

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE MEDICINA**

**ASSOCIAÇÃO DO ÂNGULO DE FASE COM A SARCOPENIA E SEUS
COMPONENTES EM IDOSOS**

DÉBORA FERREIRA PESSOA

MESTRADO ACADÊMICO

2018

DÉBORA FERREIRA PESSOA

**ASSOCIAÇÃO DO ÂNGULO DE FASE COM A SARCOPENIA E SEUS
COMPONENTES EM IDOSOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde
Orientador: Professor Dr. Erick Prado de Oliveira

UBERLÂNDIA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P475a Pessoa, Débora Ferreira, 1990-
2018 Associação do ângulo de fase com a sarcopenia e seus componentes em idosos [recurso eletrônico] / Débora Ferreira Pessoa. - 2018.

Orientador: Erick Prado de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.3026>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ciências médicas. I. Oliveira, Erick Prado de, 1983-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDU: 61



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE



Ata da defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico Nº 036/PPCSA

Área de concentração: Ciências da Saúde

Linha de Pesquisa 2: Diagnóstico, tratamento e prognóstico das doenças e agravos à saúde.

Projeto de Pesquisa de vinculação: Intervenções nutricionais na Sarcopenia.

Discente: **Débora Ferreira Pessoa** – Matrícula nº **11612CSD008** - Título do Trabalho:

"Associação do Ângulo de Fase com a Sarcopenia e seus Componentes em Indivíduos

Idosos." Às 14:00 horas do dia 30 de agosto do ano de 2018, no anfiteatro do bloco 50 C -

Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia reuniu-se a Banca

Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da

Saúde, assim composta: Professores Doutores: Camila Cremonezi Japur (USP), Geórgia das

Graças Pena (UFU) e Erick Prado de Oliveira (UFU) – orientador da discente. Iniciando os

trabalhos, o presidente da mesa Prof. Dr. Erick Prado de Oliveira apresentou a Comissão

Examinadora e a discente, agradeceu a presença do público e concedeu ao discente a

palavra para a exposição do seu trabalho. A seguir o senhor presidente concedeu a palavra

aos examinadores que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se

desenvolveu dentro dos termos regimentais, em sessão secreta, em face do resultado

obtido, a Banca Examinadora considerou a candidata (X) aprovada () reprovada. Esta

defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à

obtenção do grau de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos

demais requisitos, conforme as normas do Programa, legislação e regulamentação internas

da UFU, em especial do artigo 55 da resolução 12/2008 do Conselho de Pós-Graduação e

Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia. Nada mais havendo a tratar foram

encerrados os trabalhos às 17:00 horas. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada

conforme foi assinada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Erick Prado de Oliveira _____

Profa. Dra. Camila Cremonezi Japur _____

Profa. Dra. Geórgia das Graças Pena _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Valquiria e Rogério, por todo esforço, dedicação e amor devotados à minha formação profissional durante todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus, por transformar este desejo em realidade, pois sem Ele nada seria possível!

Aos meus pais, Valquiria e Rogério, que são as pessoas mais importantes da minha vida, que me ofereceram a melhor educação e valores possíveis, e por me apoiarem nas minhas decisões e empreitadas!

Ao meu orientador, Professor Dr. Erick Prado de Oliveira, pelo direcionamento conferido a mim, contribuindo significativamente para o meu aprendizado!

A todas as pessoas que estiveram ao meu lado, agradeço pelo carinho, e aos colegas do grupo de pesquisa que contribuíram de alguma forma com este projeto, obrigada pela chance de podermos trocarmos conhecimentos e experiências!

*“Só há uma coisa na vida que precisamos aprender,
e ninguém ensina isso nas escolas: A capacidade de suportar!”*

Clarice Lispector

“Dificuldades preparam pessoas comuns para destinos extraordinários!”

C. S. Lewis

RESUMO

Introdução: O ângulo de fase (AF) é um marcador de "saúde celular" e tem sido associado à massa e força muscular em várias populações. No entanto, ainda não está clara a associação do AF com a sarcopenia e seus componentes em idosos fisicamente ativos. **Objetivo:** Associar o AF à sarcopenia e seus componentes em idosos fisicamente ativos. **Materiais e métodos:** Foi realizado estudo transversal com 118 idosos fisicamente ativos, onde 79,7% da amostra foram de mulheres. O AF e a massa muscular foram avaliados por bioimpedância elétrica. A força muscular foi medida pela força de preensão manual (FPM) usando um dinamômetro manual. A capacidade funcional foi avaliada pelo teste de caminhada de 4 metros. A sarcopenia foi diagnosticada de acordo com o Consenso Europeu sobre Definição e Diagnóstico de Sarcopenia. Os participantes foram avaliados mediante os valores de AF, de acordo com os tercís, sendo que os indivíduos foram divididos em dois grupos: 1º versus 2º e 3º tercís, segundo o sexo. Os idosos do primeiro tercil foram considerados com baixo AF, sendo os valores $< 6,5^\circ$ e $< 5,7^\circ$ para homens e mulheres, respectivamente. **Resultados:** O AF não esteve associado à sarcopenia [OR = 1,90 (0,698-5,177)], índice de massa muscular [OR = 1,75 (0,620-4,937)], FPM [OR = 1,98 (0,171 - 22,998)] e velocidade de caminhada [OR = 0,77 (0,230-2,572)]. Além disso, o AF também não foi associado à sarcopenia e seus componentes quando as mulheres foram avaliadas separadamente. Na análise de correlação também não foi encontrada associação do AF com a massa muscular ($r = -0,01$, $p = 0,960$), índice de massa muscular ($r = -0,05$; $p = 0,619$), FPM ($r = 0,16$; $p = 0,098$) e velocidade de caminhada ($r = 0,08$) $p = 0,417$) na amostra total. No entanto, quando as mulheres foram analisadas separadamente, o AF mostrou uma correlação fraca com a velocidade de caminhada ($r = 0,24$, $p = 0,023$) e, após análise de regressão linear múltipla, o AF foi capaz de prever as variações na velocidade de caminhada em 3,9 %. **Conclusão:** O AF não se associou à sarcopenia e seus componentes em idosos fisicamente ativos. Além disso, embora o AF tenha se correlacionado com o teste de velocidade da marcha em mulheres idosas, o significado biológico dessa associação é questionável, pois o poder de predição foi baixo (3,9%).

Palavras-chave: Bioimpedância elétrica; Massa muscular; Função muscular; Envelhecimento.

ABSTRACT

Introduction: Phase angle (PhA) is a marker of "cellular health" and has been associated with muscle mass and strength in several populations. However, it is still not well known the association of PhA with sarcopenia and its components in physically active older adults. **Objective:** Associate PhA with sarcopenia and its components in physically active older adults. **Methods:** A cross-sectional study was performed with 118 physically active older adults (79.7% of women). PhA and muscle mass were assessed by bioelectrical impedance. Muscle strength was measured by handgrip strength (HGS) using a manual dynamometer. Functional capacity was evaluated by 4-meters walking test. Sarcopenia was diagnosed according to the European Consensus on Definition and Diagnosis of Sarcopenia. Participants were evaluated according to the PhA tercile. The individuals were divided into two groups: 1st vs. 2nd and 3rd terciles, according to sex. The individuals in the first tercile were considered having low PhA, being the values $<6.5^\circ$ and $<5.7^\circ$ for men and women, respectively. **Results:** PhA was not associated with sarcopenia (OR = 1.90 (0.698-5.177)), muscle mass index (OR = 1.75 (0.620-4.937)), HGS (OR = 1.98 (0.171 - 22.998)) and walking speed (OR = 0.77 (0.230-2.572)). In addition, PhA was also not associated with sarcopenia and its components when women were evaluated separately. PhA was not correlated with muscle mass ($r = -0.01$, $p = 0.960$), muscle mass index ($r = -0.05$; $p = 0.619$), HGS ($r = 0.16$; $p = 0.098$) and walking speed ($r = 0.08$, $p = 0.417$) in total sample. However, when women were analyzed separately, PhA showed a weak correlation with walking speed ($r = 0.24$, $p = 0.023$) and, after multiple linear regression analysis, PhA was able to predict the variations in walking speed by 3.9%. **Conclusion:** PhA was not associated with sarcopenia and its components in physically active older adults. In addition, although PhA was correlated with walking speed test in older women, the biological meaning of this association is questionable since the power of prediction was low (3.9%).

Key-words: bioimpedance, muscle mass, muscle function, aging.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figure 1. Flow-chart of the participants.	37
---	----

LISTA DE TABELAS

Table 1. Characteristics of the participants according to phase angle cut-off point (per tercil).	33
Table 2. Pearson correlation between phase angle (dependent variable) and components of sarcopenia.	35
Table 3. Logistic regression analysis of phase angle (dependent variable) and components of sarcopenia.	36
Table 4. Multiple linear regression analysis of phase angle (dependent variable) with components of sarcopenia and confounding factors.	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MM	Massa Muscular
AF	Ângulo de Fase
BIA	Bioimpedância Elétrica
MLG	Massa Livre de Gordura
IMC	Índice de Massa Corporal
DEXA	Absortometria Radiológica de Dupla Energia
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
FPM	Força de Preensão Manual
IMM	Índice de Massa Muscular
PhA	Phase Angle
BMI	Body Mass Index
WC	Waist Circumference
HGS	Hand Grip Strength
MM	Muscle Mass
MMI	Muscle Mass Index
WS	Walking Speed
DXA	Dual-energy X-ray Absorptiometry
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1. Processo de envelhecimento, estado nutricional, composição corporal e atividade física	12
2.2. O envelhecimento, a sarcopenia e seus componentes	13
2.3. Ângulo de fase, sarcopenia e seus componentes	15
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo Geral	17
3.2. Objetivos Específicos	17
Artigo: Association of phase angle with sarcopenia and its components in physically active older adults.	18
Original article	19
Abstract	20
Introduction	21
Methods	22
Results	25
Discussion	26
References	30
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE 1	43
APÊNDICE 2	44
ANEXO.....	45

1. Introdução

Atualmente, é possível verificar cada vez mais uma mudança no perfil demográfico da população em todo o mundo, com o aumento do envelhecimento populacional. Segundo a Organização Mundial da Saúde, em 2025 haverá aproximadamente 1,2 bilhão de pessoas com mais de 60 anos no mundo, já no Brasil em 2050 ¹, um em cada três brasileiros será classificado como idoso, sendo que em aproximadamente 8 décadas, a expectativa de vida aumentou dos 45 para os 75 anos de idade ². Deste modo, o envelhecimento deve ser uma experiência positiva, uma maior longevidade deve ser acompanhada por processos que proporcionem estilo de vida saudável ¹. Ao analisar estes pontos, é importante considerar a sarcopenia, uma síndrome que pode manifestar-se no decorrer do envelhecimento, e nela ocorre a perda de massa muscular (MM) associada à diminuição da sua função, podendo ser de força muscular e/ ou desempenho físico ³. Assim, em decorrência, estes idosos podem ser acometidos de alterações funcionais que aumentam o risco de quedas, fraturas ⁴, lesões, osteoporose, duração do tempo de internação, readmissão hospitalar e o risco de morte ⁵. Sendo que, podem ser consideradas como principais causas da sarcopenia a degeneração da junção neuromuscular, aumento da proteólise, alterações hormonais, aumento de citocinas pró-inflamatórias, redução da síntese de proteínas, inatividade física, e aumento do estresse oxidativo ⁶. Também é importante enfatizar que a força muscular é necessária para ações cotidianas, como levantar, caminhar e recuperação após um desequilíbrio, assim, é fundamental a manutenção desta função.

