep tissue bio-impedance changes throughout a fatiguing exercise protocol. Med Eng Phys. 2019 Jul;69:109–15.

7. Sardinha LB, Rosa GB. Phase angle, muscle tissue, and resistance training. Rev Endocr Metab Disord. 2023 Jun 10;24(3):393–414.

8. Nescolarde L, Yanguas J, Hernández-Hermoso JA. Localized hamstring bioimpedance in marathon runners is related to muscle high-energy enzyme serum levels and predicts race time. Front Physiol. 2024 Mar 5;15.

9. Fukuoka AH, Oliveira NM, Matias CN, Guariglia DA, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Association between muscle-localized bioelectrical impedance analysis parameters and performance in a multi-set exercise on the isokinetic dynamometer in young women. Eur J Sport Sci [Internet]. 2024 Sep 6;24(9):1319–27. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ejsc.12167.

10. Oliveira NM, Fukuoka AH, Matias CN, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Is muscle localized phase angle an indicator of muscle power and strength in young women? Physiol Meas. 2023 Dec 1;44(12):125007.

11. Oliveira NM, Lázari E, Matias CN, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Sprint and jump performance are determined by localized BIA - an ecological study in track and field adolescent athletes. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2024 Nov 27;16(1):235.

12. Mascherini G. Differences between the sexes in athletes body composition and lower limb bioimpedance values. Muscles Ligaments Tendons J. 2017;7(4):573.

13. Mascherini G, Petri C, Galanti G. Integrated total body composition and localized fatfree mass assessment. Sport Sci Health. 2015 Aug 14;11(2):217–25.

14. Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, Krieger JW. Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Metaanalysis. J Strength Cond Res. 2017 Dec;31(12):3508–23.

15. Freeborn TJ, Fu B. Time-course bicep tissue bio-impedance changes throughout a fatiguing exercise protocol. Med Eng Phys. 2019 Jul 1;69:109–15.

16. Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. . Human Kinetics. 1998;

17. GE Healthcare. Prodigy – Bone and Metabolic Health [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 9]. Available from: https://www.gehealthcare.com.br/products/bone-and-metabolichealth/prodigy.

18. Nuzzo JL. Sex differences in skeletal muscle fiber types: A meta-analysis. Clinical Anatomy. 2024 Jan 10;37(1):81–91.

19. Fournier G, Bernard C, Cievet-Bonfils M, Kenney R, Pingon M, Sappey-Marinier E, et al. Sex differences in *semitendinosus* muscle fiber-type composition. Scand J Med Sci Sports. 2022 Apr 20;32(4):720–7.

20. Crill MT, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Hostler D, Ragg KE, et al. FIBER TYPE COMPOSITION OF THE VASTUS LATERALIS MUSCLE OF YOUNG MEN AND WOMEN. Med Sci Sports Exerc. 1999 May;31(Supplement):S328.

21. Trevino MA, Sterczala AJ, Miller JD, Wray ME, Dimmick HL, Ciccone AB, et al. Sexrelated differences in muscle size explained by amplitudes of higher-threshold motor unit action potentials and muscle fibre typing. Acta Physiologica. 2019 Apr 27;225(4).

22. Anderson T, Kearney JT. Effects of Three Resistance Training Programs on Muscular Strength And Absolute and Relative Endurance. Res Q Exerc Sport. 1982 Mar;53(1):1–7.

23. Campos G, Luecke T, Wendeln H, Toma K, Hagerman F, Murray T, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. Eur J Appl Physiol. 2002 Nov 1;88(1–2):50–60.

24. Taniguchi M, Yamada Y, Ichihashi N. Acute effect of multiple sets of fatiguing resistance exercise on muscle thickness, echo intensity, and extracellular-to-intracellular water ratio. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2020 Feb;45(2):213–9.

25. Egan B, Sharples AP. Molecular responses to acute exercise and their relevance for adaptations in skeletal muscle to exercise training. Physiol Rev. 2023 Jul 1;103(3):2057– 170.

26. Li L, Shin H, Li X, Li S, Zhou P. Localized Electrical Impedance Myography of the Biceps Brachii Muscle during Different Levels of Isometric Contraction and Fatigue. Sensors. 2016 Apr 22;16(4):581.

