

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM PEDIATRIA E SAÚDE DA CRIANÇA

EDUARDO MUNDSTOCK

**ASSOCIAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E DO TEMPO SENTADO
COM O ÂNGULO DE FASE DA BIOIMPEDÂNCIA**

**ORIENTADORA: PROFA. DRA. RITA MATTIELLO
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. RAFAEL REIMANN BAPTISTA**

Porto Alegre
2018

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

Eduardo Mundstock

Associação do Nível de Atividade Física e do Tempo Sentado com o Ângulo de Fase da Bioimpedância

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutorado

Porto Alegre

2018

Ficha Catalográfica

M965a Mundstock, Eduardo

Associação do Nível de Atividade Física e do Tempo Sentado com o Ângulo de Fase da Bioimpedância / Eduardo Mundstock . – 2018.

130 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança, PUCRS.

Orientadora: Profa. Dra. Rita Mattiello.

Co-orientador: Prof. Dr. Rafael Reimann Baptista.

1. Ângulo de Fase. 2. Bioimpedância. 3. Composição Corporal. 4. Atividade Física. 5. Tempo Sentado. I. Mattiello, Rita. II. Baptista, Rafael Reimann. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecário responsável: Marcelo Votto Texeira CRB-10/1974

Eduardo Mundstock

Associação do Nível de Atividade Física e do Tempo Sentado com o Ângulo de Fase da Bioimpedância

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutorado

Aprovado em: _____ de _____ de _____

Banca examinadora:

Dr. Wilson Cañon Montanez

Dr. Álvaro Reischak de Oliveira

Dra. Gabriele Carra Forte

Porto Alegre

2018

Dedicatória

Aos meus pais, Arno Alfredo Mundstock (in memoria) e Maria Elisabete Pereira Mundstock, pelo amor, carinho e dedicação que até hoje dedicam à minha Educação.

À minha esposa Fernanda Mattos Louzada e aos meus filhos Arthur Louzada Mundstock e Pedro Louzada Mundstock pelo amor, pela paciência e pelo apoio durante o caminho percorrido até aqui.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida durante o curso.

Ao Programa de Pós-graduação em Pediatria e Saúde da Criança da PUCRS.

À professora e orientadora Dra. Rita Mattiello, pelo constante incentivo e brilhante orientação durante a execução dos trabalhos aqui apresentados. Também minha admiração por seu conhecimento e sua dedicação à pesquisa. Meu agradecimento por ter acreditado no meu potencial, por ter me proporcionado aprendizado científico e por sua amizade.

Ao meu co-orientador Rafael Reimann Baptista, pelas valiosas contribuições e correções realizadas.

Ao Prof. Dr. Edgar E. Sarria pela pelas excelentes revisões realizadas nos manuscritos submetidos, bem como e por sua amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Pediatria e Saúde da Criança da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul pela imensa contribuição para o meu crescimento profissional e científico.

À minha amada esposa Fernanda Mattos Louzada pelo amor carinho e principalmente pela paciência em todos os momentos em que me ausentei para tratar de assuntos ligados ao Doutorado, aos nossos filhos Arthur Louzada Mundstock e Pedro Louzada Mundstock.

Aos meus pais Arno Alfredo Mundstock (*in memoria*) e Maria Elisabete Pereira Mundstock, aos meus irmãos Edgar Mundstock, Thatiane Mundstock e Guilherme Mundstock, ao meu sogro José Antônio Louzada e minha sogra Maria Margarete Mattos

Louzada, bem como demais familiares meu agradecimento pela compreensão nos momentos em que, mesmo presente, eu estava absorto realizando os trabalhos necessários à esta conquista.

Aos meus amigos que compreendem a ausência neste período de dedicação aos estudos e pesquisa.

À prefeitura Municipal de Canela, Secretaria da Educação, Esporte e Lazer e Secretaria da Saúde de Canela, por permitir que parte da Pesquisa Fosse realizada nas escolas da Cidade.

À todas as diretoras, supervisoras e professoras das escolas participantes que também contribuíram para a realização da pesquisa.

Aos professores de Educação Física da rede municipal, principalmente aos Colegas André Tolledo e Elaine Idalgo, pela valiosa contribuição durante a fase inicial da pesquisa na Cidade de Canela/RS.

À secretária Carla Carmo de Melo Rothmann (PPG-Pediatria), pelo apoio e esclarecimentos durante o Doutorado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para meu crescimento profissional e acadêmico.

Muito obrigado!

A ciência não nos oferece cópias do real. Ela nos dá apenas modelos hipotéticos e provisórios do mesmo

Rubem Alves, "Filosofia da Ciência"

RESUMO

Introdução: O ângulo de fase está sendo considerado um importante marcador prognóstico, pois reflete a saúde celular. A atividade física inadequada e o tempo sentado estão associados a um número importante de doenças crônicas não transmissíveis. Estudos recentes sugerem que esses dois fatores podem estar associados com os valores do ângulo de fase.

Objetivo: verificar a associação do ângulo de fase com a atividade física.

Metodologia: a tese irá apresentar dois artigos: uma revisão sistemática com metanálise e um artigo transversal. **Metanálise:** foram realizadas buscas nas seguintes bases de dados: MEDLINE, EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials, SciELO, LILACS, SPORTDiscus, Scopus e Web of Science. Dois revisores avaliaram independentemente os critérios de elegibilidade e o risco de viés. Os resultados foram sintetizados mediante modelos de efeitos aleatórios. A associação entre atividade física e ângulo de fase foi avaliada considerando o desenho do estudo. **Artigo transversal:** os indivíduos com mais de 11 anos de idade, de ambos os sexos, que atendiam aos critérios de avaliação da bioimpedância e sem diagnóstico de doença crônica, foram convidados a participar do estudo. A avaliação do ângulo de fase foi realizada usando o equipamento Biospace, modelo InBodyS10, da Ottoboni. O nível de atividade física e o tempo sentado foram avaliados com o questionário internacional de atividade física (IPAQ). A associação entre o ângulo de fase e as variáveis preditoras foram avaliadas utilizando um modelo linear generalizado univariável e multivariável (MLG). Todas as variáveis com um valor de $p < 0,20$ foram incluídas no modelo multivariável. No modelo final, apenas as variáveis com $p < 0,05$ foram incluídas.

Resultados: Revisão Sistemática: Nove estudos, totalizando 575 participantes, foram incluídos na metanálise. Os resultados dos estudos transversais indicam que os sujeitos ativos apresentaram um valor médio de ângulo de fase superior quando comparado aos controles (DM = 0,70; IC 95%: 0,48 a 0,92, $P < 0,001$), com baixa heterogeneidade ($I^2 = 0\%$; $P = 0,619$). Na análise transversal, as diferenças entre o estado de saúde e o tipo de avaliação da atividade física não foram significativas ($P = 0,332$; $P < 0,253$). Nos estudos longitudinais (ensaio clínico e acompanhamento), os valores médios do ângulo de fase

finais aumentaram significativamente comparando com os valores iniciais (DM = 0,30; IC 95%: 0,11 a 0,49, P <0,001), com heterogeneidade baixa ($I^2 = 13\%$, P = 0,3314). As diferenças não foram significativas, em relação ao estado de saúde e ao tipo de estudo longitudinal (ensaios clínicos ou estudos de seguimento) (P = 0,900; 0,989). Não encontramos evidência de viés de publicação e o risco geral de vieses foi de moderado a alto. **Artigo transversal:** foram incluídos 1228 indivíduos. O modelo linear generalizado multivariável mostrou que tanto a atividade física ($\beta = 0,164$, IC95% 0,071 a 0,256, P= 0,001) como o tempo sentado ($\beta = 0,152$, IC95% 0,063 a 0,242, P= 0,001) foram determinantes para o ângulo de fase. Assim como o sexo, o índice de massa corporal e a idade também permaneceram associados com o ângulo de fase ($\beta = -0,890$, IC95% -0,975 a -0,806, P <0,001; $\beta = 0,037$, IC95% 0,029 a 0,045, p <0,001 e; $\beta = -0,006$, IC95% -0,008 a -0,003 P<0,001, respectivamente).

Conclusão: Os resultados da revisão sistemática e do artigo transversal sugerem uma associação do ângulo de fase com a atividade física e com o tempo sentado. Entre os principais fatores que podem explicar o efeito positivo da atividade física sobre o ângulo de fase estão o aumento da integridade da membrana celular e a mudança no conteúdo intracelular, fatores estes que refletem a saúde celular e, conseqüentemente, a saúde do indivíduo.