Neste cenário, aparece o ângulo de fase (AF), uma variável derivada da Bioimpedância Elétrica (BIA), um método não invasivo, barato e portátil, o qual é calculado através da resistência oferecida pelo corpo ao fluxo de uma corrente elétrica e é inversamente relacionado com a água e o conteúdo de eletrólitos do tecido ⁷. Assim, o AF é definido como o valor tangencial entre os valores de resistência e reactância ⁸ e ele pode ser utilizado como um parâmetro de saúde celular ⁹, qualidade da dieta ¹⁰, massa e função muscular ^{11,12}, inflamação ¹³ e pode ser considerado como indicador do estado nutricional ¹⁴. Também já foi demonstrado que ele pode ser utilizado como indicador de qualidade de vida, de prognóstico e morbimortalidade, sendo adotado no diagnóstico de alterações funcionais e morfológicas ¹⁵. Adicionalmente, têm sido realizados estudos com o objetivo de investigar a

associação entre o AF com a sarcopenia, como também com os seus componentes, um exemplo é em relação a MM, onde um estudo demonstrou que indivíduos com valores considerados adequados de MM tiveram menor chance de ter baixo AF ¹⁰. Já ao se considerar a sarcopenia, em outro estudo foi constatado que indivíduos com baixo AF tiveram aproximadamente 4 vezes maior chance de apresentar esta síndrome ¹⁶. Porém esta relação ainda é contraditória na literatura, pois em outro estudo realizado com idosos hospitalizados não foi possível verificar associação entre o AF e a sarcopenia ¹⁷.

Deste modo, podemos perceber que o significado biológico do AF ainda não está totalmente compreendido, havendo, a divergências se ele pode ser ou não um preditor da sarcopenia. Assim, é importante mais estudos onde, possam ser avaliados idosos brasileiros aparentemente saudáveis, pois a maioria dos estudos avaliam estas variáveis em indivíduos hospitalizados.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Processo de envelhecimento, estado nutricional, composição corporal e atividade física

O aumento na expectativa de vida da população é observado em muitos países, levando à transição demográfica, e o Brasil segue esta tendência, com um progressivo crescimento no número de idosos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística a população idosa vai triplicar no país, passando de 19,6 milhões em 2010, para 66,5 milhões de pessoas em 2050 ¹⁸. O processo de envelhecimento eleva a atenção com a saúde e qualidade de vida, sendo uma preocupação de saúde pública, já que é acompanhado de alterações mentais, sociais, econômicas, biológicas e fisiológicas ¹⁹. Aspectos importantes que devem ser observados na velhice são a presença de morbidade, a composição corporal e a manutenção da capacidade funcional, pois, permitem que os indivíduos desfrutem de bem-estar e independência.

A população idosa é muito diversificada, varia de indivíduos aptos, ativos e saudáveis até idosos que são extremamente frágeis, totalmente dependentes, com doenças crônicas e graves deficiências. É importante ponderar sobre as alterações que podem ocorrer, pois influenciam diretamente na saúde, já que a manifestação de determinadas doenças nesta população é maior, e isto interfere diretamente no estado nutricional. Outro ponto a ser considerado são as mudanças na composição corporal que acometem estes indivíduos durante o envelhecimento ²⁰. Acredita-se que a massa gorda (MG) corporal aumente até por volta dos 75 anos de idade e depois deste período haja a sua diminuição ou estabilização ^{20, 21}. É importante lembrar que este fator, principalmente quando há um grande acúmulo na região abdominal, está diretamente associado ao aumento do risco de acidente vascular encefálico, dislipidemias, *diabetes mellitus*, entre outras enfermidades que usualmente já atingem estes indivíduos ²⁰. A massa livre de gordura (MLG) inclui músculos, órgãos, tecidos, pele e osso e já foi demonstrado que ela diminui com a idade, e isto é atribuível a uma redução do músculo esquelético e na densidade mineral óssea ¹⁹. Diferentemente da MG a MM depois de atingir um pico nos primeiros anos da vida adulta ela começa a diminuir gradativamente, começando este processo por volta dos 45 anos ²². A massa muscular é muito importante por causa da relação com a função física, força e morbidade. Uma perda de 10% de tecido magro em adultos saudáveis pode prejudicar

a imunidade, aumentar o risco de infecção e estar associado com aumento da mortalidade ¹⁹.

Outro ponto que também deve ser considerado, é o isolamento social, este pode impactar nos hábitos alimentares, na disponibilidade dos alimentos e na qualidade das refeições, juntamente com isto, a perda de dentes, diminuição nos sentidos do olfato e paladar levam ao aumento do risco nutricional nestes indivíduos. Como também a diminuição do apetite e da digestão, devido ao esvaziamento gástrico lento, o aumento das citocinas pró-inflamatórias e alteração nos níveis hormonais e de eletrólitos ²³. Como também deve ser pensar sobre a individualidade e particularidade de cada idoso, como exemplo, não se pode comparar a dificuldade apresentada por uma pessoa com incapacidade de preparar a própria comida e que vive sozinho com aquela que têm a presença de cuidadores em tempo integral ¹⁹.

Os comportamentos de saúde, como hábito alimentar e atividade física regular, são favoravelmente associados também à força nos membros inferiores, a massa magra, ao risco de doenças cardiovasculares e de mortalidade ²⁴. E ao refletirmos sobre a tendência moderna ao sedentarismo surge um alerta, pois os estudos sugerem que a inatividade tem efeitos deletérios à saúde ²⁵. Evidências têm sido apresentadas de que mortes por doenças não transmissíveis em todo o mundo podem ser atribuídas a inatividade física ²⁶. Em 2007, 3 a 5 milhões de mortes em todo o mundo, causadas por doenças não transmissíveis poderiam teoricamente ter sido evitadas se as pessoas fossem consideradas suficientemente ativas ²⁶.

2.2. O envelhecimento, a sarcopenia e seus componentes

A progressão no número de idosos mostra que são essenciais mais estudos, ampliando nossos conhecimentos sobre os processos e desenvolvendo métodos eficientes para promoção de saúde, prevenção e tratamento de doenças que acometem esta população ²⁷. Neste cenário consideramos a síndrome sarcopenia, este termo tem origem grega, em que “sarco” corresponde a músculo e “penia” a perda, assim tem como significado a perda de músculo, lembrando que inicialmente somente a depleção muscular era considerada, não sendo considerada a função muscular ²⁸. Atualmente, conceituamos a sarcopenia como uma síndrome onde os indivíduos apresentam perda de massa muscular juntamente com a diminuição da função muscular (força muscular e / ou desempenho físico), decorrente do processo de envelhecimento ³. Ela tem sido citada como um dos principais fatores ligados ao

declínio que ocorre nesta fase da vida, pois está relacionada ao comprometimento funcional, deficiências, quedas e perda da independência nestes indivíduos ²⁹. E como já dito anteriormente, os comportamentos do estilo de vida influenciam neste processo, como o sedentarismo, nutrição inadequada e a presença de doenças, pois poderão ter ações negativas na capacidade muscular ³⁰. Na década de 1970 já eram estudadas as alterações ocorridas no decorrer do envelhecimento, e foi verificado já nesta época o declínio da massa magra corporal com a idade e seu efeito na deambulação e mobilidade, sendo observados também o nível da ingestão de energia e nutrientes e o declínio da função ao longo das décadas ²⁸. O que já demonstrava para os estudiosos a importância de verificar a presença de déficit funcional (físico, mental e/ ou social), na avaliação dos indivíduos, pois se estiver presente exercerá papel fundamental em todo o processo saúde-doença, influenciando nas decisões multiprofissionais e no prognóstico do paciente.

Os efeitos prejudiciais do processo de envelhecimento no sistema neuromuscular podem ser prontamente demonstrados medindo a perda de massa e força muscular ³⁰. Tem sido sugerida uma associação positiva entre o tempo total de sedentarismo e a prevalência de sarcopenia em idosos, independentemente dos níveis de atividade física. É possível verificar também que a inatividade pode dificultar a capacidade do músculo esquelético em responder aos efeitos anabólicos da nutrição, inclusive, estudos já demonstraram diferenças no desempenho e no diâmetro de fibras musculares quando se compararam indivíduos idosos ativos com os sedentários ³⁰. O tecido muscular também é um importante contribuinte para outras funções corporais, como taxa metabólica de repouso, manutenção de temperatura, regulação da glicemia e proteção de estruturas internas como ossos, órgãos, nervos e vasos sanguíneos ²⁷. A perda de MM com a idade é um dos principais contribuintes para a diminuição da força em idosos, ela está ligada diretamente com o tamanho do músculo, então a perda de MM resultará em perda de força ³¹. Esta também parece ser um componente crítico na manutenção da função física, na mobilidade e vitalidade na velhice, sendo fundamental identificar fatores que contribuam para a perda de força nesta população ²⁷, pois a função muscular é um fator de risco independente para a mortalidade em idosos ³¹. Visando identificar idosos em estágio pré-clínico da incapacidade física é necessário utilizar testes que estimem a MM e meçam a força e desempenho físico. A adição da avaliação funcional no tradicional exame clínico fornece informações fundamentais na avaliação global desta população, já que a

incapacidade acomete cada vez mais os idosos, afetando suas famílias e o sistema de saúde ³².