27. Sjogaard G, Adams RP, Saltin B. Water and ion shifts in skeletal muscle of humans with intense dynamic knee extension. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 1985 Feb 1;248(2):R190–6

Tabela suplementar 1. Comparação dos parâmetros L-BIA para a coxa direita, nos momentos pré, pós e minutos após o protocolo de exercício de extensão de joelho a 50% de 1 repetição máxima, separados por sexo.

Masculino	**(50%1RM)**					
R-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1. Baseline	109,2	14,1	2,321	0,148	1x4	0,797
2. Pós	103,1	17,8	**Post hoc**	***p-valor***	2x3	0,147
3.10min	104,8	18,9	1x2	0,601	2x4	1,000
4. 20min	104,0	16,8	1x3	1,000	3x4	1,000
Xc-coxa	***Mediana***	***IQ***	***H***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1. Baseline	23,5	6,5	18,893	< 0,001	1x4	**0,009**
2. Pós	21,7	6,0	**Post hoc**	***p-valor***	2x3	0,492
3.10min	19,3	6,9	1x2	1,000	2x4	**0,034**
4. 20min	19,3	5,1	1x3	0,197	3x4	1,000
AngF-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1. Baseline	12,0	1,9	7,001	0,001	1x4	0,056
2. Pós	12,2	1,3	***Post hoc***	***p-valor***	2x3	0,079
3.10min	11,3	1,4	1x2	1,000	2x4	**0,003**
4. 20min	10,9	1,1	1x3	0,499	3x4	0,561
Feminino						
R-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	136,9	18,8	12,822	< 0,001	1x4	0,309
2. Pós	130,2	18,7	***Post hoc***	***p-valor***	2x3	0,348
3.10min	132,5	18,4	1x2	**< 0,001**	2x4	**< 0,001**
4. 20min	134,5	17,8	1x3	**0,049**	3x4	0,285
Xc-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	27,6	4,6	2,298	0,084	1x4	0,404
2. Pós	27,9	4,5	**Post hoc**	***p-valor***	2x3	0,631
3.10min	26,9	4,1	1x2	1,000	2x4	0,185
4. 20min	26,2	4,4	1x3	1,000	3x4	1,000
AngF-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	11,7	2,0	3,360	0,023	1x4	1,000
2. Pós	12,3	1,6	***Post hoc***	***p-valor***	2x3	0,521
3.10min	11,7	1,8	1x2	0,437	2x4	**0,019**
4. 20min	11,3	1,9	1x3	1,000	3x4	0,962