Palavras Chave: Bioimpedância; Ângulo de Fase; Atividade Física; Tempo Sentado

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1: Modelo de cinco cilindros condutores_____	23
Figura 2: Fluxo da corrente elétrica segundo o modelo de Frick e Morse._____	24
Figura 3: Comportamento da corrente elétrica segundo a frequência da corrente_____	24
Figura 4: Diagrama da derivação gráfica do ângulo de fase_____	25
Figura 5: Integridade da membrana plasmática e o ângulo de fase_____	26
Figura 6: Comportamento Sedentário e Atividade física_____	30

CAPÍTULO II

Figure 1: Flow Diagram of studies selection_____	56
Figure 2: Forest Plots_____	57

Capítulo III

Figura 1: Flow diagram of subjects' allocation in the study_____	74
--	----

Material Suplementar

Figure S1. Longitudinal analysis without Martin-Aleman's study_____	85
Figure S2. Funnel plot Cross-sectional studies_____	86
Figure S3. Funnel plot longitudinal studies_____	86
Figure S4: Risk of bias graph_____	87
Figure S5 Risk of bias summary_____	87

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1: Lista de comportamentos sedentários_____	29
--	----

Capítulo II

Table 1: General characteristics of the selected articles_____	58
--	----

Capítulo III

Table 1: Characteristics of the sample_____	75
---	----

Table 2: Generalized Linear Univariable and Multivariable Models_____	76
---	----

Material Suplementar

Table S1: Risk of bias in observational Studies_____	88
--	----

LISTA DE ABREVIACOES

AF	Atividade física
AFMV	Atividade física de Moderada a Vigorosa
AFV	Atividade física vigorosa
AT	<i>Aerobic Training</i>
BIA	<i>Bioelectrical Impedance Analysis</i>
BIE	Bioimpedância Elétrica
BMI	<i>Body Mass Index</i>
CEUVF	Centro de Extensão Universitária Vila Fátima
COM	Centro de Obesidade e Síndrome Metabólica do Hospital São Lucas da PUCRS
CT	<i>Concurrent Training</i>
DAFA	Dia tpico de Atividade física e Alimentao
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DCVR	Doenças Cardiovasculares e Respiratórias
DM	Diferença de Mdias
EC	Ensaio Clínico
ECR	Ensaio Clínico Randomizado
HSL	Hospital São Lucas
IC95%	Intervalo de Confiança de 95%
ICT	<i>Informed Consent Term</i>
II	Intervalo Interquartil
IMC	ndice de Massa Corporal
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade física/ <i>International Physical Activity Questionnaire</i>
IR	Interquartile Range of 25-75%
MD	Mean Difference
Met	Equivalente Metabólico
MVPA	Moderate to Vigorous Physical Activity
NCDs	<i>Noncommunicable Chronic Diseases</i>
OMS	Organizao Mundial da Saúde

PA	<i>Physical Activity</i>
PESC	Programa Esporte e Saúde em Canela
PhA	Ângulo de Fase/ <i>Phase Angle</i>
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio grande do Sul
R	Resistência/ <i>Resistance</i>
RCT	<i>Randomized Clinical Trials</i>
RT	<i>Resistance Training</i>
ST	<i>Sitting Time</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TS	Tempo Sentado
VPA	<i>Vigorous Physical Activity</i>
WBV	<i>Whole Body Vibration</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
Xc	Reatância/ <i>Reactance</i>
Z	Vetor de Impedância/ <i>Impedance Vector</i>

ABSTRACT

Introduction: The phase angle is considered an important prognostic marker because it reflects cellular health. Inadequate physical activity and sitting time are associated with a significant number of chronic noncommunicable diseases. Recent studies suggest that these two factors may be associated with phase angle values.

Objective: to verify the association of phase angle with physical activity

Methodology: the thesis will present two articles: a systematic review with meta-analysis and a cross-section article. **Meta-analysis:** We searched the following databases: MEDLINE, EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials, SciELO, LILACS, SPORTDiscus, Scopus and Web of Science. Two reviewers independently assessed eligibility criteria and bias risks. The results were synthesized using random effects models. The association between physical activity and phase angle was evaluated considering the design of the study. **Cross-sectional study:** individuals over 11 years of age, of both sexes, who met bioimpedance assessment criteria and without diagnosis of chronic disease, were invited to participate in the study. The phase angle evaluation was performed using Ottoboni's Biospace equipment, model InBodyS10. Physical activity level and sitting time were assessed using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). The association between the phase angle and the predictor variables was evaluated using a univariate and multivariate generalized linear model (GLM). All variables with a value of $p < 0.20$ were included in the multivariate model. In the final model, only the variables with $p < 0.05$ were included.

Results: Systematic Review: Nine studies, totaling 575 participants, were included in the meta-analysis. The results of cross-sectional studies indicate that the active subjects presented a mean value of higher phase angle when compared to controls (DM = 0.70, 95% CI 0.48 to 0.92, $P < 0.001$), with low heterogeneity ($I^2 = 0\%$, $P = 0.619$). In the cross-sectional analysis, the differences between health status and type of physical activity evaluation were not significant ($P = 0.332$, $P < 0.253$). In longitudinal studies (clinical trial and follow-up), mean values of final phase angle increased significantly compared to baseline (DM = 0.30, 95% CI 0.11 to 0.49, $P < 0.001$), with low heterogeneity ($I^2 = 13\%$, $P = 0.331$). The differences were not significant in relation to the state of health and the type of longitudinal study (clinical trials or follow-up studies) ($P = 0.900$; 0.989).

Evidence of publication bias was not observed, and the overall risk of bias was moderate to high. **Cross-sectional article:** 1228 subjects were included. The multivariate generalized linear model showed that both physical activity ($\beta = 0.164$, 95% CI 0.071 to 0.256, $P = 0.001$) and sitting time ($\beta = 0.152$, 95% CI 0.063 to 0.242, $P = 0.001$) were determinant for the phase angle. As well as sex, body mass index and age, also remained associated with phase angle ($\beta = -0.890$, 95%CI -0.975 to -0.806, $P < 0.001$; $\beta = 0.037$, 95%CI 0.029 to 0.045, $p < 0.001$; $\beta = -0.006$, 95%CI -0.008 to -0.003 $P < 0.001$, respectively).

Conclusion: The results of the systematic review and the cross-sectional article suggest an association of phase angle with physical activity and sitting time. Among the main factors that may explain the positive effect of physical activity on the phase angle are the increase in cell membrane integrity and the change in intracellular content, these factors reflecting the cellular health and, consequently, the health of the individual.

Keywords: Bioimpedance; Phase Angle; Physical activity; Sitting Time

Sumário

Resumo	8
Lista de Figuras	10
Lista de Tabelas	11
Lista de Abreviações	12
Abstract	14
Capítulo I: Introdução e Revisão da Bibliografia	19
Introdução	20
Revisão da Literatura	22
Análise da Bioimpedância	22
Ângulo de fase	25
Saúde celular	25
Fatores associados ao ângulo de fase	26
Ângulo de fase e estado nutricional	26
Ângulo de fase e gravidade da doença	27
Ângulo de fase como indicador funcional	27
Mensuração da Atividade Física	27
Atividade física e saúde	28
Tempo sentado e saúde	29
Atividade física, tempo sentado e ângulo de fase	30
HIPÓTESE	31
OBJETIVOS	32
MÉTODOS	33
Participantes	33
Locais	33
Dados coletados	33
Questionários	33
Peso e Altura	34
Análise da Bioimpedância Elétrica	34
Análise estatística	35
Cálculo Amostral	35
	16

Análise dos dados	35
Aspectos Éticos	35
Referências	37
Capítulo II: Revisão Sistemática	43
Abstract	44
Summary Box	45
Methods	47
Protocol and registration	47
Eligibility criteria	47
Exclusion Criteria	47
Sources of information and search strategy	47
Study Selection	48
Data extraction	48
Type of exercise assessment	48
Risk of bias in individual studies	48
Summary measures and data synthesis	49
Results	50
Meta-analysis	51
Risk of bias	51
Discussion	53
Strengths and limitations of the systematic review	54
Conclusions and future directions	55
Referencies	60
Capítulo III: Artigo Original	64
Abstract	65
Introduction	66
Methods	68
Participants	68
Locations	68
Collected data	68

Questionnaires_____	68
Weight and height_____	69
Electrical Bioimpedance Analysis. _____	69
Statistic_____	69
Sample calculation_____	69
Data analysis_____	70
Ethical aspects_____	70
Results_____	71
Discussion_____	72
References_____	77
Conclusão_____	82
Apêndice A: Supplementary Material of Systematic Review_____	84
apêndice B - estratégia de busca da revisão sistemática_____	90
PUBMED:_____	91
EMBASE_____	93
SPORTdiscus_____	93
Cochrane Central Register of Controlled Trials; Scielo; LILACS; Web of Science. _____	94
Scopus_____	96
Apêndice c: Termos De Consentimento e Assentimento_____	97
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os Responsáveis_____	98
Termo de Assentimento_____	103
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Participantes Adultos_____	107
Apêndice d: Questionário_____	112
Apêndice E: Registro do Protocolo da Revisão Sistemática na base de dados PROSPERO_____	114
Anexo A: Questionários Internacional de Atividade física (IPAQ)_____	122
Anexo B: documentos de aprovação_____	125

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO E REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

INTRODUÇÃO

A análise da composição corporal consiste na avaliação da quantidade e da distribuição dos compartimentos de tecido e líquido do corpo humano (1). A distribuição normal destes tecidos e fluidos no organismo está associada à uma melhor imunidade, função dos órgãos e, conseqüentemente, ao aumento da sobrevivência. O conhecimento da quantidade de tecidos e fluidos, bem como sua distribuição, pode ser uma ferramenta na avaliação da eficácia das ações de promoção e tratamento da saúde (1).

Entre os métodos de avaliação disponíveis, a análise de bioimpedância elétrica (BIE) aparece como uma alternativa que apresenta uma precisão adequada e acessível na avaliação do estado nutricional e, indiretamente, da saúde geral (2). A BIE é uma técnica simples, relativamente barata e não invasiva de análise da composição corporal (3).

Um parâmetro importante da BIE é o ângulo de fase (PhA). Essa medida é calculada diretamente a partir dos valores primários da resistência (R) e reatância (X_c) da BIE e está relacionada à integridade da membrana celular, refletindo, portanto, a saúde da célula (4). Estudos sugerem que os valores do PhA são menores em indivíduos doentes em relação aos saudáveis. Entre os pacientes já foi evidenciado que este parâmetro está associado com a gravidade da doença em pacientes com: câncer (5–8), cirrose (9), em indivíduos submetidos à hemodiálise (10), doença obstrutiva pulmonar crônica (11,12), doença coronariana crônica (13), diabetes mellitus do tipo II (14), em indivíduos com HIV/AIDS (15); desse modo, é importante investigar fatores modificáveis que podem estar associados ao ângulo de fase.