2.3. Ângulo de fase, sarcopenia e seus componentes

A avaliação da composição corporal é muito importante para a avaliação do estado nutricional e do risco nutricional dos indivíduos. Atualmente são considerados como métodos padrão-ouro para a avaliação da composição corporal a ressonância magnética e a tomografia computadorizada, havendo também a técnica validada de absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), porém estes meios são considerados de alto custo, não sendo assim, muito utilizados na prática clínica ³³. Outro método é a avaliação da biompedância elétrica (BIA), que é uma técnica não invasiva, rápida, portátil, relativamente barata e com boa reprodutibilidade, também é um método que tem boa correlação com os métodos padrão-ouro ³⁴. A BIA mede a oposição que os tecidos corporais exercem ao fluxo de uma baixa corrente alternada, ela fornece uma estimativa da água corporal total e com este valor pode-se então estimar outros componentes corporais, como a massa livre de gordura e gordura corporal ³⁵. Quanto maior o teor de água no tecido, menor é a resistência à corrente, deste modo, tecidos com muita água, como o músculo são discriminados dos que contém menores porcentagens de água, como, gordura e osso. Já a reatância determina a quantidade de energia que um tecido pode acumular; sendo então, a impedância resultado da soma vetorial destes dois componentes ³⁶.

O AF é obtido através da própria avaliação de BIA com base no arco tangente gerado da razão da resistência sobre a reatância ($\text{resistência} / \text{reatância} \times 180^\circ / \pi$), assim, o seu valor não é dependente de equações ³⁴. Ao se considerar uma população saudável, o AF varia de acordo com a idade, o sexo e IMC. Um maior valor de AF sugere maior quantidade de células e/ ou melhor saúde celular, enquanto menor AF sugere perda celular ou redução da integridade de membrana. Em doenças como, o câncer, insuficiência cardíaca e HIV / SIDA, por exemplo, o AF encontra-se reduzido, pois está associado a níveis de inflamação, desnutrição e inatividade física, além de ser um forte indicador funcional e de prognóstico de pacientes ³⁷.

Desta maneira, estudos têm sido realizados para investigar quais variáveis poderiam ser consideradas preditoras do AF, sendo encontradas a idade, raça, altura, massa livre de gordura e a relação entre água extracelular e a água intracelular, como os principais fatores associados ao AF, sendo que eles afetaram em

aproximadamente 50% as suas variações³⁸. Está sendo estudada também a relação entre o AF com a sarcopenia e seus componentes, com o objetivo de verificar se ele pode ser um preditor desta síndrome. O AF já foi relacionado com a MM e com a redução de força em pacientes idosos, independentemente de vários fatores de confusão, como a idade, representando assim, um meio de detectar preventivamente a sarcopenia, onde a MM e força foram associadas a menores taxas de sobrevivência¹¹. Em outro estudo os resultados demonstraram que um baixo valor de AF foi independentemente associado à detecção da sarcopenia em idosos hospitalizados e em acompanhamento ambulatorial³⁹. Já em um estudo mais recente, o AF foi considerado um indicador impreciso na identificação da sarcopenia e teve baixa capacidade preditiva para explicar a MM, força muscular e capacidade funcional em idosos hospitalizados¹⁶.

Considerando o que foi visto anteriormente, nós criamos a hipótese de que o AF estaria associado com a sarcopenia e seus componentes em indivíduos idosos fisicamente ativos e que ter menor AF estaria associado ao maior risco de ter sarcopenia e/ ou de ter seus componentes alterados. Como ainda não está clara esta relação e a maioria dos estudos foi realizada com indivíduos internados ou em acompanhamento ambulatorial, objetivamos saber a relação entre estas variáveis em pessoas com idade acima dos 60 anos. Conjuntamente, pretendemos verificar se este método pode ser utilizado como preditor da sarcopenia, já que atualmente são necessárias diversas avaliações conjuntas para o diagnóstico final da sarcopenia. Tendo como justificativa do trabalho, compreender se este método de avaliação pode ser utilizado nesta população para avaliação da massa e função muscular.

3. Objetivos

3.1. Objetivo Geral

- Associar o ângulo de fase com a sarcopenia e seus componentes em indivíduos idosos.

3.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a prevalência de sarcopenia nos indivíduos idosos estudados;
- Avaliar a massa muscular nos indivíduos idosos estudados;
- Avaliar a força muscular nos indivíduos idosos estudados;
- Avaliar o desempenho físico nos indivíduos idosos estudados.

Artigo: Association of phase angle with sarcopenia and its components in physically active older adults.

Original article

Association of phase angle with sarcopenia and its components in physically active older adults

Débora F. Pessoa¹, Flávia M. S. de Branco¹, Aline S. dos Reis¹, Larissa S. Limírio¹, Lorena de P. Borges¹, Cinthia D. Barbosa¹, Ana Carolina Kanitz², Erick P. de Oliveira^{1*}

¹ School of Medicine. Federal University of Uberlandia (UFU). Uberlandia. Minas Gerais. Brazil.

² School of Physical Education and Physiotherapy. Federal University of Uberlandia (UFU). Uberlandia. Minas Gerais. Brazil.

*Corresponding author:

Erick P. de Oliveira

Av. Pará, nº 1720 Bloco 2U Campus Umuarama

Zip code: 38400-902 Uberlandia-MG. Brazil

Fone: +55 34 3325-8584

e-mail: erick_po@yahoo.com.br

Abstract

Background and aims: Phase angle (PhA) is a marker of "cellular health" and has been associated with muscle mass and strength in several populations. However, it is still not well known the association of PhA with sarcopenia and its components in physically active older adults. Thus, the aim of the present study was to associate PhA with sarcopenia and its components in physically active older adults.

Methods: A cross-sectional study was performed with 118 physically active older adults (79.7% of women). PhA and muscle mass were assessed by bioelectrical impedance. Muscle strength was measured by handgrip strength (HGS) using a manual dynamometer. Functional capacity was evaluated by 4-meters walking test. Sarcopenia was diagnosed according to the European Consensus on Definition and Diagnosis of Sarcopenia. Participants were evaluated according to the PhA tercile. The individuals were divided into two groups: 1st vs. 2nd and 3rd terciles, according to sex. The individuals in the first tercile were considered having low PhA, being the values $<6.5^\circ$ and $<5.7^\circ$ for men and women, respectively.

Results: PhA was not associated with sarcopenia (OR = 1.90 (0.698-5.177)), muscle mass index (OR = 1.75 (0.620-4.937)), HGS (OR = 1.98 (0.171 - 22.998)) and walking speed (OR = 0.77 (0.230-2.572)). In addition, PhA was also not associated with sarcopenia and its components when women were evaluated separately. PhA was not correlated with muscle mass ($r = -0.01$, $p = 0.960$), muscle mass index ($r = -0.05$; $p = 0.619$), HGS ($r = 0.16$; $p = 0.098$) and walking speed ($r = 0.08$, $p = 0.417$) in total sample. However, when women were analyzed separately, PhA showed a weak correlation with walking speed ($r = 0.24$, $p = 0.023$) and, after multiple linear regression analysis, PhA was able to predict the variations in walking speed by 3.9%.

Conclusion: PhA was not associated with sarcopenia and its components in physically active older adults. In addition, although PhA was correlated with walking speed test in older women, the biological meaning of this association is questionable since the power of prediction was low (3.9%).

Key-words: bioimpedance, muscle mass, muscle function, aging.

Introduction

The national policy [1] and statute of older adults [2] defined older adults as aged 60 years or more and demographic data has shown an increase in aging population. According to the World Health Organization, in 2025 there will be approximately 1.2 billion people over 60 years in the world [3] and the Brazilian Institute of Geography and Statistics estimates that the older population will triple in the country, rising from 19.6 million in 2010 to 66.5 million in 2050 [4].

Sarcopenia is among the main consequences of aging and is characterized by the muscle mass loss associated with a decrease in its function (strength and/ or functional capacity) [5]. Degeneration of the neuromuscular junction, hormonal changes, increased proinflammatory cytokines, reduced protein synthesis, physical inactivity, and increased oxidative stress are the major causes of this syndrome [6]. Sarcopenia and its components are considered an independent risk factor for adverse outcomes in older individuals, such as osteoporosis, increased risk of falls, fractures [7] and death [8-10], being an important public health problem [6]. Thus, simpler parameters that can predict sarcopenia and its components can be useful in clinical practice.

Phase angle (PhA) is a variable derived from bioelectrical impedance, and is defined as the arc tangent value between resistance and reactance [11]. PhA has been used as a parameter of cellular health [12], cell membrane integrity [12], indicator of nutritional status [13], diet quality [14] and inflammation [15]. In addition, several studies have been associated PhA with sarcopenia [16, 17] and its components, such as muscle mass [14, 18], handgrip strength (HGS) [18, 20], and walking test [19, 21] in several populations, including older adults. To the best of our knowledge, only two studies evaluated the association of PhA with sarcopenia, but the results are contradictory, whereas one study showed association [16], while another not [17]. In addition, none of these studies evaluated the association of sarcopenia and its components in active older adults, being the majority of the studies performed with hospitalized individuals [19, 20]. In this way, it is important to understand the biological meaning of PhA, since it is not fully understood and there is still no consensus whether PhA is a predictor of sarcopenia. Thus, the aim of this study was to associate PhA with sarcopenia and its components in physically active older adults.

Methods

Participants

This was a cross-sectional study with a convenience sample conducted at Federal University of Uberlandia performed between July 2017 and March 2018. We evaluated 118 older adults who were part of a physical exercise program. The individuals had a weekly physical exercise routine and periodic assessments, with 55.4% of the elderly practicing water aerobics, 24.2% resistance exercise, 12.1% pilates, 4.5% yoga and 3.8% dance. The individuals who performed the exercise protocol, were over 60 years and performed all necessary assessments were included in the present study. The individuals unavailable to evaluate the PhA, muscle mass, muscle function, physical performance were excluded from the study. Of the 260 project participants, 123 were evaluated, but 19 were excluded due to lack of data for the diagnosis sarcopenia or hydration. This study was approved by Federal University of Uberlandia Research Ethics Committees (protocol number 2.634.259). The individuals signed a written consent after previously being informed about study procedures. Sociodemographic characteristics such as age, education level, gender, previous diseases and current diseases were collected.