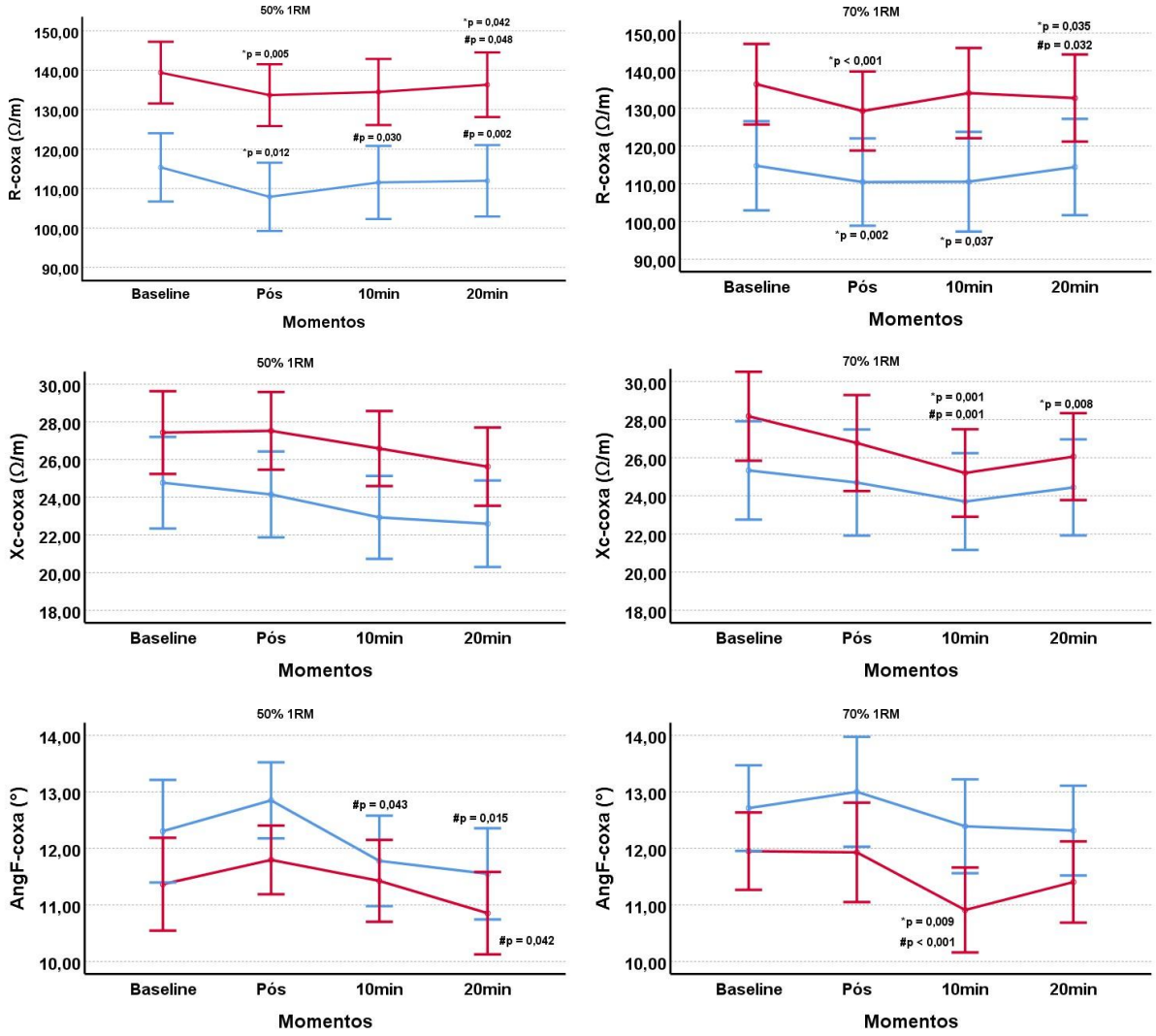
Níveis de significância *p-valor* < 0,05; 1RM: teste de 1 repetição máxima; IQ: intervalo interquatil; R: resistência; Xc: reatância; AngF: ângulo de fase.

Tabela suplementar 2. Comparação dos parâmetros L-BIA para a coxa direita, nos momentos pré, pós e minutos após o protocolo de exercício de extensão de joelho a 70% de 1 repetição máxima, separados por sexo.

Masculino	**(70% 1RM)**					
R-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	105,2	18,8	8,065	< 0,001	1x4	**0,041**
2. Pós	100,6	19,1	***Post hoc***	***p-valor***	2x3	0,575
3.10min	102,0	20,2	1x2	**0,007**	2x4	1,000
4. 20min	101,6	19,7	1x3	0,145	3x4	1,000
Xc-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	22,1	3,4	7,710	< 0,001	1x4	**0,031**
2. Pós	21,3	3,4	**Post hoc**	***p-valor***	2x3	0,163
3.10min	20,2	3,1	1x2	0,697	2x4	0,266
4. 20min	20,0	2,8	1x3	**0,014**	3x4	1,000
AngF-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	12,1	1,5	6,342	0,002	1x4	0,141
2. Pós	12,3	1,6	***Post hoc***	***p-valor***	2x3	**0,032**
3.10min	11,5	1,7	1x2	1,000	2x4	0,108
4. 20min	11,5	1,6	1x3	0,112	3x4	1,000
Feminino						
R-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	135,9	24,5	4,400	0,024	1x4	1,000
2. Pós	129,5	23,5	***Post hoc***	***p-valor***	2x3	0,761
3.10min	132,7	28,7	1x2	**< 0,001**	2x4	**0,007**
4. 20min	134,3	25,3	1x3	1,000	3x4	1,000
Xc-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	29,0	4,9	5,972	0,001	1x4	0,226
2. Pós	27,8	5,7	***Post hoc***	***p-valor***	2x3	**0,034**
3.10min	26,4	5,0	1x2	0,347	2x4	1,000
4. 20min	27,6	4,4	1x3	**< 0,001**	3x4	0,447
AngF-coxa	***Média***	***DP***	***F***	***p-valor***	***Post hoc***	***p-valor***
1.Baseline	12,4	1,7	4,248	0,015	1x4	0,405
2. Pós	12,5	2,3	***Post hoc***	***p-valor***	2x3	**0,006**
3.10min	11,6	2,0	1x2	1,000	2x4	0,745
4. 20min	12,0	1,8	1x3	0,057	3x4	1,000