Atividade física (AF) inadequada e o tempo sentado (TS) são fatores que estão associados a um número importante de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (16–18), sendo assim, são foco fundamental para a ação de programas preventivos de saúde pública. Os principais objetivos desses programas incluem reduzir ou modificar a exposição a riscos, incluindo fatores metabólicos, comportamentais, ambientais e ocupacionais. No entanto, para medir a eficácia das intervenções preventivas, se faz necessária a disponibilidade de instrumentos clínicos subjetivos e objetivos viáveis, que avaliem com precisão os efeitos dessas intervenções (19). A avaliação da associação entre

ângulo de fase, atividade física e tempo sentado pode ajudar a compreender os efeitos das intervenções preventivas e curativas nas DCNT.

O objetivo da presente tese é avaliar a associação do ângulo de fase com o nível de atividade física e com o tempo sentado. Para o estudo desse objetivo primeiramente realizado uma revisão sistemática com metanálise e a seguir um estudo transversal.

REVISÃO DA LITERATURA

A análise da composição corporal consiste na avaliação da quantidade e distribuição dos compartimentos de tecido e fluido do corpo humano (1). O primeiro modelo proposto para a análise da composição corporal foi o de dois compartimentos, considerando apenas a massa livre de gordura e a massa gorda. Atualmente, já se sugere a análise da composição corporal mediante cinco níveis conforme descrito a seguir: atômico (incluindo os principais elementos químicos), molecular (lipídeos, água corporal, proteína, carboidratos, minerais ósseos e minerais dos tecidos moles), celular, órgãos e tecidos e o corpo todo (dividindo o corpo em regiões) (20).

A distribuição normal dos tecidos e fluidos no corpo está associada à uma melhor imunidade, função dos órgãos e, conseqüentemente ao aumento da sobrevivência. Para realizar a análise da composição corporal, a massa e os compartimentos fluidos do corpo são modelados a partir das medidas individuais. O diagnóstico da quantidade e distribuição dos tecidos e fluidos pode ser utilizado para avaliar a efetividade de intervenções para a promoção da saúde e tratamento de doenças (1).

Análise da Bioimpedância

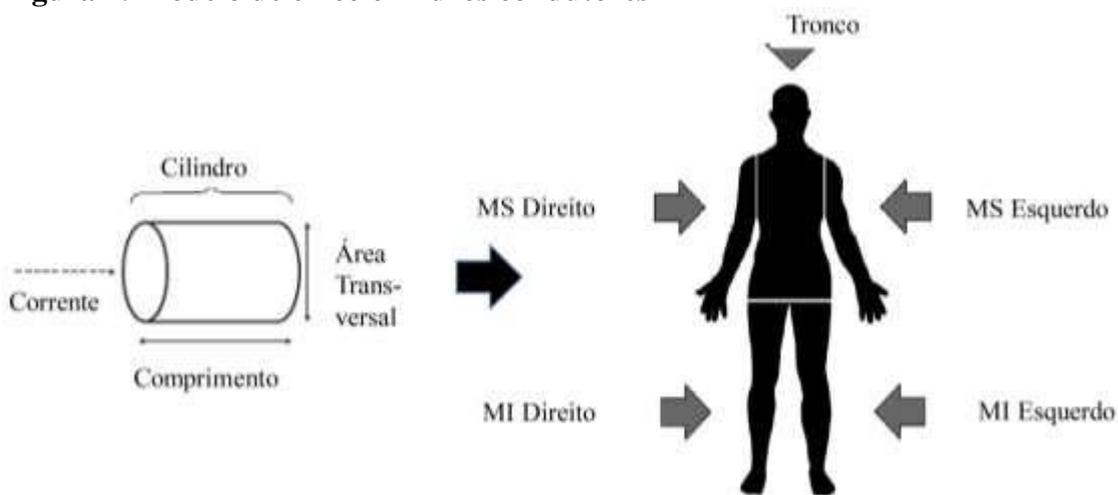
A avaliação da composição corporal por meio da análise da BIE está sendo considerada uma técnica factível para a prática clínica devido à simplicidade da aferição, do baixo custo e da precisão da técnica (3).

A análise de bioimpedância elétrica é realizada a partir da análise de uma corrente elétrica que passa através do corpo. Portanto, a avaliação por BIE consiste na análise da diferença da condutividade elétrica dos tecidos do corpo (21). Os resultados da BIE são expressos por meio das medidas primárias de resistência (R) e reatância (X_c) (3). A avaliação da BIE segue o modelo do cilindro condutor, no qual a impedância é diretamente proporcional ao comprimento do condutor e inversamente proporcional à sua área transversa (22). O corpo humano não é considerado um cilindro homogêneo, mas sim cinco cilindros em série, que correspondem ao tronco e aos quatro membros (2) (Figura 1).

Estes cinco cilindros oferecem dois tipos de resistência; a resistência capacitiva e a resistência resistiva. A resistência capacitiva ou reatância (X_c) é causada pelo atraso na

corrente elétrica, que ocorre porque as células funcionam como capacitores elétricos que armazenam a energia antes de permitir a passagem da corrente. Já a resistência resistiva (simplesmente resistência (R) como será denominada a partir deste ponto do texto) é a quantidade de corrente elétrica impedida de passar nos líquidos intra e extracelular. Assim, seguindo este modelo elétrico, a impedância exibida pelo tecido biológico ao fluxo de corrente elétrica é modelada por elementos capacitivos e resistivos. O componente resistivo está associado ao fluido extra e intracelular, enquanto a contribuição capacitiva é atribuível à membrana celular.

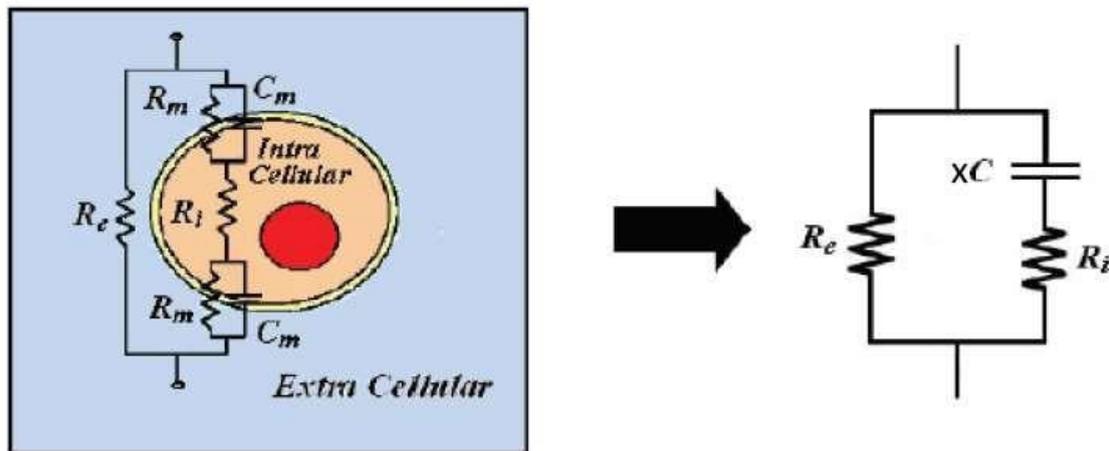
Figura 1: Modelo de cinco cilindros condutores



Legenda: MI = Membro Inferior; MS = Membro Superior
Modificado de Khalil, S.F. 2014 (2)

Um dos primeiros modelos do comportamento da eletricidade nas células foi apresentado por Fricke e Morse em 1925 (23) (Figura 2). Neste modelo, a impedância total do tecido é representada por dois resistores (R_e , R_i), que representam a resistência dos fluidos extra e intracelular, respectivamente, e um resistor em paralelo (R_m) com um capacitor (X_c), que representam a membrana celular. De acordo com este modelo, a corrente elétrica pode fluir por fora da célula, usando o meio extracelular, e dentro da célula, passando pelos canais iônicos através da camada bilipídica da membrana plasmática, que funciona como um isolante, o que faz com que a célula funcione como um capacitor (24). Em resumo, o corpo tem duas resistências separadas por uma membrana capacitiva.

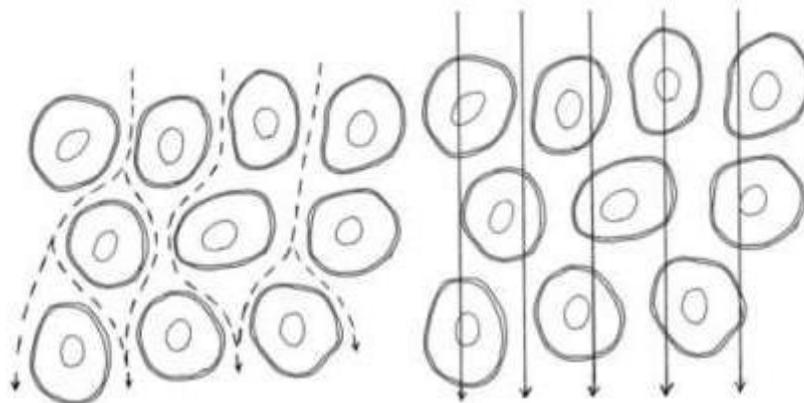
Figura 2: Fluxo da corrente elétrica segundo o modelo de Frick e Morse.



Legenda: a condutância da membrana (R_m) é desconsiderada, por ser muito pequena. Modificado de Ruiz, J.C.M (24).