Assessments

Anthropometry

Body weight was measured by Marte ® portable digital scale, model LC 200 (Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, Brazil) with a precision of 50 g. Height was measured by a vertical stadiometer with a precision of 0.5 cm. After these measurements, the Body Mass Index (BMI) was calculated (body weight / height ²) and the Lipchitz score for the older adults was used to classify the for BMI classification [22]. Waist circumference (WC) was measured with an inelastic tape and performed at the midpoint between the last rib and the iliac crest [23].

Phase angle (PhA) and body composition

Phase angle and body composition were assessed using an electrical bioimpedance Biodynamics ® 450, version 5.1 (TBW Importadora Ltda., São Paulo,

Brazil) with a low intensity electric current of 800 μ A and single frequency of 50 kHz. The volunteers were instructed to perform an overnight fasting (12 hours before the exam), to avoid intense physical activity, caffeine and alcoholic beverages intakes during the previous day. In addition, 30 minutes prior to the exam, the volunteers were instructed to empty the bladder to ensure the adequate hydration and to be free of metal objects. During the electrical bioimpedance exam, the participants were placed in supine position, with arms and legs away from the body. The electrodes were positioned on the right side of the body, on the wrist, hand, ankle and foot at points previously established [12]. The PhA was calculated by the equation $[(\text{reactance} / \text{resistance}) * 180 / \pi]$. The individuals were divided into two groups: 1st vs. 2nd and 3rd terciles, according to sex. The individuals in the first tercile were considered having low PhA, being the values $< 6.5^\circ$ and $< 5.7^\circ$ for men and women, respectively. The muscle mass (MM) was estimated in kilograms by Janssen et al. [24] equation. The muscle mass index (MMI) was calculated by $\text{MM (kg)} / \text{height}^2$ [25]. Fat-free mass and body fat mass were calculated by using Segal et al. [26] equation.

Handgrip strength (HGS)

The HGS was measured by a manual hydraulic dynamometer (Jamar® Sammons Preston, Bolingbrook, USA), previously calibrated. During the HGS evaluation, the participants were seated with the arm in neutral rotation, elbow flexed at 90° , with forearm and wrist also in neutral rotation, according to the recommendation of the American Society of Hand Therapists [27]. The dynamometer rod was positioned between the second phalanges of the fingers (indicator, medial and annular). At the beginning of the test, the pointer was placed in position zero and after the voice command, the participant had to perform the maximum force to bring the two rods of device the closer. Three measurements were performed on the dominant hand with 20 seconds of rest interval and the highest value of the three measurements was used [28, 29].

Functional capacity

To assess functional capacity, the 4-meters speed walking test was performed. The test was performed in a flat ground and with an adhesive tape marking six meters

on the floor (1 meter for the acceleration zone, 4 meters from the test and 1 meter of the deceleration zone). It was demonstrated to the participant how to perform the test and explained that it should be performed in its usual speed walk, before the beginning of the test. The participant was positioned with the tip of the feet touching the starting line, then the evaluator instructed the participant to walk to the other end of the tape. The test was repeated twice without rest and the attempt performed in a shorter time was considered to calculate the walking speed (WS).

Sarcopenia diagnosis

Sarcopenia diagnosis was performed according to the European consensus diagnostic criteria for sarcopenia [5]. Muscle mass was classified according to MMI, considered low when $< 10.76 \text{ kg/m}^2$ (men) and $< 6.76 \text{ kg/m}^2$ (women). HGS was considered altered when $< 30 \text{ kg}$ for men and $< 20 \text{ kg}$ for women, however, as none of the elderly women reached this value, they were divided into tertiles and values $< 5 \text{ kg}$ (tercil 1) for them were considered inadequate. Functional capacity, accessed by the 4-meter walking test, was considered low when the speed was $< 0.8 \text{ m/s}$. Pre-sarcopenia was considered in individuals who had low MM, but normal muscle strength and physical performance. Sarcopenia was diagnosed in individuals who presented low MM plus low strength or functional capacity. Severe sarcopenia was considered when low MM, strength and functional capacity was noted [5].

Statistics

The continuous variables were described as mean and standard deviation, median and tercile; whereas the categorical variables were shown in percentage. Kolmogorov-Smirnov test was performed to analyze the normality of the data. Student's t-test and Mann-Whitney was used parametric and non-parametric variables, respectively. Chi-square test was used to compare the values in percentage. To correlate the PhA with sarcopenia components (MM, MMI, HGS and WS) Pearson's correlation was performed. Furthermore, logistic regression analysis was performed to evaluate the odds of the individuals with low PhA (first vs. second and third tercile) present sarcopenia, low MMI, HGS and WS. Both analyzes were performed in four

models: Model 1: crude; Model 2: adjusted for age; Model 3: adjusted for age and sex; Model 4: adjusted for age, sex, height and WC. When women were evaluated separately, the models 3 and 4 were not adjusted for sex. In addition, multiple linear regression analysis was performed with the inclusion of PhA as a dependent variable and as independent variables the components of sarcopenia and the confounding factors were used. The analyzes were performed using Statistica 6.0 and MedCalc 11.1 softwares. Significance level used was $p\text{-value} < 0.05$.

Results

The final sample of the study was composed of 118 older individuals (Figure 1). The majority of the individuals was female (79.7%, $n = 94$), the mean age of all participants was 71 ± 7 years; 1.8% of them were classified as pre-sarcopenic ($n = 2$); 47.4% as sarcopenic ($n = 56$) and of these 4.2% were severe sarcopenic ($n = 5$). The individuals with low PhA presented lower capacitance, reactance and body cell mass; and higher age, amount of extracellular body mass and extracellular water when compared with the individuals with higher PhA values, both in the whole population and for women. No differences were found between the groups for the components of sarcopenia (MMI, HGS and WS) or the other parameters evaluated, such as BMI and WC (Table 1).

PhA was positively correlated with MM (kg) in the crude model and after adjustments for age (model 2), but the significance was lost after adjustments for sex, height and WC (models 3 and 4). Furthermore, PhA was correlated with MMI and HGS in the crude model and when adjusted for age and sex, but no association was found in model 4. No correlation was found between PhA and WS in all models when in the whole sample. However, when only women were evaluated, there was a correlation between PhA and WS in the unadjusted model, as well as in model 4 (adjusted for age, height and WC) (Table 2).

When all sample was evaluated, the individuals with low PhA had higher odds to present sarcopenia in the crude model and after adjustments for age and gender (model 3). However, the association was lost after the inclusion of height and WC in the adjustments (model 4). PhA was also not associated with the components of sarcopenia in all models in the whole sample. When analyzed only women, PhA was

associated with sarcopenia and MMI in models 1 and 2, but the significance was lost when adjusted for height and WC (model 4). Furthermore, PhA was not associated with HGS and WS in all models (Table 3).

The components of sarcopenia and the confounding factors used in the present study were added in the multiple linear regression analysis. PhA was only associated with the confounding factors evaluated (age, sex, height and WC) and no association was found with the components of sarcopenia, evaluating the whole sample. However, in women, PhA was associated with the confounding factors evaluated (age, sex, height and WC) and with WS ($R^2 = 0.286$). When WS was deleted of the statistical model, the R^2 value decreased by 3.9% ($R^2 = 0.247$) (Table 4).

Discussion

The main finding of the present study was that the older adults with low PhA did not present higher odds to have sarcopenia and low muscle mass, HGS and WS. In addition, in the multiple linear regression analysis, PhA was not associated with MMI, HGS and WS, but was associated with the confounding factors, which shows that PhA seems to be more associated with age, sex, WC and height, than with sarcopenia and its components (total sample). However, when only women were evaluated, a positive association between PhA and WS was observed in multiple regression analysis, whereas WS was able to predict the PhA values by 3.9%, which is a low prediction value and the biological meaning is questionable. Collectively, our data showed that PhA does not seem to be a predictor of sarcopenia and its components in physically active older adults.

Although we found no association between PhA and sarcopenia in the present study, this relationship is still controversial in the literature, since one study observed association [16], while another not [17]. These differences can be probably explained by different confounding factors inserted as adjustments in statistical analyzes, differences in sarcopenia classification, and the type of population evaluated. In a study performed by Kilic et al. [16] with hospitalized older patients under ambulatory follow-up, an association was found between PhA and sarcopenia, demonstrating that subjects with low PhA increased in four times the odds of sarcopenia. State of malnutrition, age and calf circumference were used as adjustments in the logistic

regression analysis in this study [16], whereas in the present study we adjusted for confounding factors that were already known to be associated with PhA, such as age, sex, height [30] and adiposity [31]. Thus, it is not known if the association between sarcopenia and PhA would remain significant in Kilic et al. study if these confounding variables were added in statistical analysis. In our study, European consensus diagnostic criteria for sarcopenia [5] was used, while Kilic et al. used a different cutoff point for MMI, based on the population evaluated by their own study, which can also explain the differences in the results of these studies.

Another factor that may contribute to these differences in results may be the type of population studied, but this does not seem to be the main cause for controversial results. For example, Polegato et al [17] evaluated the association between PhA and sarcopenia in hospitalized individuals in an intensive care unit who presented a mean age of 63.3 years. The authors found no association between PhA and sarcopenia when adjusted for age and sex [17]. In the present study, we found an association between PhA and sarcopenia adjusting for sex and age (model 3) in physically active older adults, that is a different population than that evaluated by Polegato et al. It would show that the association between PhA and sarcopenia can be dependent of the type of the population that was evaluated. However, in the present study, the significance of this association was lost in model 4, in which we added height and WC in the model. It shows that the variables chosen to adjust the statistical models can be important for the correct evaluation of the association between PhA and sarcopenia. Importantly, our data showed the importance of the confounding variables in linear multiple regression analysis, since all these variables were associated with PhA, while the components of sarcopenia not (for the whole population; Table 4). Based on this rationale, it is possible to speculate that the confounding factors seems to be more important than the type of population evaluated, but more studies are needed to confirm it.