Níveis de significância *p-valor* < 0,05; 1RM: teste de 1 repetição máxima; IQ: intervalo interquatil; R: resistência; Xc: reatância; AngF: ângulo de fase.

Figura suplementar 1. Comparação dos parâmetros L-BIA para a coxa direita, nos momentos pré, pós e minutos após o protocolo de exercício de extensão de joelho a 50% (coluna da esquerda) e 70% (coluna da direita) de uma repetição máxima (1RM), separados por nível de treinamento (treinados: linhas azuis e não treinados: linhas vermelhas).



Legenda: Valores em média ± desvio padrão. R: resistência, Xc: reatância, AngF: ângulo de fase. *p < 0,05 vs. baseline. #p < 0,05 vs. pós.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo contribuiu para uma melhor compreensão das respostas agudas dos parâmetros da impedância bioelétrica localizada (L-BIA) após exercícios de extensão de joelho com diferentes intensidades. A análise das variações em R-coxa, Xc-coxa e AngF-coxa entre homens e mulheres permitiu identificar padrões distintos de resposta e recuperação, o que reforça o potencial da L-BIA como ferramenta no monitoramento do treinamento de força.

Os resultados demonstram que a L-BIA pode ser utilizada para avaliar, em tempo real, alterações na composição tecidual e no estado fisiológico muscular. Em exercícios de menor intensidade (50% 1RM), observou-se maior sensibilidade da R-coxa nas mulheres e maior variação da Xc-coxa nos homens, enquanto o AngF-coxa reduziu de forma semelhante entre os sexos após 20 minutos. Já na intensidade mais elevada (70% 1RM), ambos os sexos apresentaram quedas imediatas na R-coxa e reduções significativas nos demais parâmetros aos 10 minutos, com tempo de recuperação mais prolongado nos homens.

Esses achados sugerem que a L-BIA pode ser uma ferramenta útil para o acompanhamento da fadiga e da recuperação muscular, favorecendo prescrições de treino mais individualizadas. Futuras investigações podem ampliar esses achados avaliando diferentes populações e protocolos de treinamento prolongados, além de integrar a L-BIA a métodos de imagem, como a ultrassonografia, para uma análise mais aprofundada das características musculares que influenciam os parâmetros bioelétricos e o desempenho de força.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido.

MESTRADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ANÁLISE DA IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA E INDICADORES DE DESEMPENHO EM PRATICANTES DE DIVERSAS MODALIDADES ESPORTIVAS

Pesquisador: Aryanne Hydeko Fukuoka Bueno

Orientador: Ezequiel Moreira Gonçalves

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garante seus direitos como participante e esclarecerá sobre o objetivo da pesquisa, procedimentos a serem submetidos, benefícios previstos e possíveis ricos e incômodos.

Por favor, leia com atenção todo o documento e com calma, caso haja dúvidas, pergunte ao pesquisador, a quaisquer momento, seja antes ou até mesmo depois de assina-lo. Todas as suas dúvidas serão esclarecidas. Caso seja necessário, tem a total liberdade em levar este documento para ler em sua casa, consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar e assinar. Você não terá nenhum tipo de penalização ou prejuízo caso escolha não participar.

De acordo com a resolução CNS Nº 466 de 2012, o participante fica assegurado de ressarcimento, indenização e assistência, ou seja, compensação material de qualquer despesa, cobertura de qualquer possível dano que possa vir a ocorrer durante a pesquisa e assistência imediata e integral até após a pesquisa, caso seja necessário, sem ser atribuído qualquer custo para o mesmo. Deixando claro que você pode recusar ou desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem custo ou prejuízo.