A soma das duas formas de resistência forma o vetor de impedância (Z) (22). A impedância pode ser medida a partir de diversas frequências. Nas frequências muito baixas, a corrente não penetra na parede celular, com isso, o líquido extracelular é o único responsável pela resistência. Nas frequências mais altas, a célula passa a ser um capacitor quase perfeito, e a resistência reflete tanto o líquido intra como o extracelular (Figura 3) (25). Evidências sugerem que, para medidas como ângulo de fase, a frequência 50 KHz é a mais adequada, pois a corrente passa tanto no líquido intracelular como no extracelular (22).

Figura 3: Comportamento da corrente elétrica segundo a frequência da corrente

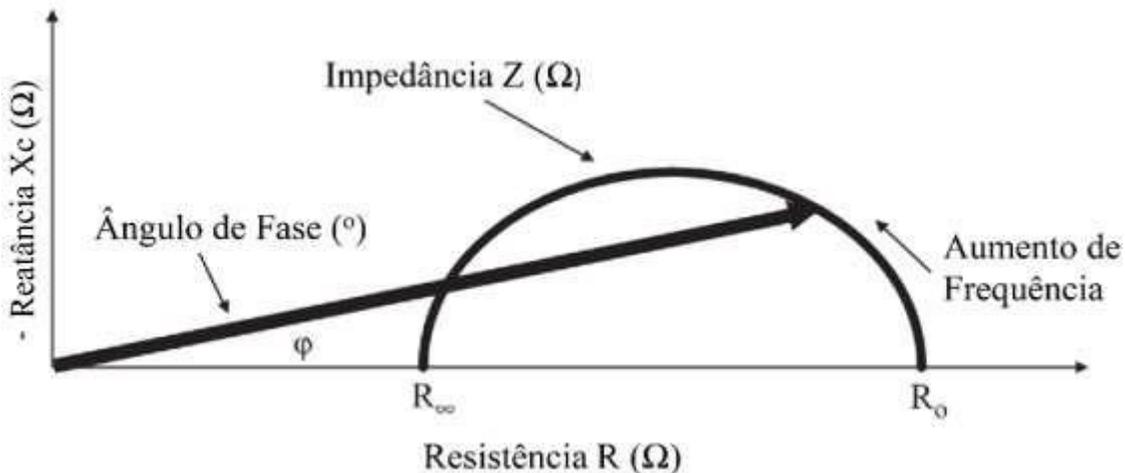


Legenda: em frequências baixas (à esquerda) a corrente não penetra a célula. Com frequências mais altas (direita) a corrente passa a penetrar a célula. Modificado de Jødal, L, 2008 (25).

Ângulo de fase

Um parâmetro importante derivado da BIE é o ângulo de fase (PhA), que é o arco-tangente do valor da resistência sobre a reatância (22) (Figura 4). O PhA está relacionado com a superfície e a integridade da membrana celular (4). Esse parâmetro tem sido descrito como uma ferramenta importante na avaliação do estado nutricional e marcador prognóstico (8).

Figura 4: Diagrama da derivação gráfica do ângulo de fase



Legenda: relações entre a resistência (R), reatância (Xc), impedância (Z) e a frequência da corrente aplicada.

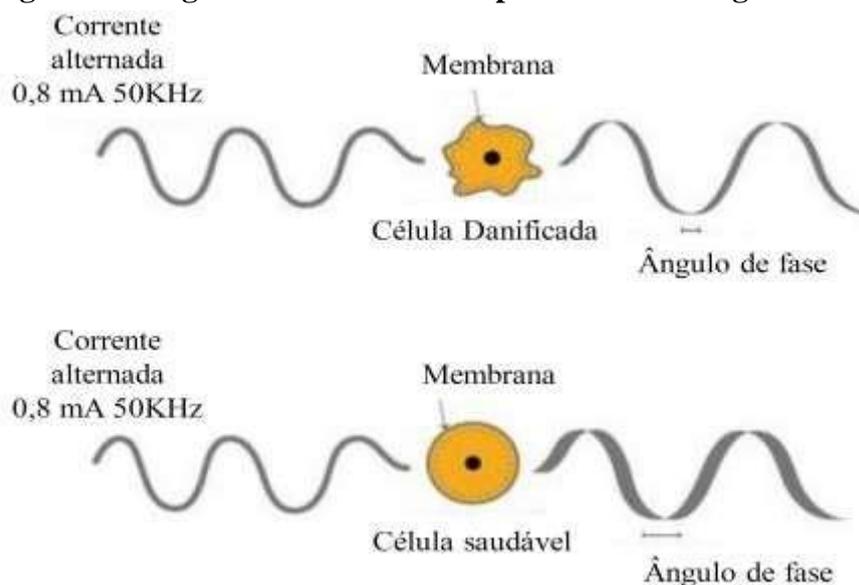
Modificado de Kyle et al, 2004 (22).

Saúde celular

As células são expostas a muitas forças de tensão, cisalhamento e compressão, que podem levar a rupturas na integridade da membrana plasmática, as quais, por sua vez, afetam a sua capacidade de servir como uma barreira, o que pode afetar de forma importante a célula, podendo levá-la à morte. A célula, porém, tem mecanismos de reparação da membrana plasmática (26).

O ângulo de fase da bioimpedância, por ser dependente da reatância, mede a capacitância elétrica da célula, e por isso tem sido utilizada como um parâmetro indireto e não invasivo da integridade da membrana plasmática e, conseqüentemente, da saúde da célula (Figura 5).

Figura 5: Integridade da membrana plasmática e o ângulo de fase



Legenda: Modificado da página de instruções do modelo InBody S10 (27).

Fatores associados ao ângulo de fase

Em sujeitos saudáveis, os principais fatores associados aos valores do ângulo de fase são a idade, o sexo e o índice de massa corporal (IMC) (28). Com a idade, o PhA diminui, devido à perda de massa muscular, que diminui a reatância, e ao aumento da massa gorda, que aumenta a resistência (29). Homens tendem a ter maior ângulo de fase que mulheres devido a uma maior massa muscular (30). O PhA tende a aumentar com o aumento do IMC, devido ao maior número de células, principalmente musculares (28).

Ângulo de fase e estado nutricional

O PhA é um marcador da quantidade e da qualidade da massa de tecidos moles, e também do estado de hidratação destes tecidos; com isso, este tem sido considerado um bom indicador do estado nutricional (28). Em pacientes, o PhA parece ser um bom marcador da má nutrição associada à doença. Esta associação foi evidenciada em pacientes submetidos à hemodiálise (31) com anorexia nervosa (32), pacientes desnutridos (33) e crianças desnutridas (34).

Sendo assim, o ângulo de fase é um bom marcador do estado nutricional em sujeitos com diversas doenças crônicas e, possivelmente, em indivíduos saudáveis.

Ângulo de fase e gravidade da doença

O PhA é geralmente menor em indivíduos doentes em relação aos saudáveis e, entre os doentes, frequentemente ele se correlaciona com a gravidade da doença. Estudos têm demonstrado que ele é preditivo de piores prognósticos, em termos de mortalidade, progressão da doença, complicações pós-operatórias e duração da internação em pacientes com vários tipos de câncer (5–8), com cirrose hepática (9), em pacientes em hemodiálise (10), com doença obstrutiva pulmonar crônica (11,12), com doença coronariana crônica (13), em idosos hospitalizados (14), e com diabetes mellitus do tipo II (15) e em pacientes com HIV/AIDS (16).

Ângulo de fase como indicador funcional

O ângulo de fase tem sido sugerido também como um bom marcador do nível muscular, pois está associado com a proteína total do corpo e com a massa muscular (35). De fato, estudos têm demonstrado a correlação positiva entre o status funcional e o ângulo de fase em idosos não institucionalizados (29), em idosos institucionalizados (36), em pacientes em reabilitação ambulatorial (37) e em pacientes submetidos à hemodiálise (38). Além disso, o aumento do ângulo de fase foi acompanhado em um aumento na função física e de diminuição da fadiga em pacientes com câncer colorretal (39). Estes dados demonstram que o PhA é um bom indicador do status funcional, tanto em sujeitos saudáveis como em pacientes hospitalizados ou não.

Mensuração da Atividade Física

A mensuração da atividade física deve levar e conta que ela possui quatro dimensões e quatro domínios. As dimensões são o modo ou tipo, a frequência, a duração e a intensidade. Modo ou tipo pode se referir ao tipo de atividade (caminhada, natação, afazeres domésticos, entre outros) são exemplos, e também pode referir-se à demanda fisiológica ou biomecânica (aeróbio/anaeróbio, força ou equilíbrio etc); a frequência refere-se ao número de sessões por semana ou por dia; a duração refere-se ao tempo de cada sessão; já a intensidade é um indicador da demanda metabólica da atividade. Pode ser quantificada por meio de medidas fisiológicas, subjetivamente avaliado por características perceptivas ou quantificado pelo movimento do corpo (taxa de passos, análise cinemática tridimensional) (40,41).

A AF pode ser classificada, em relação à intensidade, em leve, moderada e vigorosa. Uma das maneiras de fazer esta classificação é em relação ao número de equivalentes metabólicos (MET – do Inglês *metabolic equivalent*) da atividade em questão. Um MET é o gasto de energia em repouso, e é comumente definido como 3,5 mL de O² · kg⁻¹ · min⁻¹ ou ≈250 mL/min de oxigênio consumido, que representa o valor médio de uma pessoa de 70 kg. Atividades com gasto entre 1 e 1,5 METs não são consideradas, entre 1,6 e 2,9 METs são atividades leves. Atividade física moderada (AFM) é aquela que fica entre 3 e 5,9 METs, já a atividade física vigorosa (AFV) é aquela que alcança 6 ou mais METs (41).