We noted that PhA was correlated with HGS in the whole sample in models 1-3; but the significance was lost with the addition of the other adjustments. In addition, we also observed that PhA was not associated with HGS in odds ratio analysis when all adjustments were performed. However, contrary to our results, several studies have shown that PhA is associated with HGS, independently of the population evaluated. In a study that evaluate older adults with COPD, an association between PhA and HGS

was found and it was observed a prediction of ~ 50% and ~ 43% for men and women, respectively [32]. In the study performed by Santana et al. [19] a correlation between PhA and HGS was found in hospitalized older individuals, whereas PhA was able to predict ~14 % of muscular strength in men and ~ 13 % in women. In addition, a recent study performed by our research group, evaluating hospitalized adults and older adults, found that the individuals with lower PhA values had higher odds to have low HGS values; regardless of sex, age, fat-free mass and cause of hospital admission [20]. In this way, these studies show that PhA seems to be a predictor of muscle strength in several populations, but further studies are still needed evaluating physically active older adults, such as the present study. The non-association between PhA and HGS in the present study can be possibly explained due to the majority of the individuals presented low HGS values. Interestingly, the low values of HGS in our sample were not expected, since the older adults evaluated were physically active, but the type of exercise protocol that was performed can help to explain these data. Few individuals performed resistance exercise, whereas the majority was practicing water aerobics exercise, which is an exercise intervention that does not seem to promote muscle strength gains.

In addition, in the present study, as women were predominant in the sample we also performed the analyzes evaluating exclusively this population to verify whether the results would be similar to that seen in the total sample. In this way, it is important to highlight that all women presented low values of HGS; thus, it was not possible to perform the odds ratio analysis between PhA and strength using the HGS cutoff (lower than 20 kg/ f). Therefore, we performed this analysis evaluating according to the HGS terciles, which can also possibly explain the absence of association between PhA and HGS in older women in the present study.

In the analysis with the whole sample, PhA was correlated with MM in models 1 and 2; and with MMI in models 1, 2 and 3; however, the significance was lost in the last model. When only women were evaluated, we noted that individuals with low PhA values had higher odds of having low MMI, regardless of the age; but the significance was also lost in the last model. Therefore, it shows that PhA was not associated with muscle mass in the present study, although this is not a consensus. In a study conducted with hospitalized older individuals, a correlation between PhA and MMI was found in male patients, but this association was not noted in women [19]. In adults, it

was found that individuals with adequate MM have a lower odds of having low PhA [14]. Thus, it is possible to note that there is still no consensus if PhA is a predictor of MM, but it seems to have a relationship between these two variables in some studies. The differences in body composition method used among the studies and the confounding variables that were added in the statistical analysis can probably explain the contradictory results. Therefore, more research is needed evaluating the association between PhA and muscle mass.

No association was found between PhA and functional capacity (WS) in the whole sample in the present study, but when only women were evaluated we observed a weak, but significant, correlation between WS and PhA. In addition, we noted, in women, that age, sex, height, WC and WS predicted the PhA by 28.6% and when WS was deleted of the statistical model, these variables predicted the PhA by 24.7 %, showing that WS predicted the PhA by 3.9 %. When all individuals were included in the analyzes, no association was found between PhA and WS, therefore, this may be indicative that this association would be influenced by sex, but more studies are needed because there were few men in our sample, making difficult this conclusion by our data. Thus, we found a significant association between PhA and WS in women, but the biological meaning is questionable, since the correlation found was weak (< 0.3) and the power of prediction was low (3.9 %). Other studies evaluated the association between PhA and functional capacity. In a study performed with hospitalized older individuals, a significant and positive association was found between PhA and WS in both sexes, with a prediction of 9.9% and 8.1% for men and women, respectively [19]. In older individuals with COPD, it was observed that the PhA correlated with the 4-meter speed walking test [21]. Therefore, it apparently shows a relationship between PhA and muscle function, but it is still unclear requiring further studies. These future studies should show not only the statistical significance between PhA and functional capacity, but if there is a biological effect in this association.

The present study has limitations. The cross-sectional design does not allow to conclude a cause and effect relationship. Another limitation was the assessment of MM by electrical bioimpedance, since this method has limitations for body composition evaluation and was the same method to measure PhA. Therefore, more studies are needed to associate the PhA with sarcopenia and muscle mass using gold standard methods to assess muscle mass/lean mass, such as magnetic resonance or dual-

energy X-ray absorptiometry (DXA). To confirm and consolidate the data found in our study we suggest new research with physically active individuals with a higher number of men, since our sample was constituted by the majority of women. As strengths, our work provides new data about physically active older adults, which were not evaluated by other studies. In addition, we performed the statistical analysis controlling for important variables.

In conclusion, PhA was not associated with sarcopenia and its components in physically active older adults. In addition, although PhA was correlated with walking speed test in older women, the biological meaning of this association is questionable since the power of prediction was low (3.9 %).

Authorship

DFP participated in collection and interpretation of the data and wrote the manuscript; FMSB wrote the manuscript; ASR participated in collection and interpretation of the data; LSL, CDB and LPB participated in collection of the data; ACK carried out the conception and design of the study and reviewed the manuscript; E.P.O. carried out the conception and design of the study, participated in the interpretation of the data, wrote, and contributed with the revision of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Conflict of interest

All the authors declare no conflicts of interest.

Acknowledgments

We are thankful to FAPEMIG for the financial support.

References

1. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Política nacional do idoso**. Lei nº 8.842. 1994.

2. Brasil. Ministério da Saúde. **Estatuto do Idoso**. Lei nº 10.741. 2003.
3. Organização Mundial da Saúde. **Envelhecimento ativo: uma política de saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde. 2005.
4. Correio Braziliense Economia. Disponível em: <
https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2016/08/30/internas_economia,546485/populacao-idosa-vai-triplicar-ate-2050-revela-pesquisa.shtml>. Acesso em: 10 de março de 2018.
5. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM *et al*: **Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People**. *Age and ageing* 2010, **39**(4):412-423.
6. Wang J, Leung KS, Chow SK, Cheung WH: **Inflammation and age-associated skeletal muscle deterioration (sarcopaenia)**. *J Orthop Translat* 2017, **10**:94-101.
7. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB: **Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment**. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA* 2010, **21**(4):543-559.
8. Rippberger PL, Emeny RT, Mackenzie TA, Bartels SJ, Batsis JA: **The association of sarcopenia, telomere length, and mortality: data from the NHANES 1999-2002**. *Eur J Clin Nutr* 2017, **14**(10):017-0011.
9. Balogun S, Winzenberg T, Wills K, Scott D, Jones G, Aitken D, Callisaya ML: **Prospective Associations of Low Muscle Mass and Function with 10-Year Falls Risk, Incident Fracture and Mortality in Community-Dwelling Older Adults**. *J Nutr Health Aging* 2017, **21**(7):843-848.
10. Stessman J, Rottenberg Y, Fischer M, Hammerman-Rozenberg A, Jacobs JM: **Handgrip Strength in Old and Very Old Adults: Mood, Cognition, Function, and Mortality**. *J Am Geriatr Soc* 2017, **65**(3):526-532.
11. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF: **Bioelectric impedance phase angle and body composition**. *Am J Clin Nutr* 1988, **48**(1):16-23.
12. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, Heitmann BL, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M *et al*: **Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods**. *Clin Nutr* 2004, **23**(5):1226-1243.
13. Kyle UG, Soundar EP, Genton L, Pichard C: **Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and hospitalized subjects**. *Clin Nutr* 2012, **31**(6):875-881.
14. de França NAG, Callegari A, Gondo FF, Corrente JE, McLellan KCP, Burini RC, de Oliveira EP: **Higher dietary quality and muscle mass decrease the odds of low phase angle in bioelectrical impedance analysis in Brazilian individuals**. *Nutrition & Dietetics* 2016, **73**(5):474-481.
15. Moreto F, de França NAG, Gondo FF, Callegari A, Corrente JE, Burini RC, de Oliveira EP: **High C-reactive protein instead of metabolic syndrome is associated with lower bioimpedance phase angle in individuals clinically screened for a lifestyle modification program**. *Nutrire* 2017, **42**(1):15.
16. Kilic MK, Kizilarlanoglu MC, Arik G, Bolayir B, Kara O, Dogan Varan H, Sumer F, Kuyumcu ME, Halil M, Ulger Z: **Association of Bioelectrical Impedance Analysis-Derived Phase Angle and Sarcopenia in Older Adults**. *Nutr Clin Pract* 2017, **32**(1):103-109.
17. Polegato BF, Herrera MA, Pereira BLB, Silva RAC, Gonçalves AF, Cavallari KA, Costa NA, Tanni SE, Azevedo PS, Dorna MS *et al*: **Phase angle is associated with the length of ICU stay in patients with non-ST elevation acute coronary syndrome**. *Nutrire* 2017, **42**(1):2.
18. Basile C, Della-Morte D, Cacciatore F, Gargiulo G, Galizia G, Roselli M, Curcio F, Bonaduce D, Abete P: **Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia**. *Exp Gerontol* 2014, **58**:43-46.

19. Santana NM, Pinho CPS, da Silva CP, Dos Santos NF, Mendes RML: **Phase Angle as a Sarcopenia Marker in Hospitalized Elderly Patients**. *Nutr Clin Pract* 2018, **33**(2):232-237.
20. Reis BCA, de Branco FMS, Pessoa DF, Barbosa CD, dos Reis AS, de Medeiros LA, de Oliveira EP: **Phase angle is positively associated with handgrip strength in hospitalized individuals**. *Top Clin Nutr* 2018, **33**(2):127-133.
21. Maddocks M, Kon SS, Jones SE, Canavan JL, Nolan CM, Higginson IJ, Gao W, Polkey MI, Man WD: **Bioelectrical impedance phase angle relates to function, disease severity and prognosis in stable chronic obstructive pulmonary disease**. *Clin Nutr* 2015, **34**(6):1245-1250.
22. Lipschitz DA: **Screening for nutritional status in the elderly**. *Prim Care* 1994, **21**(1):55-67.
23. Lohman TG, Roche AF, Martorell R: **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
24. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R: **Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis**. *J Appl Physiol* 2000, **89**.
25. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R: **Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability**. *J Am Geriatr Soc* 2002, **50**(5):889-896.
26. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB: **Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study**. *Am J Clin Nutr* 1988, **47**(1):7-14.
27. Fees E: **Grip Strength**, 2nd edn. Chicago: American Society of Hand Therapists; 1992.
28. Haidar SG, Kumar D, Bassi RS, Deshmukh SC: **Average Versus Maximum Grip Strength: Which is More Consistent?** *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume* 2004, **29**(1):82-84.
29. Richards LG, Olson B, Palmiter-Thomas P: **How forearm position affects grip strength**. *Am J Occup Ther* 1996, **50**(2):133-138.
30. Gonzalez MC, Barbosa-Silva TG, Bielemann RM, Gallagher D, Heymsfield SB: **Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition**. *Am J Clin Nutr* 2016, **103**(3):712-716.
31. Cerhan JR, Moore SC, Jacobs EJ, Kitahara CM, Rosenberg PS, Adami HO, Ebbert JO, English DR, Gapstur SM, Giles GG *et al*: **A pooled analysis of waist circumference and mortality in 650,000 adults**. *Mayo Clin Proc* 2014, **89**(3):335-345.
32. de Blasio F, Santaniello MG, de Blasio F, Mazzarella G, Bianco A, Lionetti L, Franssen FME, Scafì L: **Raw BIA variables are predictors of muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease**. *Eur J Clin Nutr* 2017, **71**(11):1336-1340.