Caso você tenha dúvidas ou denúncias de cunho ético, pode procurar o Comitê de Ética (CEP/UENP, Rod. BR 369, Km 54 - Bandeirantes-PR, CEP 86360-000, Caixa Postal 261, Fone (43)3542-8056, e-mail: cep@uenp.edu.br. Funcionamento de segunda a sexta-feira das 7h30min às 12h e das 13h30min às 17h.

Justificativa e objetivos do estudo: A impedância bioelétrica (BIA) é um aparelho que realiza uma avaliação segura no seu corpo de forma rápida, não é invasiva, sem dor, sem radiação e barata. Os valores obtidos neste exame estão sendo utilizados em diversos contextos dentro da pesquisa científica, como na monitoração de pacientes portadores de alguma doença e no esporte. Isso é possível porque a BIA é sensível ao detectar informações sobre o nível de hidratação corporal e saúde das membranas celulares. Porém, é necessário realizar mais estudos em praticantes de diversas modalidades e indivíduos saudáveis não praticantes, visto que existem poucos estudos sobre esta temática, no qual foi avaliado os parâmetros da BIA pré e pós teste de

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____

desempenho, afim de esclarecer dúvidas sobre a utilidade deste método e possíveis possibilidades de uso. Portanto, o objetivo deste estudo é verificar a associação entre os parâmetros da BIA e indicadores de desempenho entre praticantes de diversas modalidades e indivíduos saudáveis não praticantes.

Procedimentos: A amostra será composta por praticantes de diversas modalidades) por pelo menos 6 meses e indivíduos saudáveis não praticantes, maiores de 18 anos, sendo residentes da região de Jacarezinho/PR. Não podendo apresentar qualquer tipo de doença, limitação e/ou lesão que impossibilite de realizar os testes de desempenho, ou estar fazendo o uso de medicamentos e/ou suplementação que possam interferir nos resultados.

Se você decidir participar do estudo, será submetida a realizar alguns testes e avaliações:

Medidas antropométricas: deverão estar vestidos com roupas de tecidos leves, como camiseta e shorts. Será solicitado que fique em posição ereta, ou seja, em pé olhando para frente, onde será mensurado seu peso corporal através de uma balança e a estatura por meio do estadiômetro, ou seja, um objeto semelhante a uma régua grande. O Índice de Massa Corporal (IMC) será calculado pelo seu peso dividido pela estatura ao quadrado. Todos os cuidados serão tomados quanto a transmissão do COVID-19, no qual você e todos os pesquisadores estarão utilizando máscaras e uso do álcool em gel nas mãos.

Teste de salto vertical: é um teste de potência muscular realizado em uma plataforma, sendo de fácil execução. Será solicitado que fique em pé com as mãos fixas no quadril, e então realizar um salto contra movimento, ou melhor dizendo, você partirá da posição em pé com as mãos fixas no quadril, realizando um movimento para baixo com flexão de quadril, joelhos e tornozelos (como um agachamento), seguido por uma extensão de quadril, joelhos e tornozelos (como saltar), tentando alcançar a maior altura possível, assim, realizando o salto contra movimento. O teste será repetido por três vezes, tendo um intervalo de 2 minutos entre as tentativas. Será higienizado o aparelho com álcool em gel antes e após o teste.

Teste de wingate: é um teste de potência anaeróbia, onde será realizado em um cicloergômetro (bem semelhante a uma bicicleta tradicional). Consiste em pedalar na maior velocidade possível durante 30 segundos com uma carga fixa individualizada correspondente a cerca de 10% da massa corporal, por exemplo, se você pesa 100kg, a carga fixa será de 10kg, ou seja, 10% da sua massa corporal. O aparelho será limpo com álcool em gel antes e após cada teste.