Os quatro domínios da atividade física são; ocupacional, doméstico, transporte e lazer. Estas dimensões e domínios podem ser verificados de maneira objetiva, com tecnologia “vestível” (*wearable technology*) e monitoramento de sinais vitais. A atividade física também pode ser acessada de maneira subjetiva, com recordatórios e questionários validados. A escolha do método, objetivo ou subjetivo, de verificação da AF, depende do nível de precisão necessária, das dimensões e domínios a serem verificados e do valor disponível para o investimento (41).

Atividade física e saúde

O baixo nível de AF é atualmente é um dos principais fatores de risco para as Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) no mundo (16). Estima-se que 5 milhões de mortes teriam sido evitadas no mundo no ano de 2007 caso todos alcançassem os níveis recomendados de AF, o que a coloca a inatividade física ao lado do tabagismo em termos de carga de doença (42). A Organização Mundial da Saúde (OMS) incentiva o aumento do nível de Atividades Físicas de moderada a vigorosa (AFMV) como uma das metas para a diminuição da prevalência de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) até o ano de 2020 (43).

A OMS, em suas recomendações globais de atividade física para a saúde (44), recomenda que um adulto faça pelo menos 150 minutos semanais de APMV ou 75 minutos de AFV. Nesse mesmo documento, é recomendado que crianças acumulem pelo menos 60 minutos diários de APMV.

Tempo sentado e saúde

Anteriormente considerava-se sedentário o indivíduo que não alcançava os níveis ideais de AFMV, então o sedentário e o extremamente ativo estariam em duas extremidades de um continuum de AF, com aqueles que acumulassem determinada quantidade de AFMV sendo menos propensos a problemas de saúde.

Entretanto, a palavra “sedentário” tem origem na palavra latina “*sedentarius*”, que significa sentado, parado em um lugar (45), o que mostra que o sedentarismo não é o mesmo que ausência de atividade física moderada a vigorosa. O “*Sedentary Behaviour Research Network*” sugere definir como sedentarismo comportamentos que tenham um gasto energético inferior a 1,5 METs (46). Na tabela 1, apresentamos alguns destes comportamentos, que, na maior parte das vezes, refere-se ao Tempo Sentado (TS) que o indivíduo acumula.

Como dito anteriormente, atividades físicas leves são aquelas que ficam entre 1,6 e 2,9 METs. A recomendação de 150 minutos de AFMV não leva em consideração, portanto, estas atividades. Entretanto evidências recentes demonstram que interrupções no tempo sentado, mesmo com atividades leves, são importantes para a saúde (47,48).

Tabela 1: Lista de comportamentos sedentários

Casa	Trabalho/Escola	Transporte	Lazer
Ver Televisão	Computador	Dirigir	Tocar um instrumento
Falar ao telefone	Sentar		Artes e desenho
Ouvir Música	Escrever		Cozinhar e Costurar
Comer	Falar ao telefone		Meditar
Ler	Digitar		Ver eventos esportivos
	Ler		Ir à igreja

Modificado de Young et al, 2016 (18).

Com as evidências de que a falta de AFMV e o tempo em atividades sedentárias são entidades distintas (49), tem-se sugerido classificar os indivíduos em ativos ou inativos, de acordo com o nível de AFMV e em sedentários e não sedentários de acordo com o tempo que os indivíduos passam em atividades sedentárias, principalmente o TS

(46) (Figura 6). Isso reforça a importância de que a manutenção de um estilo de vida saudável, inclui o aumento do nível de AFMV e a redução do TS (50).

Figura 6: Comportamento Sedentário e Atividade física



Legenda: Modificado de Saunders et al, 2014 (51)

Atividade física, tempo sentado e ângulo de fase

Evidências tem sugerido que a atividade física está positivamente associada com o ângulo de fase, particularmente em populações com DCNT (52,53). No entanto, ainda existe uma escassez de estudos que avaliem essa associação em uma população com uma ampla faixa etária de indivíduos saudáveis. Além disso, existe uma escasses de estudos que verificassem a possível associação entre o ângulo de fase e o tempo sentado.

Para verificar a associação entre o ângulo de fase, a atividade física e o tempo sentado, esta tese apresenta dois estudos. Uma revisão sistemática que teve como objetivo principal analisar a associação entre o nível de atividade física e o ângulo de fase da bioimpedância. Já o artigo original teve como proposta avaliar a associação entre a atividade física, o tempo sentado e o ângulo de fase em uma amostra de indivíduos saudáveis.

HIPÓTESE

A atividade física está positivamente associada e o tempo sentado está negativamente associado com o ângulo de fase derivado da bioimpedância elétrica.

OBJETIVOS

Analisar a associação entre o nível de atividade física e o ângulo de fase da bioimpedância.

Analisar a associação entre o tempo sentado e o ângulo de fase da bioimpedância.

MÉTODOS

Participantes

Foram convidados a participar do estudo, por conveniência, indivíduos da comunidade, com idade superior a 11 anos, de ambos os sexos, que não tivessem diagnóstico de doença crônica e que não tivessem contraindicação para a realização do exame de bioimpedância. Os critérios considerados para a não indicação da bioimpedância foram: doenças que afetam a resistência elétrica da pele; gestantes; portadores de marca-passo cardíaco ou de cardiodesfibrilador; participantes amputados ou em uso de próteses/órteses.

Para uma melhor representatividade dos participantes, foram considerados o número mínimo de indivíduos por sexo e faixa etária.

Locais

As coletas foram realizadas, por conveniência, de dezembro de 2015 a fevereiro de 2018, nas escolas públicas e privadas, empresas, eventos e na residência dos participantes das cidades de Canela/RS, Porto Alegre/RS e Santa Cruz do Sul/RS. A pesquisa foi promovida mediante comunicação verbal e escrita.

Dados coletados

Questionários

Os participantes responderam um questionário para coleta de dados demográficos e socioeconômicos, e o mesmo contemplou, entre outras, as seguintes informações: idade e sexo (Apêndice D).

Para avaliação do nível de atividade física e tempo sentado, os participantes responderam ao Questionário Internacional de Atividade física (IPAQ), em versão curta validado por Guedes et al para adolescentes brasileiros (54), e por Matsudo et al (55) para a população adulta brasileira (Anexo A).

A partir desses questionários, os participantes foram classificados, segundo o nível de atividade física, em inativos e ativos. O ponto de corte para ser considerado ativo foi

de 300 minutos semanais de atividade física, para crianças e adolescentes até 17 anos, e de 150 minutos semanais de AFMV, ou 75 minutos de atividade física vigorosa (AFV), para adultos acima de 18 anos. Esses pontos são os sugeridos pela Organização Mundial da Saúde (44).

Em relação ao tempo sentado, os indivíduos foram classificados em sedentários e não sedentários. Entre as crianças e adolescentes menores de 18 anos, o ponto de corte utilizado para ser classificado como sedentário foi ≥ 180 minutos diários de tempo sentado (56). O ponto de corte para ser considerado sedentário entre os adultos foi ≥ 360 minutos diários de tempo sentado (57). Os pesquisadores que aplicaram os questionários e realizaram as análises e classificações estavam cegados para os resultados da bioimpedância.

Peso e Altura

A massa corporal foi verificada com o participante em posição ortostática, com o mínimo de roupas e descalço, com balança digital (Charder, modelo MS6121) calibrada. A estatura foi mensurada com os sujeitos descalços, pés na posição paralela, tornozelos unidos, braços ao longo do corpo e cabeça no plano de Frankfurt, com estadiômetro compacto tipo trena Sanny, com precisão de ± 1 mm (American Medical do Brasil Ltda).

Análise da Bioimpedância Elétrica

Para a análise da Bioimpedância Elétrica (BIE) foi utilizado o equipamento Biospace, modelo InBodyS10, da Ottoboni (Rio de Janeiro, RJ). Cada participante realizou duas avaliações e a média dessas avaliações foi considerada como resultado final. A mensuração foi realizada de acordo com as especificações do fabricante. A verificação ocorreu com os indivíduos de pé, com os membros afastados do corpo e com o mínimo de roupa possível. Para a realização da bioimpedância, foram seguidas as orientações padrão encontradas na literatura (58).

Os resultados primários da análise de bioimpedância elétrica são os valores de resistência (R) e reatância (Xc). O Ângulo de Fase (PhA) é diretamente calculado com a seguinte fórmula: $PhA \text{ (graus)} = \arctan(Xc/R) \times (180/\pi)$.

Análise estatística

Cálculo Amostral

Para a correlação entre o ângulo de fase, nível de atividade física e o tempo sentado, foi considerada uma correlação mínima de 0,30, um valor de alpha de 1% e um de beta de 10%. Atendendo esses dados, o número necessário de participantes para avaliarmos é de 159. Considerando as demais variáveis preditoras, esse número foi aumentado para 1052.

Análise dos dados

Para análise descritiva, os dados categóricos estão apresentados por frequências absolutas e relativas. A descrição das variáveis contínuas está representada por média e desvio padrão, ou mediana e intervalo interquartil de 25-75% (II), conforme a simetria das variáveis.

As relações da variável de desfecho (ângulo de fase) e as variáveis preditoras (AF e TS, fatores de confusão, idade, gênero e índice de massa corporal) foram incluídas em um modelo de regressão linear generalizado univariável, sendo que todas as variáveis com $\alpha \leq 0.20$ foram incluídas em um modelo de regressão linear generalizado multivariável; foram então consideradas estatisticamente relevantes as variáveis com $\alpha < 0,05$.

Foram consideradas estatisticamente diferentes as médias com $p < 0,05$. Todos os testes foram realizados com o software SPSS versão 17.