Table 1. Characteristics of the participants according to phase angle cut-off point (per tercil).

	All (n=118)			Women (n=94)		
	Tercile 1 (n=39)	Terciles 2 and 3 (n=79)	p	Tercile 1 (n=31)	Terciles 2 and 3 (n=63)	p
Women	31 (79.5%)	63 (79.7%)	0.974	31 (79.5%)	63 (79.7%)	0.974
Men	8 (20.5%)	16 (20.3%)	-	-	-	-
Age (years)	74.7 ± 7.8	69.6 ± 6.1	<0.001	73.5 ± 7.6	69.6 ± 5.7	0.006
Weight (kg)	67.2 ± 11.7	69.4 ± 12.8	0.362	65.6 ± 11.4	67.8 ± 12.2	0.403
Height (m)	1.56 ± 0.08	1.55 ± 0.09	0.449	1.5 ± 0.07	1.5 ± 0.1	0.095
BMI (kg/ m ²)	27.6 ± 4.6	28.9 ± 4.6	0.145	27.7 ± 4.7	29.4 ± 4.8	0.107
Waist circumference (cm)	91.1 ± 11.8	93.6 ± 10.4	0.247	90.1 ± 11.6	93.2 ± 10.5	0.196
Handgrip strength (kg)	9.0 ± 7.0	11.7 ± 8.3	0.090	6.4 ± 4.7	8.3 ± 4.4	0.065
Walking speed (m/s)	1.14 ± 0.3	1.18 ± 0.4	0.560	1.1 ± 0.3	1.2 ± 0.4	0.359
Phase angle (°)	5.5 ± 0.4	6.8 ± 0.9	<0.001	5.3 ± 0.2	6.6 ± 0.6	<0.001
Capacitance (pF)	539.4 ± 103.7	673.1 ± 135.7	<0.001	505.3 ± 72.3	635.3 ± 93.7	<0.001
Resistance (ohms)	568.6 ± 80.0	564.4 ± 64.3	0.760	589.7 ± 73.8	575.9 ± 59.0	0.332
Reactance (ohms)	54.3 ± 7.1	66.9 ± 9.4	<0.001	55.1 ± 7.5	66.2 ± 8.7	<0.001
Body cell mass (kg)	18.1 ± 3.4	19.9 ± 4.4	0.027	16.9 ± 2.4	18.7 ± 2.7	0.003
Body extracellular mass (kg)	24.2 ± 3.8	22.4 ± 3.7	0.011	23.1 ± 3.1	21.6 ± 2.9	0.027
Intracellular water (L)	15.4 ± 3.5	16.6 ± 3.6	0.088	14.4 ± 2.9	15.4 ± 1.6	0.042

Extracellular water (L)	16.0 ± 2.2	14.7 ± 2.4	0.004	15.6 ± 2.1	14.5 ± 2.1	0.022
Total body water (L)	31.1 ± 4.7	31.3 ± 5.3	0.869	29.6 ± 3.5	29.9 ± 3.5	0.719
TBW/ MM (%)	73.6 ± 1.9	74.0 ± 1.6	0.194	73.9 ± 1.9	74.3 ± 1.5	0.337
Fat-free mass (kg)	40.9 ± 7.9	41.7 ± 9.0	0.621	37.9 ± 4.8	38.4 ± 4.8	0.643
Fat mass (kg)	26.3 ± 7.7	27.7 ± 8.3	0.381	27.7 ± 7.6	29.4 ± 8.0	0.323
Fat mass (%)	38.9 ± 7.1	39.7 ± 7.5	0.597	41.7 ± 4.8	42.8 ± 4.3	0.274
Muscle mass (kg)	18.2 ± 4.5	18.3 ± 4.7	0.892	16.2 ± 2.3	16.3 ± 1.9	0.819
MMI (kg/m ²)	7.4 ± 1.4	7.5 ± 1.2	0.541	6.9 ± 0.9	7.1 ± 0.7	0.136
Pre sarcopenia; n (%)	0 (0.0%)	2 (2.5%)	0.116	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0.041
Sarcopenia; n (%)	21 (53.8%)	30 (38.0%)		13 (41.9%)	17 (27.0%)	
Severe sarcopenia; n (%)	3 (7.7%)	2 (2.5%)		3 (9.7%)	1 (1.6%)	

Tercil 1: phase angle < 6,5° for men and < 5,7° for women. Tercil 2 and 3: phase angle ≥ 6,5° for men and ≥ 5,7° for women.
 BMI: body mass index; MMI: muscle mass index; TBW/MM: total body water/ muscle mass.

Table 2. Pearson correlation between phase angle (dependent variable) and components of sarcopenia.

	Model 1				Model 2				Model 3				Model 4			
	All (n=118)		Women (n=94)		All (n=118)		Women (n=94)		All (n=118)		Women (n=94)		All (n=118)		Women (n=94)	
	r	P	r	P	r	p	r	p	r	p	R	p	r	P	r	p
PhA x MM	0.37	<0.001	0.01	0.929	0.36	<0.001	-0.08	0.4 ²⁰	-0.01	0.994	-	-	-0.01	0.960	-0.05	0.656
PhA x MMI*	0.37	0.001	0.20	0.060	0.38	0.001	0.17	0.102	0.38	0.001	-	-	-0.05	0.619	-0.04	0.667
PhA x HGS*	0.36	0.001	0.04	0.706	0.33	0.001	-0.07	0.502	0.33	0.001	-	-	0.16	0.098	0.07	0.528
PhA x WS	0.13	0.169	0.21	0.044	0.05	0.567	0.14	0.191	0.01	0.947	-	-	0.08	0.417	0.24	0.023

Model 1: no adjustment; **Model 2:** adjusted for age; **Model 3:** adjusted for age and sex; **Model 4:** adjusted for age, sex, height and waist circumference. *For the analysis of the female sample, no model was adjusted for sex (models 3 and 4 were not adjusted for sex for women). **PhA:** phase angle; **MM:** muscle mass; **MMI:** muscle mass index; **HGS:** handgrip strength; **WS:** walking speed.

Table 3. Logistic regression analysis of phase angle (dependent variable) and components of sarcopenia.

	Model 1				Model 2				Model 3				Model 4			
	All (n=118)		Women (n=94)		All (n=118)		Women (n=94)		All (n=118)		Women (n=94)		All (n=118)		Women (n=94)	
	OR	CI (95%)	OR	CI (95%)	OR	CI (95%)	OR	CI (95%)	OR	CI (95%)	OR	CI (95%)	OR	CI (95%)	OR	CI (95%)
PhA x Sarcopenia	2.35	(1.071-5.158)	2.67	(1.093-6.504)	2.15	(0.937-4.932)	2.72	(1.069-6.917)	2.88	(1.132-7.305)	-	-	1.90	(0.698-5.177)	1.50	(0.520-4.319)
PhA x MMI*	2.12	(0.967-4.638)	2.67	(1.093-6.504)	1.99	(0.868-4.557)	2.72	(1.069-6.917)	1.99	(0.868-4.557)	-	-	1.75	(0.620-4.937)	1.50	(0.520-4.319)
PhA x HGS*	2.57	(0.289-22.768)	2.11	(0.881-5.060)	1.95	(0.206-18.388)	1.47	(0.566-3.790)	1.95	(0.206-18.388)	-	-	1.98	(0.171-22.998)	3.15	(0.954-10.401)
PhA x WS	1.22	(0.439-3.397)	1.75	(0.583-5.250)	0.70	(0.224-2.208)	1.11	(0.332-3.680)	0.68	(0.215-2.162)	-	-	0.77	(0.230-2.572)	1.46	(0.384-5.534)

Tercil 1: phase angle < 6,5° for men and < 5,7° for women. **Tercil 2 and 3:** phase angle ≥ 6,5° for men and ≥ 5,7° for women. **Sarcopenia:** yes or no; **Cut-off points:** **MMI** = ♂ < 10.76 kg/ m² e ♀ < 6.76 kg/ m²; **HGS** = ♂ < 30 kg e ♀ < 5 kg; **WS** = < 0.8m/ s. **Model 1:** no adjustment; **Model 2:** adjusted for age; **Model 3:** adjusted for age and sex; **Model 4:** adjusted for age, sex, height and waist circumference. *For the analysis of the female sample, no model was adjusted for sex (models 3 and 4 were not adjusted for sex for women). **PhA:** phase angle; **MM:** muscle mass; **MMI:** muscle mass index; **HGS:** handgrip strength; **WS:** walking speed.

Table 4. Multiple linear regression analysis of phase angle (dependent variable) with components of sarcopenia and confounding factors.

	R ²	β	p	R ²	β	p	R ²	β	p
	All (n=118)			Women (n=94)			Women (n=94)*		
	0.293			0.286			0.247		
MMI	-0.095	0.452		-0.063	0.589		-0.079	0.511	
HGS	0.018	0.383		0.012	0.546		0.016	0.418	
WS	0.191	0.448		0.498	0.030		-	-	
Age	-0.046	<0.001		-0.043	0.001		-0.049	<0.001	
Sex	1.451	0.001		-	-		-	-	
Height	-4.182	0.009		-5.538	<0.001		-5.530	<0.001	
WC	0.020	0.021		0.021	0.010		0.018	0.026	

* Removed the walking speed component to check its predictive power. **MMI**: muscle mass index; **HGS**: handgrip strength; **WS**: walking speed.