Teste no dinamômetro isocinético: é um teste de força muscular realizado em uma aparelho semelhante a uma cadeira, onde será solicitado que você fique sentado, e posteriormente será colocado faixas de contenção no tronco, cintura e coxa, ou seja, cintos de segurança para que você não caia do equipamento e para que não haja outro tipo de contribuição de força, somente da extensão/flexão de joelho, ou melhor dizendo, ao realizar a movimento de esticar e dobrar a perna. Porém haverá uma força resistindo ao movimento. Deverá ficar sentado, com os cintos ajustados em você, e ao sinal do pesquisador, realizar o

movimento indicado, dobrando e esticando a perna com a maior força e velocidade possível. Vale ressaltar que o equipamento será higienizado com álcool em gel antes e depois de cada teste.

Teste de força máxima (1RM): é um teste de força máxima, ou seja, realizar uma repetição máxima. Para determinar essa repetição máxima, será utilizado um equipamento chamado hack, muito comum nas academias, este equipamento é uma máquina que simula um agachamento, com possibilidade de regular o peso. Será solicitado que você se posicione neste equipamento depois de ser higienizado com álcool em gel, e posteriormente será iniciado o teste na fase excêntrica, ou seja, partir da posição agachada. Você deverá realizar o movimento quantas vezes conseguir, caso realize duas ou mais repetições, o peso será aumentado, até atingir 3 tentativas, se mesmo assim não conseguir encontrar a sua uma repetição máxima, deverá voltar ao laboratório no dia seguinte. Após o teste, o equipamento será limpo com álcool em gel.

Exame da impedância bioelétrica (BIA): Será solicitado que você siga os seguintes protocolos: estar em jejum por pelo menos 4 horas; não ter ingerido alimentos e/ou bebidas cafeinadas ou alcoólicas por 24 horas que antecede o teste; não ter praticado atividade física extenuante menos de 12 horas antes do teste; não estar no período menstrual; não fazer o uso de nenhum diurético por pelo menos 7 dias antes do teste; urinar cerca de 30 minutos que antecede o teste e retirar todos os utensílios de metais (pulseiras, relógios, correntes, brincos, entre outros). Será solicitado que fique deitada em uma maca, longe de qualquer condutor elétrico. Será colocado eletrodos (adesivos com fios) emissores na superfície da mão e do pé (após realizar a limpeza da pele com álcool em gel). O equipamento fará todo o processo de forma segura, rápida e indolor, coletando os dados necessários para a pesquisa. O processo leva menos de 10 minutos. A maca será higienizada antes e após cada avaliação e todos estão de máscara.

Exame da composição corporal na absorciometria por dupla emissão de raios-x (DXA): Será solicitado para que você fique deitado em uma maca (do próprio aparelho) sem a presença de nenhum objeto metálico e ficar sem se mexer, ou seja, realizar o menor tipo de movimento possível, em uma média de sete minutos. Assim que iniciar a avaliação, um pequeno feixe de luz vai fotografar o seu corpo todo e posteriormente transmitir esses dados para o computador. Este exame é indolor e a exposição à radiação é mínima. Antes e após a utilização do aparelho será realizada a higienização, sendo necessário o uso de máscara.

Exame de ultrassonografia da coxa e da panturrilha: Será solicitado para que você fique deitado em uma maca. Um examinador treinado realizará o exame de ultrassonografia, posicionando o ultrassom em cima da sua coxa, e após, sobre sua panturrilha. Será utilizado um gel à base de água em contato com a sua pele para visualizar melhor as imagens. O exame dura aproximadamente 5 minutos, é indolor e ausente de radiação.

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____

Benefícios

Você terá conhecimento de como está seu desempenho de força e potência muscular por meio de equipamentos que são referência de qualidade, sem custo algum. Como também terá seus valores de BIA, a qual fornece informações sobre a hidratação e saúde celular. Avaliação da composição corporal utilizando um equipamento considerado como padrão ouro, ou seja, um exame de referência, tendo informações sobre seu percentual de gordura, massa magra e densidade mineral óssea. Todos os resultados dos exames serão entregues a você, com também orientações para a melhora da saúde física. Você estará contribuindo para o crescimento da pesquisa científica brasileira.