Aspectos Éticos

Os procedimentos adotados nesta pesquisa seguiram os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde (59).

O presente estudo foi aprovado pela Comissão Científica da Escola de Medicina/HSL (Número 6725) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (parecer 2.187.802, Anexo B).

Foram incluídos no estudo participantes que aceitaram participar do estudo após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). No caso

dos participantes menores de idade, os responsáveis assinaram o TCLE, e as crianças o Termo de Assentimento (Apêndice C).

Os participantes que apresentaram desnutrição (escore Z do IMC < -2) ou obesidade (escore Z do IMC > 2) foram orientados a procurar o serviço de atendimento nutricional especializado local. Na cidade de Canela/RS, a presente pesquisa foi realizada em parceria com um projeto de estímulo à alimentação saudável, atividade física e hábitos de higiene, intitulado Programa Esporte e Saúde em Canela (PESC) (60). Neste caso, os indivíduos com desnutrição ou sobrepeso/obesidade foram encaminhados aos projetos de orientação nutricional e estímulo à atividade física, e estão sendo monitorados pelos profissionais do PESC.

REFERÊNCIAS

1. Goswami PN, Munna K, Moinuddin. Bioelectrical Impedance Analysis: Phase Angle - An Independent Predictive Health Marker and its Clinical Applications. In: 3rd Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering 2006 [Internet]. Springer, Berlin, Heidelberg; 2007 [cited 2018 Jan 28]. p. 321–4. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68017-8_82
2. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors* (Switzerland). 2014;14(6):10895–928.
3. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr*. 2013 Jan;67 Suppl 1:S79-85.
4. Kumar S, Dutt A, Hemraj S, Bhat S, Manipadybhima B. Phase angle measurement in healthy human subjects through bio-impedance analysis. *Iran J Basic Med Sci*. 2012;15(6):1180–4.
5. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, Vashi PG, Grutsch JF, Lammersfeld CA. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *Br J Nutr*. 2004/12/23. 2004;92(6):957–62.
6. Gupta D, Lammersfeld CA, Vashi PG, King J, Dahlk SL, Grutsch JF, et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer*. 2008/08/30. 2008;8:249.
7. Toso S, Piccoli A, Gusella M, Menon D, Bononi A, Crepaldi G, et al. Altered tissue electric properties in lung cancer patients as detected by bioelectric impedance vector analysis. *Nutrition*. 2000 Feb;16(2):120–4.
8. Grundmann O, Yoon SL, Williams JJ. The value of bioelectrical impedance analysis and phase angle in the evaluation of malnutrition and quality of life in cancer patients—a comprehensive review. *Eur J Clin Nutr*. 2015/07/30. 2015;69(12):1290–7.
9. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol*. 2002/04/11. 2002;86(6):509–16.
10. Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney Int*. 1996 Dec;50(6):2103–8.
11. 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*. 2015/01/19.

2015;34(6):1245–50.

12. de Blasio F, Di Gregorio A, de Blasio F, Bianco A, Bellofiore B, Scalfi L. Malnutrition and sarcopenia assessment in patients with chronic obstructive pulmonary disease according to international diagnostic criteria, and evaluation of raw BIA variables. *Respir Med*. 2018 Jan;134(November 2017):1–5.
13. Colin-Ramirez E, Castillo-Martinez L, Orea-Tejeda A, Vazquez-Duran M, Rodriguez AE, Keirns-Davis C. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic marker in chronic heart failure. *Nutrition*. 2012/04/03. 2012;28(9):901–5.
14. Dittmar M, Reber H, Kahaly GJ. Bioimpedance phase angle indicates catabolism in Type 2 diabetes. *Diabet Med*. 2015/02/11. 2015;32(9):1177–85.
15. Ott M, Fischer H, Polat H, Helm EB, Frenz M, Caspary WF, et al. Bioelectrical impedance analysis as a predictor of survival in patients with human immunodeficiency virus infection. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol*. 1995 May 1;9(1):20–5.
16. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012/07/24. 2012;380(9838):219–29.
17. Christina Bjørk Petersen^{1*}, Adrian Bauman², Morten Grønbaek¹, Jørn Wulff Helge³ LCT and JST. Total sitting time and risk of myocardial infarction, coronary heart disease and all-cause mortality in a prospective cohort of Danish adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2014;11(13):1–11.
18. Young DR, Hivert M-F, Alhassan S, Camhi SM, Ferguson JF, Katzmarzyk PT, et al. Sedentary Behavior and Cardiovascular Morbidity and Mortality: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. 2016 Sep 27;134(13):e262–79.
19. Prabhakaran D, Anand S, Watkins D, Gaziano T, Wu Y, Mbanya JC, et al. Cardiovascular, respiratory, and related disorders: key messages from Disease Control Priorities , 3rd edition. *Lancet*. 2017;6736(17):1–13.
20. Müller MJ, Braun W, Pourhassan M, Geisler C, Bosy-Westphal A. Application of standards and models in body composition analysis. 2015 [cited 2018 Jan 30]; Available from: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/425402354FA46D039E98B90C1C2F02C8/S0029665115004206a.pdf/application_of_standards_and_models_in_body_composition_analysis.pdf
21. Ellis KJ. Selected Body Composition Methods Can Be Used in Field Studies. *Am Soc Nutr Sci*. 2001;131:1589S–1595S.

22. 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.* 2004/09/24. 2004;23(5):1226–43.
23. Cole KS (Kenneth S. Membranes, ions, and impulses : a chapter of classical biophysics [Internet]. University of California Press; 1972 [cited 2018 Jan 28]. 569 p. Available from: <https://www.ucpress.edu/op.php?isbn=9780520002517>
24. Márquez Ruiz JC. On the Feasibility of Using Textile Electrodes for Electrical Bioimpedance Measurements On the Feasibility of Using Textile Electrodes for Electrical Bioimpedance Measurements A thesis submitted to the KTH – Royal Institute of Technology in partial. University of Borås; 2011.
25. Jødal L. Electrical theory behind the measurement of body fluids with bioimpedance spectroscopy (BIS) [Internet]. Notes. 2008 [cited 2018 Jan 28]. p. 43. Available from: http://pure.au.dk/portal/files/20320521/Lecture_notes_on_BIS.pdf
26. McNeil PL, Steinhardt RA. Loss, restoration, and maintenance of plasma membrane integrity. *J Cell Biol.* 1997;137(1):1–4.
27. The InBodyS10: What It Is and Why You Need It [Internet]. 2015 [cited 2018 Jan 26]. Available from: <https://inbodyusa.com/blogs/inbodyblog/31432897-the-inbodys10-what-it-is-and-why-you-need-it>
28. 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.* 2012/06/16. 2012;31(6):854–61.
29. Dittmar M. Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: effects of age, gender, and body mass. *Am J Phys Anthr* [Internet]. 2003/11/14. 2003 Dec [cited 2018 Jan 30];122(4):361–70. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/ajpa.10301>
30. Barbosa-Silva MCG, Barros AJD, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr.* 2005 Jul;82(1):49–52.
31. Oliveira CMC, Kubrusly M, Mota RS, Silva CAB, Choukroun G, Oliveira VN. The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. *J Ren Nutr.* 2010 Sep;20(5):314–20.
32. Mika C, Herpertz-Dahlmann B, Heer M, Holtkamp K. Improvement of nutritional status as assessed by multifrequency BIA during 15 weeks of refeeding in adolescent girls with anorexia nervosa. *J Nutr.* 2004 Nov;134(11):3026–30.
33. Norman K, Kirchner H, Freudenreich M, Ockenga J, Lochs H, Pirlich M. Three month intervention with protein and energy rich supplements improve muscle function and quality of life in malnourished patients with non-neoplastic

- gastrointestinal disease--a randomized controlled trial. *Clin Nutr.* 2008 Feb;27(1):48–56.
34. Nagano M, Suita S, Yamanouchi T. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutritional assessment in children. *J Pediatr Surg.* 2000 Jul;35(7):1035–9.
 35. Norman K, Stobäus 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 1;92(3):612–9.
 36. Norman K, Smoliner C, Valentini L, Lochs H, Pirlich M. Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality? Vol. 23. Elsevier; 2007. p. 564–9.
 37. Gunn SM, Halbert JA, Giles LC, Stepien JM, Miller MD, Crotty M. Bioelectrical phase angle values in a clinical sample of ambulatory rehabilitation patients. *Dyn Med [Internet].* 2008 Sep 10 [cited 2018 Feb 8];7:14. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18782456>
 38. Zamojska S, Szklarek M, Niewodniczy M, Nowicki M. Correlates of habitual physical activity in chronic haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transpl.* 2006/01/20. 2006;21(5):1323–7.
 39. Gupta D, Lis CG, Granick J, Grutsch JF, Vashi PG, Lammersfeld CA. Malnutrition was associated with poor quality of life in colorectal cancer: a retrospective analysis. *J Clin Epidemiol.* 2006 Jul;59(7):704–9.
 40. Harridge SDR, Lazarus NR. Physical Activity, Aging, and Physiological Function. *Physiology.* 2017 Mar;32(2):152–61.
 41. Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, Ekelund U, Freedson PS, Gary RA, et al. Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: A scientific statement from the American Heart association. *Circulation.* 2013;128(20):2259–79.
 42. Wen CP, Wu X. Stressing harms of physical inactivity to promote exercise. Vol. 380, *The Lancet.* 2012. p. 192–3.
 43. WHO. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020. World Health Organization. Geneva; 2013. 102 p.
 44. WHO WHO, World Health Organization, WHO WHO, World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. WHO, editor. Geneva World Heal Organ. 2015/07/17. 2010;60.
 45. Dictionary.com LLC. Sedentary | Define Sedentary at Dictionary.com [Internet]. [cited 2017 Nov 6]. Available from: <http://www.dictionary.com/browse/sedentary>