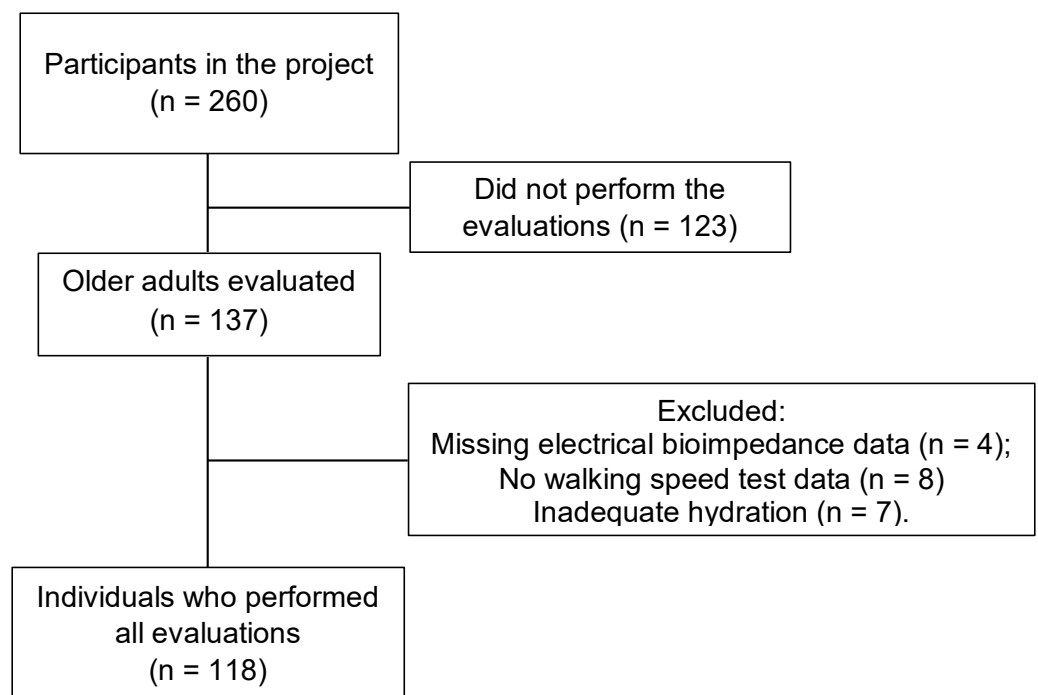


Figure 1. Flowchart of the study.

REFERÊNCIAS

1. Organização Mundial da Saúde. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde. 2005. <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento_ativo.pdf> Acesso em: 15/03/2018.
2. Câmara dos Deputados. Envelhecimento: Brasil - um país de idosos? <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/radio/materias/REPORTAGEM-ESPECIAL/526954-ENVELHECIMENTO-BRASIL---UM-PAIS-DE-IDOSOS-BLOCO-1.html>> Acesso em: 10/05/2018.
3. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age Ageing. 2010 Jul;39(4):412-23. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
4. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. Osteoporos Int. 2010 Apr;21(4):543-59. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-1059-y>
5. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zuniga C, Arai H, Boirie Y, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). Age Ageing. 2014 Nov;43(6):748-59. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu115>
6. Wang J, Leung KS, Chow SK, Cheung WH. Inflammation and age-associated skeletal muscle deterioration (sarcopaenia). J Orthop Translat. 2017 Jul;10:94-101. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2017.05.006>
7. Vandervoort AA. Aging of the human neuromuscular system. Muscle Nerve. 2002 Jan;25(1):17-25. <https://doi.org/10.1002/mus.1215>
8. Lima e Silva RRd, Pinho CPS, Galvão Rodrigues I, Monteiro Júnior JGdM. Ângulo de fase como indicador del estado nutricional y pronóstico en pacientes críticos. Nutrición Hospitalaria. 2015;31:1278-85. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.31.3.8014>

9. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr.* 1988 Jul;48(1):16-23. <https://doi.org/10.1093/ajcn/48.1.16>
10. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004 Oct;23(5):1226-43. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
11. de França NAG, Callegari A, Gondo FF, Corrente JE, McLellan KCP, Burini RC, et al. Higher dietary quality and muscle mass decrease the odds of low phase angle in bioelectrical impedance analysis in Brazilian individuals. *Nutrition & Dietetics.* 2016;73(5):474-81. <https://doi.org/10.1111/1747-0080.12267>
12. Reis BCA, de Branco FMS, Pessoa DF, Barbosa CD, dos Reis AS, de Medeiros LA, et al. Phase angle is positively associated with handgrip strength in hospitalized individuals. *Top Clin Nutr.* 2018;33(2):127-33. <https://doi.org/10.1097/TIN.000000000000135>
13. Basile C, Della-Morte D, Cacciatore F, Gargiulo G, Galizia G, Roselli M, et al. Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *Exp Gerontol.* 2014 Oct;58:43-6. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.07.009>
14. Moreto F, de França NAG, Gondo FF, Callegari A, Corrente JE, Burini RC, et al. High C-reactive protein instead of metabolic syndrome is associated with lower bioimpedance phase angle in individuals clinically screened for a lifestyle modification program. *Nutrire.* 2017 August 05;42(1):15. <https://doi.org/10.1186/s41110-017-0043-0>
15. Kyle UG, Soundar EP, Genton L, Pichard C. Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and hospitalized subjects. *Clin Nutr.* 2012 Dec;31(6):875-81. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.04.002>
16. Kilic MK, Kizilarslanoglu MC, Arik G, Bolayir B, Kara O, Dogan Varan H, et al. Association of Bioelectrical Impedance Analysis-Derived Phase Angle and Sarcopenia in Older Adults. *Nutr Clin Pract.* 2017 Feb;32(1):103-9. <https://doi.org/10.1177/0884533616664503>
17. Santana NM, Pinho CPS, da Silva CP, Dos Santos NF, Mendes RML. Phase Angle as a Sarcopenia Marker in Hospitalized Elderly Patients. *Nutr Clin Pract.* 2018 Apr;33(2):232-7. <https://doi.org/10.1002/ncp.10016>

18. Correio Braziliense Economia, 2016. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2016/08/30/internas_economia,546485/populacao-idosa-vai-triplicar-ate-2050-revela-pesquisa.shtml>. Acesso em: 10 de março de 2018.
19. Vemuri R, Gundamaraju R, Shastri MD, Shukla SD, Kalpurath K, Ball M, et al. Gut Microbial Changes, Interactions, and Their Implications on Human Lifecycle: An Ageing Perspective. *Biomed Res Int.* 2018;2018:4178607. <https://doi.org/10.1155/2018/4178607>
20. Hickson M. Malnutrition and ageing. *Postgrad Med J.* 2006 Jan;82(963):2-8. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2005.037564>
21. Kyle UG, Genton L, Hans D, Karsegard VL, Michel JP, Slosman DO, et al. Total body mass, fat mass, fat-free mass, and skeletal muscle in older people: cross-sectional differences in 60-year-old persons. *J Am Geriatr Soc.* 2001 Dec;49(12):1633-40. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2001.49272.x>
22. Silver AJ, Guillen CP, Kahl MJ, Morley JE. Effect of aging on body fat. *J Am Geriatr Soc.* 1993 Mar;41(3):211-3. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1993.tb06693.x>
23. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* 2002 May;50(5):889-96. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x>
24. Brabcova I, Treslova M, Bartlova S, Vackova J, Tothova V, Motlova L. Risk Factors for Malnutrition in Seniors Aged 75+ Living in Home Environment in Selected Regions of the Czech Republic. *Cent Eur J Public Health.* 2016 Sep;24(3):206-10. <https://doi.org/10.21101/cejph.a4283>
25. Loprinzi PD, Frith E. Effects of Sedentary Behavior, Physical Activity, Frequency of Protein Consumption, Lower Extremity Strength and Lean Mass on All-Cause Mortality. *J Lifestyle Med.* 2018 Jan;8(1):8-15. <https://doi.org/10.15280/jlm.2018.8.1.8>
26. Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2015 Jan 20;162(2):123-32. <https://doi.org/10.7326/M14-1651>

27. Kohl HW, 3rd, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, Alkandari JR, Leetongin G, et al. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet*. 2012 Jul 21;380(9838):294-305. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60898-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60898-8)
28. Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr*. 1997 May;127(5 Suppl):990S-1S. <https://doi.org/10.1093/jn/127.5.990S>
29. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006 Oct;61(10):1059-64. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.10.1059>
30. Loprinzi PD, Loenneke JP, Hamilton DL. Leisure time sedentary behavior, physical activity and frequency of protein consumption on lower extremity strength and lean mass. *Eur J Clin Nutr*. 2017 Dec;71(12):1399-404. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.101>
31. Newman AB, Haggerty CL, Goodpaster B, Harris T, Kritchevsky S, Nevitt M, et al. Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*. 2003 Mar;51(3):323-30. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51105.x>
32. Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*. 1995 Mar 2;332(9):556-61. <https://doi.org/10.1056/NEJM199503023320902>
33. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *J Investig Med*. 2018 Jun;66(5):1-9. <https://doi.org/10.1136/jim-2018-000722>
34. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN, Jr. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr*. 2005 Jul;82(1):49-52. <https://doi.org/10.1093/ajcn.82.1.49>
35. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am J Clin Nutr*. 1996 Sep;64(3 Suppl):524S-32S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/64.3.524S>

36. Norman K, Stobaus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr.* 2012 Dec;31(6):854-61. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008>
37. Maddocks M, Kon SS, Jones SE, Canavan JL, Nolan CM, Higginson IJ, et al. Bioelectrical impedance phase angle relates to function, disease severity and prognosis in stable chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Nutr.* 2015 Dec;34(6):1245-50. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.12.020>
38. Gonzalez MC, Barbosa-Silva TG, Bielemann RM, Gallagher D, Heymsfield SB. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2016 Mar;103(3):712-6. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.116772>
39. Norman K, Stobaus N, Zocher D, Bosy-Westphal A, Szramek A, Scheufele R, et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am J Clin Nutr.* 2010 Sep;92(3):612-9. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29215>

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “*Associação do ângulo de fase com massa e função muscular em idosos*”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Erick Prado de Oliveira e Débora Ferreira Pessoa. Nesta pesquisa nós estamos buscando saber se o ângulo de fase, que é derivado da bioimpedância elétrica, pode prever a massa e função muscular em uma população de indivíduos acima de 60 anos de idade. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisadora Débora Ferreira Pessoa com os indivíduos que terão os prontuários/ questionários consultados.