Riscos e Desconfortos

Para que não haja desconforto durante a avaliação, você será avaliada por uma pessoa capacitada, e se preferir, sendo do mesmo sexo. Os dois avaliadores sempre estarão na sala. O exame da BIA não oferece qualquer risco, visto que só necessita que você fique deitada enquanto o exame ocorre. Devido a necessidade de estar em jejum por conta do exame, caso venha a sentir queda de pressão ou mal estar por qualquer outro motivo, estaremos prontos para atende-lo rapidamente, ofertando alimentos e água, bem como leva-lo ao centro de saúde mais próximo, caso seja necessário. O exame do DXA não oferece desconforto, indolor e a exposição à radiação é mínima, apenas é necessário que fique parado por alguns minutos. O teste de salto vertical não oferece risco se for realizado da maneira correta, mas caso se desequilibre ao realizar o movimento de salto e ocorra uma queda, será prestado todo o atendimento imediatamente. O teste de wingate exige um grande esforço, podendo causar náuseas e vômito, e caso você se sinta mal, poderá desistir do teste a qualquer momento, sem nenhum prejuízo, sendo prestado os devidos atendimentos por imediato. O teste de no dinamômetro isocinético não oferece riscos, pois deverá apenas estar sentado e realizar o movimento de esticar e dobrar a perna. O teste de força máxima (1RM) não oferece riscos, pois será realizada em uma máquina, e caso não suporte o peso colocado, terá uma trava de segurança para que não venha a machuca-lo, sem contar que o pesquisador estará presente durante a avaliação e atento para possíveis divergências. Caso ocorra qualquer tipo de queda e/ou mal estardurante os testes de desempenho, será prestado o atendimento imediato e se necessário, será levado até o centro de saúde mais próximo para receber os devidos cuidados, sem custo algum para você. **Todos os protocolos para evitar a transmissão e propagação do COVID-19 serão adotados, como o uso de máscaras e álcool em gel, sendo higienizados todos os equipamentos antes e após cada avaliação, higienização das mãos, bem como manter o distanciamento adequado.** Qualquer outro problema, riscoou dano que venha a surgir decorrente da pesquisa que não esteja previsto neste documento a você, duranteou após as avaliações será realizado o ressarcimento imediatamente.

Sigilo e privacidade

As avaliações proposta pelo estudo somente será realizada com a sua prévia autorização, mediante

a apresentação deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

Todas as informações pessoais, assim como os resultados deste projeto de pesquisa serão mantidos em absoluto sigilo. Se essas informações fornecidas ou os resultados forem utilizados para fins depublicação científica, nenhum nome será mencionado. Sua participação nesta pesquisa é de forma voluntária e você poderá recusar ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem sofrer qualquer penalidade ou prejuízo. Qualquer dúvida ou esclarecimento sobre os procedimentos da pesquisa podem serobtidos pelo e-mail: aryanneuenp@gmail.com ou pelo telefone (15) 99824-0261. Denúncias ou queixas podem ser feitas a qualquer momento ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Os resultados obtidos nesta pesquisa serão disponibilizados quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem sua devida permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter sido esclarecido sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, possíveis riscos e incômodos que esta pesquisa possa acarretar, aceito participar:

Nome do participante:_____Data de nasc.:___/___/_____

Local/data: _____

Endereço:_____Telefone: (___) _____

Responsabilidade do pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma cópia deste documento ao participante. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Assinatura:_____Pesquisador:_____Data:___/_____

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____

ANEXOS

Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ - UENP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DA IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA E INDICADORES DE DESEMPENHO EM PRATICANTES DE DIVERSAS MODALIDADES ESPORTIVAS

Pesquisador: Ezequiel Moreira Gonçalves

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 55537521.7.0000.8123

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.785.241

Apresentação do Projeto:

Conforme declarado na emenda do projeto, versão submetida em 17/04/2024, ¿O pedido de emenda trata-se da inclusão de um grupo controle de indivíduos saudáveis não praticantes de modalidades esportivas na amostra da pesquisa. Esta modificação nos permitirá comparar os resultados entre indivíduos praticantes de diversas modalidades esportivas e indivíduos saudáveis não praticantes, além disso, contribuirá para o melhor entendimento das relações entre a prática esportiva e os parâmetros musculares da análise de impedância bioelétrica (BIA) e da ultrassonografia. Com isso, esperamos verificar se os parâmetros da BIA têm potencial para serem incluídos como uma opção prática e não invasiva da avaliação do desempenho físico. Para que isso ocorra, são necessárias mais informações sobre a influência das características específicas da população, do tipo de exercício realizado e do nível do treinamento físico dos indivíduos. Portanto, essa inclusão ajudará a esclarecer se as alterações fisiológicas, principalmente musculares, que ocorrem em resposta ao treinamento esportivo, podem impactar na relação do comportamento dos parâmetros da BIA e da ultrassonografia com o desempenho físico, justificando o pedido da presente emenda¿.