46. Sedentary Behaviour Research Network. Letter to the Editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours.” *Ment Health Phys Act.* 2013;6(1):55–6.
47. Dempsey PC, Owen N, Yates TE, Kingwell BA, Dunstan DW. Sitting Less and Moving More: Improved Glycaemic Control for Type 2 Diabetes Prevention and Management. *Curr Diab Rep.* 2016 Nov 3;16(11):114.
48. Pesola AJ, Laukkanen A, Heikkinen R, Sipilä S, Sääkslahti A, Finni T. Accelerometer-assessed sedentary work, leisure time and cardio-metabolic biomarkers during one year: Effectiveness of a cluster randomized controlled trial in parents with a sedentary occupation and young children. Dempsey P, editor. *PLoS One.* 2017 Aug 24;12(8):e0183299.
49. Schmid D, Ricci C, Leitzmann MF. Associations of objectively assessed physical activity and sedentary time with all-cause mortality in US adults: the NHANES study. *PLoS One.* 2015;10(3):e0119591.
50. Vaes AW, Cheung A, Atakhorrami M, Groenen MTJ, Amft O, Franssen FME, et al. Effect of “activity monitor-based” counseling on physical activity and health-related outcomes in patients with chronic diseases: A systematic review and meta-analysis. *Ann Med.* 2013;45(5–6):397–412.
51. Saunders TJ, Chaput J-P, Tremblay MS. Sedentary behaviour as an emerging risk factor for cardiometabolic diseases in children and youth. *Can J diabetes.* 2014 Feb;38(1):53–61.
52. Jaramillo GC, Gallar P, Di Gioia C, Rodriguez I, Ortega O, Herrero JC, et al. Basal Physical Activity in Hemodialysis Patients. Correlation with Biochemical Parameters and with Body Composition. *Nephrol Dial Transplant.* 2013;28:485.
53. Jungblut SA, Frickmann H, Zimmermann B, Muller U, Bargon J. [The effects of physical training on the body composition of patients with COPD]. *Pneumologie.* 2009/05/29. 2009;63(7):374–9.
54. Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Rev Bras Med do Esporte.* 2005 Apr;11(2):151–8.
55. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional De Atividade Física (Ipaq): Estupo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. *Rev Bras Atividade Física Saúde.* 2012;6(2):5–18.
56. Mark AE, Janssen I. Relationship between screen time and metabolic syndrome in adolescents. *J Public Health (Oxf).* 2008 Jun 2;30(2):153–60.
57. Patel A V., Bernstein L, Deka A, Feigelson HS, Campbell PT, Gapstur SM, et al. Leisure time spent sitting in relation to total mortality in a prospective cohort of US adults. *Am J Epidemiol.* 2010;172(4):419–29.

58. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004 Dec;23(6):1430–53.
59. Ministério da Saúde. RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012 [Internet]. Diário Oficial da União. 2012 [cited 2017 Dec 11]. Available from: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html
60. Mundstock E, Toledo A de O, De Oliveira DG, Reimann P, Andrade FS, Veiga P, et al. Resultados da primeira fase do Programa Esporte e Saúde em Canela, Rio Grande do Sul: avaliação do perfil nutricional. *Sci Med (Porto Alegre)*. 2017 Nov 25;27(4):28184.

CAPÍTULO II: REVISÃO SISTEMÁTICA

Artigo formatado para a revista: British Journal of Sports Medicine

Association between Phase Angle from Bioelectrical Impedance Analysis and Level of Physical Activity: Systematic Review and Meta-analysis

Authors: Eduardo Mundstock; Rita Mattiello

Keywords: Phase Angle; Physical Activity; Bioimpedance; Exercise; Motor Activity

ABSTRACT

Objective: To Meta-analyze the evidence on the relationship between physical activity and phase angle.

Design: Systematic Review and Meta-analysis.

Data Sources: Electronic searches of MEDLINE (via PUBMED), EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL, The Cochrane Library), SciELO, LILACS, SPORTDiscus, Scopus, and Web of Science from inception to December 10th, 2017

Eligibility criteria for selecting studies: The PICOS strategy was defined, in which “P” corresponded to participants of any age, sex or ethnicity, “I” indicated any type of physical activity program, “C” denoted lack of exercise or irregular physical activity, “O” corresponded to the phase angle obtained by bio-impedance, and “S” indicated longitudinal or cross-sectional studies.

Results: In cross-sectional studies the phase angle was higher among the active individuals (MD = 0.70; 95% CI: 0.48, 0.92, $P < 0.001$), with low heterogeneity ($I^2 = 0\%$; $P = 0.619$). In longitudinal studies, the mean of the difference of phase angles from the baseline was significantly higher for the active group than the control group (MD = 0.30; 95% CI: 0.11, 0.49, $P = 0.001$), with low heterogeneity ($I^2 = 13\%$, $P = 0.331$). No evidence of publication bias was found and the overall risk of bias was moderate to high

Summary/conclusion: The positive association of physical activity with phase angle reinforces the importance of routinely including exercise in health care. We also identified the need for further studies to define with different types, intensities and frequencies of exercises should be conducted in order to find the best dose-effect relationship.

SUMMARY BOX

What is already known

- Phase Angle reflects cellular health and integrity of the cell wall and it has been postulated as a prognostic factor in critically ill patients
- Adequate level of physical activity is key to prevent and treat chronic diseases

What are the new findings.

- Physical activity has a positive association with phase angle.

Word Count: 3147

INTRODUCTION

Phase angle (PhA) is considered to be an important parameter, which is calculated directly from the primary values of the resistance and reactance of the bio-impedance, in clinical use, as it appears to reflect cellular health, body cell mass, and the integrity of the cell wall.[1] Further, ill patients appear to have lower PhA values than healthy individuals, which may predict worse health outcomes [2] and mortality.[3] Therefore, PhA has been proposed as a prognostic factor for the diagnosis and monitoring of various diseases.[4–7] For instance, lower PhA appears to be a prognostic factor predicting mortality in patients with liver cirrhosis [2], undergoing hemodialysis,[8–10] with chronic obstructive pulmonary disease,[11] or with cancer.[12–14] It is also associated with malnutrition in the older hospitalized patients.[15]

It is widely acknowledged that physical exercise has positive effects on the prognosis of all the conditions previously mentioned.[16–18] Maintenance of an adequate level of physical activity (PA) is essential in the prevention and treatment of chronic diseases.[18] In addition, engaging in exercise programs improves the prognosis of cancers, chronic kidney diseases, and heart conditions.[17,19–21] Evidence suggests that active people, even those with chronic disease, have better PhA,[22,23] and as a consequence, better health outcomes. However, research data on modifiable factors which may help maintain or increase PhA are scarce.

The aim of this study was to evaluate the association between physical activity and phase angle, and to conduct a meta-analysis of the findings. In order to increase the precision of the results, only studies with a control group, i.e. individuals allocated in a control group without exercise or subjects that do not reach the recommended levels of moderate to intense physical activity, were included.

METHODS

Protocol and registration

This systematic review and meta-analysis were performed in accordance with the PRISMA guidelines.[24] The systematic review protocol was registered with the PROSPERO database:

(https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?RecordID=20214).

Eligibility criteria

This systematic review and meta-analysis were conducted in order to answer the question: Is physical activity associated with a higher phase angle? The PICOS strategy was defined, in which “P” corresponded to participants of any age, sex or ethnicity, “I” indicated any type of physical activity program, “C” denoted lack of exercise or irregular physical activity, “O” corresponded to the phase angle obtained by bio-impedance, and “S” indicated longitudinal or cross-sectional studies.

Exclusion Criteria

The following exclusion criteria were used: (A) duplicated publications or studies additional to those already included; (B) studies which did not evaluate the association between PA and PhA; (C) case studies, case series, experimental models, reviews, responses, and editorials; (D) studies without control group; and (E) studies reporting correlation between physical activity and phase angle without classifying the subjects into active and inactive.

Sources of information and search strategy

We used the following sources to identify relevant studies from inception to December 10th, 2017: MEDLINE (via PUBMED), EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL, The Cochrane Library), SciELO, LILACS, SPORTDiscus, Scopus, and Web of Science. We tried to identify additional studies by scanning through the reference lists of relevant publications and reviews. Studies published in any language were included in the analysis. The detailed search strategy can be found online as supplementary material: http://www.crd.york.ac.uk/PROSPEROFILES/20214_STRATEGY_20151118.pdf.

Study Selection

To select the studies to be assessed further, two reviewers (EM and MA) independently scanned the titles and abstracts of each identified study. The full texts of all potentially relevant articles were accessed and investigated. A third reviewer (RM) reviewed any differences in opinion, to make a final decision.

Data extraction

Data from the selected studies were extracted independently by two reviewers (EM and MA), using data extraction forms created by the authors for this review. The following data were extracted: name of the first author, year of publication, study location, population, type of study, type of exercise assessment (objective or subjective), main results, and sample size.

Type of exercise assessment

Physical Activity has four dimensions (Mode or Type, Frequency, Duration, and Intensity) and four domains (Occupational, Domestic, Transportation, and Leisure). These dimensions and domains can be objectively verified with wearable technology and monitoring the vital signs. Physical activity can also be assessed in a subjective manner using validated reminders and questionnaires. The choice of the objective or subjective method of PA verification depends on the level of precision required, on the dimensions and domains to be checked, and on the value available for the investment.[25]

Risk of bias in individual studies

To analyze the risk of bias in clinical trials, we used the Cochrane Collaboration's tool.[26] We analyzed the degree of randomization, allocation concealment, blinding of participants, selection bias, blinding the researchers analyzing the outcomes, and report of the selective outcome.