Os dados serão totalmente recolhidos dos formulários de acompanhamento dos participantes do projeto de extensão Atividade Física e Recreativa Para a Terceira Idade (AFRID), não havendo contato entre os pesquisadores e os participantes do projeto para a coleta de dados, sendo este termo apenas para liberar os pesquisadores de analisarem e utilizarem os dados já fornecidos para o projeto. Serão verificadas informações sobre medidas corporais de peso, altura, circunferências do braço, cintura e panturrilha, espessura do músculo adutor do polegar, medidas as dobras cutâneas, avaliação da quantidade de músculo e de gordura corporal, força de preensão manual, teste de caminhada de 4 metros, teste de sentar e levantar da cadeira e o teste de equilíbrio estático em pé.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa.

O possível risco é o de identificação dos participantes. Entretanto, de modo a garantir o anonimato dos indivíduos e minimizar este risco, os questionários avaliados no presente estudo serão codificados para a realização das análises dos dados obtidos, desta forma a identidade será preservada. Como benefício do estudo destaca-se que serão fornecidas posteriormente orientações nutricionais a todos os participantes do projeto.

Você é livre para não permitir a utilização do seu prontuário para a nossa pesquisa. Isto pode ser solicitado a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com:

Débora Ferreira Pessoa. Aluna da Pós-graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia. Endereço: Avenida Pará, 1720- Bloco 2H, Sala 9, *Campus* Umuarama. Fone: 3225-8628.

Erick Prado de Oliveira. Professor Adjunto I, Curso de Nutrição, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia. Endereço: Avenida Pará, 1720- Bloco 2U, Sala 20, *Campus* Umuarama. Fone: 3225-8584.

Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, dede 201.....

Assinatura dos pesquisadores

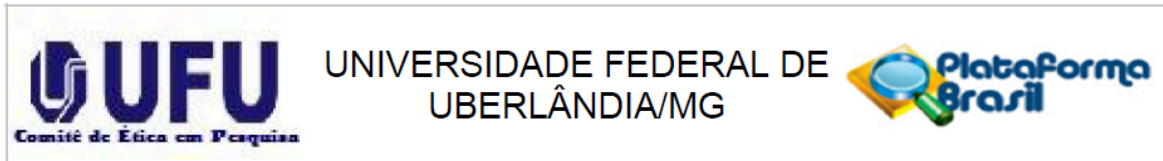
Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

APÊNDICE 2

Ficha de Anamnese		
Código participante: _____		Data da pesquisa: / /
Sexo: () Masculino () Feminino	Etnia: () Branco () Amarelo () Negro	Data de Nascimento: / / Idade: _____
Escolaridade: _____	Telefone: () _____	Celular: () _____
Apresenta doença atualmente? () Não () Sim Qual? _____		
Hábito de fumar? () Não () Sim Qual? _____ Quantidade: _____ Durante quanto tempo? _____		
Hábito de beber? () Não () Sim Qual? _____ Frequência: _____ Tipo: _____ Quantidade: _____		
Pratica atividade física? () Não () Sim Qual? _____ Frequência: _____ Duração: _____		
Medicação (dose/posologia): _____		
Dados Antropométricos		
Peso (kg): _____	C. abdominal (cm): _____	
Estatura (m): _____	FPM (kg/f): _____; _____; _____	
IMC (kg/m ²): _____	MAP (mm): _____; _____; _____	
C. panturrilha (cm): _____		
Bioimpedância Elétrica		
Ângulo de fase (°): _____	Capacitância do corpo (pF): _____	
Resistência (ohms): _____	Reatância (ohms): _____	
Massa Celular Corporal (kg/ %): _____	Massa Extracelular (kg/ %): _____	
Água Intracelular (litros/ %): _____	Água Extracelular (litros/ %): _____	
ACT/ Massa Magra (%): _____		
Capacidade Funcional (SPPB)		
Teste de Equilíbrio Estático em pé:		
_____	_____	_____
Teste de Caminhada de 4 metros (4MGS):		
_____	_____	_____
Teste de Sentar e Levantar da cadeira (5 vezes):		
_____	_____	_____

ANEXO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ASSOCIAÇÃO DO ÂNGULO DE FASE COM MASSA E FUNÇÃO MUSCULAR EM IDOSOS

Pesquisador: Erick Prado de Oliveira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 85354017.3.0000.5152

Instituição Proponente: Faculdade de Medicina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.634.259

Apresentação do Projeto:

Conforme apresenta o protocolo:

INTRODUÇÃO: Com o aumento da expectativa de vida deve ser observada a manutenção da capacidade funcional dos idosos, objetivando a melhor qualidade de vida. Assim, ao se ponderar sobre funcionalidade é imprescindível a avaliação da massa muscular e para mensurá-la é necessário escolher a melhor técnica, considerando todas as condições apresentadas para o estudo. Neste cenário surge o ângulo de fase, que é uma variável gerada da avaliação de bioimpedância elétrica, cujo significado biológico ainda não é bem conhecido, porém é considerado indicador de qualidade de vida e um dos seus determinantes pode ser a função muscular.

OBJETIVO: Associar o ângulo de fase com a massa, força e desempenho muscular em indivíduos idosos de projeto de extensão de uma cidade do interior do estado de Minas Gerais.

METODOLOGIA: Serão verificados formulários de indivíduos com idade igual ou superior a sessenta anos, que participam de um projeto de extensão. Serão observadas avaliações antropométricas, composição corporal, Índice de Massa Muscular, avaliação da força de preensão manual, testes de capacidade funcional e recordatório alimentar.

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica

Bairro: Santa Mônica

CEP: 38.408-144

UF: MG

Município: UBERLÂNDIA

Telefone: (34)3239-4131

Fax: (34)3239-4335

E-mail: cep@propp.ufu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



Continuação do Parecer: 2.634.259

RESULTADOS ESPERADOS: É esperado que o ângulo de fase se relacione positivamente com a massa, força e desempenho muscular. Deste modo, a massa e função muscular podem ser consideradas determinantes do ângulo de fase e em estudos futuros ele poderá ser utilizado como preditor e quantificar a massa e funcionalidade muscular.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo segundo o projeto:

Associar o ângulo de fase com a massa, força e desempenho muscular em indivíduos idosos de projeto de extensão de uma cidade do interior do estado de Minas Gerais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores:

Riscos: Serão verificados dados de questionários já existentes de acompanhamento dos participantes do projeto de extensão Atividade Física e Recreativa Para a Terceira Idade (AFRID), deste modo os indivíduos não sofrerão nenhum risco com a coleta de dados. Os questionários utilizados foram conduzidos de forma imparcial e ética, de modo a não induzir, coibir, constranger ou reprimir qualquer comportamento ou informação relatada. O único risco do presente estudo é uma possível identificação dos indivíduos, entretanto, de modo a garantir o anonimato dos participantes e minimizar o risco de identificação, os avaliados no presente estudo serão codificados para a realização das análises dos dados obtidos, desta forma a identidade dos avaliados será preservada. Quanto à publicação dos resultados, estes serão expostos como um todo (não sendo mencionadas especificidades individuais). Considerando que os pesquisadores obedecerão aos princípios éticos em todas as etapas da pesquisa, os riscos serão minimizados.

Benefícios:

Como benefício do estudo destaca-se que serão fornecidas posteriormente orientações nutricionais a todos os participantes. Espera-se que os dados obtidos com a realização deste estudo possam ilustrar o ângulo de fase como preditor de massa e função muscular nesta população, podendo ser um novo método para avaliação destes fatores.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Critério de Inclusão:

Os participantes do projeto AFRID já têm uma rotina de exercícios físicos semanais e de avaliações

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
 Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
 UF: MG Município: UBERLÂNDIA
 Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4335 E-mail: cep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 2.834.259

periódicas, assim sendo, para este estudo serão verificados os formulários (prontuários) do último semestre para recolher dados como de anamnese, de avaliação antropométrica, de composição corporal e de capacidade funcional. Para usarmos os formulários os indivíduos devem ser participantes do projeto AFRID, ter mais de sessenta anos de idade e terem realizado todos os testes necessários para a pesquisa.

Critério de Exclusão:

Serão excluídas as fichas daqueles cuja ausência ou impossibilidade de obtenção dos dados sejam impedimento para a avaliação de ângulo de fase, massa e função muscular.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

Recomendações:

Adequar o primeiro parágrafo os termos técnicos utilizados no primeiro parágrafo do TCLE a uma linguagem de fácil interpretação e compreensão.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Data para entrega de Relatório Final ao CEP/UFU: julho de 2018.

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

O CEP/UFU lembra que:

a- segundo a Resolução 466/12, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo Participante da pesquisa.

b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica			
Bairro: Santa Mônica		CEP: 38.408-144	
UF: MG	Município: UBERLÂNDIA		
Telefone: (34)3239-4131	Fax: (34)3239-4335	E-mail: cep@propp.ufu.br	



Continuação do Parecer: 2.634.259

Resolução CNS 466/12, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Orientações ao pesquisador :

- O Participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12) e deve receber uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS 466/12), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao participante da pesquisa ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 466/12). É papel de o pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res.251/97, item III.2.e).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_995481.pdf	14/03/2018 23:36:01		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_mestrado_debora.pdf	14/03/2018 23:34:59	Débora Pessoa	Aceito
Outros	QUESTIONARIO_MESTRADO_EDUCA.pdf	14/03/2018 23:34:36	Débora Pessoa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLE_EMENDA.pdf	14/03/2018 23:31:47	Débora Pessoa	Aceito

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
 Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
 UF: MG Município: UBERLÂNDIA
 Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4335 E-mail: cep@propp.ufu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA/MG



Continuação do Parecer: 2.634.259

Ausência	TCLE_EMENDA.pdf	14/03/2018 23:31:47	Débora Pessoa	Aceito
Outros	equipe_executora_mestrado.pdf	07/03/2018 22:58:18	Débora Pessoa	Aceito
Outros	lattes_debora.pdf	07/03/2018 22:52:17	Débora Pessoa	Aceito
Outros	lattes_erick.pdf	07/03/2018 22:51:15	Débora Pessoa	Aceito
Outros	coparticipante.pdf	09/10/2017 16:52:21	Débora Pessoa	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto_debora.pdf	09/10/2017 16:38:36	Débora Pessoa	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

UBERLANDIA, 03 de Maio de 2018

Assinado por:

Sandra Terezinha de Farias Furtado
(Coordenador)

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
UF: MG Município: UBERLANDIA
Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4335 E-mail: cep@propp.ufu.br