Objetivo da Pesquisa:

Conforme declarado no projeto de pesquisa (Informações Básicas), versão submetida em 17/04/2024, foi acrescentado o objetivo:

Comparar os resultados dos parâmetros da BIA, da composição corporal, e dos indicadores de

Endereço: Rodovia BR 369, Km 54, s/n., Caixa Postal 261
Bairro: Vila Maria **CEP:** 86.360-000
UF: PR **Município:** BANDEIRANTES
Telefone: (43)3542-8056 **E-mail:** cep@uenp.edu.br

desempenho entre os praticantes de diversas modalidades com um grupo controle de indivíduos saudáveis. Os outros objetivos não foram alterados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
Não foram alterados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
Apresentou Carta Justificativa da Emenda de forma adequada.
Os critérios de inclusão e exclusão abrangem:
Critério de Inclusão:
Ser da região de Jacarezinho/PR (atletas e controles);
Idade entre 18 a 40 anos (atletas e controles);
Praticantes a pelo menos seis meses de alguma modalidade esportiva, com frequência mínima de duas vezes por semana (atletas).
Critério de Exclusão:
Não apresentar o termo de consentimento livre e esclarecido assinado;
Apresentar qualquer tipo doença, de limitação e/ou lesão que impossibilite de realizar o teste ou possa interferir nos resultados;
Estar fazendo o uso de algum tipo de suplemento e/ou medicamento que possa interferir nos resultados dos testes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Conforme informações constantes nos anexos, o protocolo de pesquisa apresenta os termos de apresentação obrigatória:
A- Folha de rosto assinada e carimbada (ADEQUADO);
B- TCLE (ADEQUADO);
C- Projeto completo (ADEQUADO);
D- Termo de anuência do local onde o estudo será desenvolvido (ADEQUADO);
E- Orçamento (ADEQUADO);
F- Cronograma (ADEQUADO);
G- Carta Justificativa da Emenda (ADEQUADO).
Apresentou documentos que contemplam a emenda.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ - UENP

Continuação do Parecer: 6.785.241

Recomendações:

não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há óbices éticos para emenda apresentada.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa-CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n. 466 de 2012 e na Norma Operacional n. 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa.

Após o término da pesquisa encaminhar relatório final ao CEP.

Atenciosamente,

CEP/UENP

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2325968_E2.pdf	17/04/2024 17:24:51		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO.pdf	17/04/2024 17:23:54	Ezequiel Moreira Gonçalves	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	17/04/2024 17:23:42	Ezequiel Moreira Gonçalves	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	CARTA_JUSTIFICATIVA.pdf	17/04/2024 17:19:44	Ezequiel Moreira Gonçalves	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_FINAL.pdf	17/04/2024 17:19:32	Ezequiel Moreira Gonçalves	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TERMO_DE_ANUENCIA_INFRAESTRUTURA.pdf	17/01/2022 11:38:35	Ezequiel Moreira Gonçalves	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	21/09/2021 21:47:16	Ezequiel Moreira Gonçalves	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Rodovia BR 369, Km 54, s/n., Caixa Postal 261
Bairro: Vila Maria **CEP:** 86.360-000
UF: PR **Município:** BANDEIRANTES
Telefone: (43)3542-8056 **E-mail:** cep@uenp.edu.br

Não

BANDEIRANTES, 24 de Abril de 2024

Assinado por:
Emiliana Cristina Melo
(Coordenador(a))

Endereço: Rodovia BR 369, Km 54, s/n., Caixa Postal 261
Bairro: Vila Maria **CEP:** 86.360-000
UF: PR **Município:** BANDEIRANTES
Telefone: (43)3542-8056 **E-mail:** cep@uenp.edu.br