In observational studies, we used an evaluation tool for assessment of cohort and cross-sectional studies recommended by the National Institute of Health, U.S. Department of Health and Human Services.[27]

Summary measures and data synthesis

A meta-analysis was conducted separately for cross-sectional and longitudinal study designs (clinical trials and longitudinal studies). Mean of differences in the effective size measure was used to estimate the association between physical activity and phase angle. Mean of differences in the phase angle values was used for cross-sectional studies, while the mean difference of deltas (change from baseline) was used for longitudinal studies. In case of studies where the standard deviations of deltas were missing, imputation was performed using a conservative approach (using correlation equal to zero). The Cochran Q test and the I^2 statistics were used to assess heterogeneity among studies. Random-effects models on two separate sub-groups were designed in order to explore the expected heterogeneity among studies. The first sub-group was made according to health status (subjects with chronic conditions or healthy subjects), and the second according to the method used to verify PA levels of individuals (objective or subjective measurement). The sensitivity was analyzed based on whether exclusion of one study at a time significantly modified the heterogeneity or the results, and by considering study design in longitudinal studies (observational follow-up, randomized clinical trial, or non-randomized clinical trial). A funnel plot was generated to investigate the possibility of publication bias. All the analyses were performed using the statistical software 'R' version 3.4.0.

RESULTS

The initial search returned 13.546 studies, of which 8.898 were duplicate. We screened the remaining 4.648 titles and abstracts, of which 4.628 articles were excluded: 4.170 because they did not evaluate the association between PA and PhA, and 458 because they were case studies, cases series, experimental models, reviews, responses, and editorials. Twenty articles were selected for full-text reading, of which 11 were excluded: six due to the lack of a control group and five because they only reported a correlation between physical activity and phase angle. Thus, nine articles were ultimately included in our systematic review and meta-analyses (figure 1).

The general characteristics of the selected studies are summarized in table 1. Taken together, the studies reported data from 575 subjects. Five studies were longitudinal: four clinical trials and one follow-up, [23,28–31] and four studies were cross-sectional.[22,32–34] Among the clinical trial studies, three were Randomized Clinical Trials (RCT) [28–30] and two were Non-Randomized Clinical Trials.[23,31] The clinical trial study by Zanelli *et al.* was designed to evaluate the effect of creatine supplementation on resistance training practitioners. We used the baseline data for each group for our meta-analysis. The majority of the studies were conducted in different European countries.[22,23,32–34]

The participants (age, athletic condition, and health condition), type of exposure (resistance training, aerobic training, or concurrent training), and methods for assessment of physical activity (subjective and objective) were observed to be heterogenous.

Four studies were conducted on subjects with chronic conditions.[22,23,30,32] three on patients undergoing dialysis [22,30,32] and one on patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD).[23] Among the studies performed on healthy populations, two were conducted on older women,[28,29] one on women with anorexia,[33] one on resistance training practitioners,[31] and one on athletic children.[34] The subjects received different types of training (intervention or exposure). Resistance Training (RT) was more frequently described, with four studies.[28–31] The other types of training described were Aerobic Training (AT),[32] concurrent training,[23] swimming and gymnastics,[34] ballet dancing,[33] and any form of physical activity.[22] As for the tools used to assess PA in the five observational studies, two studies used objective measurements: one used accelerometers,[22] and one used pedometers,[32] while two used subjective tools.[33,34] Regarding the interventions performed

in the five clinical trials, the three RCT used resistance training,[28–30] one clinical trial used resistance training,[31] and one used concurrent training.[23]

Meta-analysis

In the cross-sectional studies, the active subjects presented a higher mean phase angle than controls (MD = 0.70; 95% CI: 0.48, 0.92, $P < 0.001$, figure 2), with low heterogeneity ($I^2 = 0\%$; $P = 0.619$). It was also observed that the differences between health status and method for assessment of physical activity were not significant ($P = 0.332$; $P < 0.253$, figure 2). The longitudinal studies (clinical trials or follow-up) indicated that the mean differences of the phase angles from baseline were significantly higher for the active group, when compared with the control group (MD = 0.37; 95% CI: 0.13, 0.61, $P = 0.002$, figure 2), with low heterogeneity ($I^2 = 13\%$, $P = 0.331$).

The differences between health status were not significant ($P = 0.7821$, figure 2). All studies had subjective measures of the level of exercise. There were no significant differences between clinical trials and follow-up studies ($P = 0.502$, figure 2). A sensitivity analysis was conducted after excluding one study by Martin-Alemañy *et al.*, which had a high disparity in results [30] (supplementary figure S1). Although this did not change the overall direction of the effect (MD = 0.39; 95% CI: 0.19, 0.58, $P < 0.001$), heterogeneity was observed to decrease ($I^2 = 0\%$). In a more detailed sensitivity analysis in which one study was excluded at a time, the mean difference in both cross-sectional and longitudinal studies did not change with the exclusion of any of the studies. Analysis of the Funnel Plot did not show a tendency for publication bias, both among cross-sectional and longitudinal studies (supplementary figure S2 and S3).

Risk of bias

The risk of overall bias was moderate to high. Among the clinical trials, we observed that two studies were at risk of bias in terms of randomization and allocation (Selection Bias). Given the nature of an exercise intervention, it is not possible to blind participants, but the authors of three papers did not declare the blinding with respect to the analysis of the outcome (detection bias). None of the clinical trials were at risk of bias in relation to incomplete outcome data (attrition bias) or selective reporting (reporting bias) (supplementary figure S4).

Only one of the observational studies had an overall good rating in terms of quality, while two were rated as fair and one as poor (supplementary table 1).

DISCUSSION

Our systematic review found evidence that physical activity had a positive effect on phase angle. These results were corroborated by the meta-analysis of data from clinical trials, showing evidence of a causal relationship, wherein differences in PhA from the baseline were significantly higher for the active group than the control group. The magnitude of the increase in phase angle was not statistically different between healthy individuals or those with chronic disease, either by type of study or by type of physical activity evaluation, which shows great consistency of results.

Different mechanisms appear to be involved in the process by which PA causes improvement in PhA values, resulting in better integrity and functionality of the cell membrane, changes in intracellular composition, and enhanced tissue capacity.[1,35] Although exercise initially appears to negatively affect the cell membrane,[36] this is followed by a super compensation in which the acute harmful effect of exercise on the individual is compensated by an improvement of the structure,[37] i.e. comply with the principle of the general adaptation syndrome.[38]

The type of exercise most studied among the included articles was resistance training. This type of training appears, alone or in conjunction with other training modalities, in five of the nine articles. In addition, this training modality appears in all clinical trials. Resistance training was the only type of exercise in which we found a study that attempted to identify the effect of changes in the volume intensity ratio. This study [28] identified that this training modality, when performed in elderly women with different methods has positive effects on the phase angle. However, there are other methods and different relationships between volume, intensity and frequency in training against resistance, and especially in other types of exercise that must be tested to find the best dose-benefit relationship in relation to phase angle. Furthermore, we did not find studies investigating whether the combination of more than one type of exercise, the concurrent training, is superior to the isolated training. Therefore, the present study supports the hypothesis that exercise is positively associated with phase angle and therefore leads to enhanced cell membrane integrity and improved cell health. However,

the relationships between domains and dimensions and, especially, the best dose-benefit relationship are open questions.

Evidence demonstrates that larger PhA values are associated with lower risk of hospitalization, mortality, and cardiovascular events [3,39] in patients with chronic conditions.[10,12–14,40] This substantiates the importance of including PA routines with the aim of improving outcomes in patients with chronic diseases. In our systematic review, all four studies in patients with chronic conditions [22,23,30,32] reported a significant positive association between PhA and the level of PA. As the phase angle has been postulated as an indicator of cellular health, cell membrane integrity [41] and total cell mass,[1] these results indicate that, even in patients with chronic diseases, exercise improves these indicators.

The quality of the studies in general was reasonable, but some items were poorly reported, especially among clinical trials. An unreported item was the procedure to blind the study. The participant in a study with exercise will always know if he is in the control group or not. However, the personnel that analyzes the phase angle can be blinded, which has not happened in some studies. Another source of risk of bias is absence of randomization in some studies, which may generate a selection bias, since individuals with a lower phase angle could be placed in the exercise group, which would predispose this group to greater increases in this variable due to the phenomenon of return to the mean.[42] However, when analyzing the effect size between the studies, there was no clinically significant difference between the studies with better or worse quality, which shows that this was not a determining factor for the observed results.

Strengths and limitations of the systematic review

The major strength of our systematic review is the inclusion of all available studies, by searching the "gray" literature as well as all major databases. We also did not limit the search by publication period or by language.

A limitation of our study is the low methodological quality of the studies, as shown in the analysis of risk of bias. This limitation seems to be of little importance, as there is a great consistency in the results between the studies with reference to the positive effect of PA on the PhA.

CONCLUSIONS AND FUTURE DIRECTIONS

The main objective of this systematic review was to evaluate and analyze the relationship between the level of physical activity and the phase angle. We conclude that physical activity has a positive effect on phase angle. Thus, these results demonstrate the importance of including exercise routinely in health care, both for disease prevention and for a better prognosis of patients with chronic diseases.

These results are important for clinical, research, and routine scenarios, aiming for the better health and well-being of both healthy individuals and subjects with chronic diseases. Still, additional studies comparing different types, intensities and frequencies of exercises should be conducted in order to find the best dose-effect relationship.

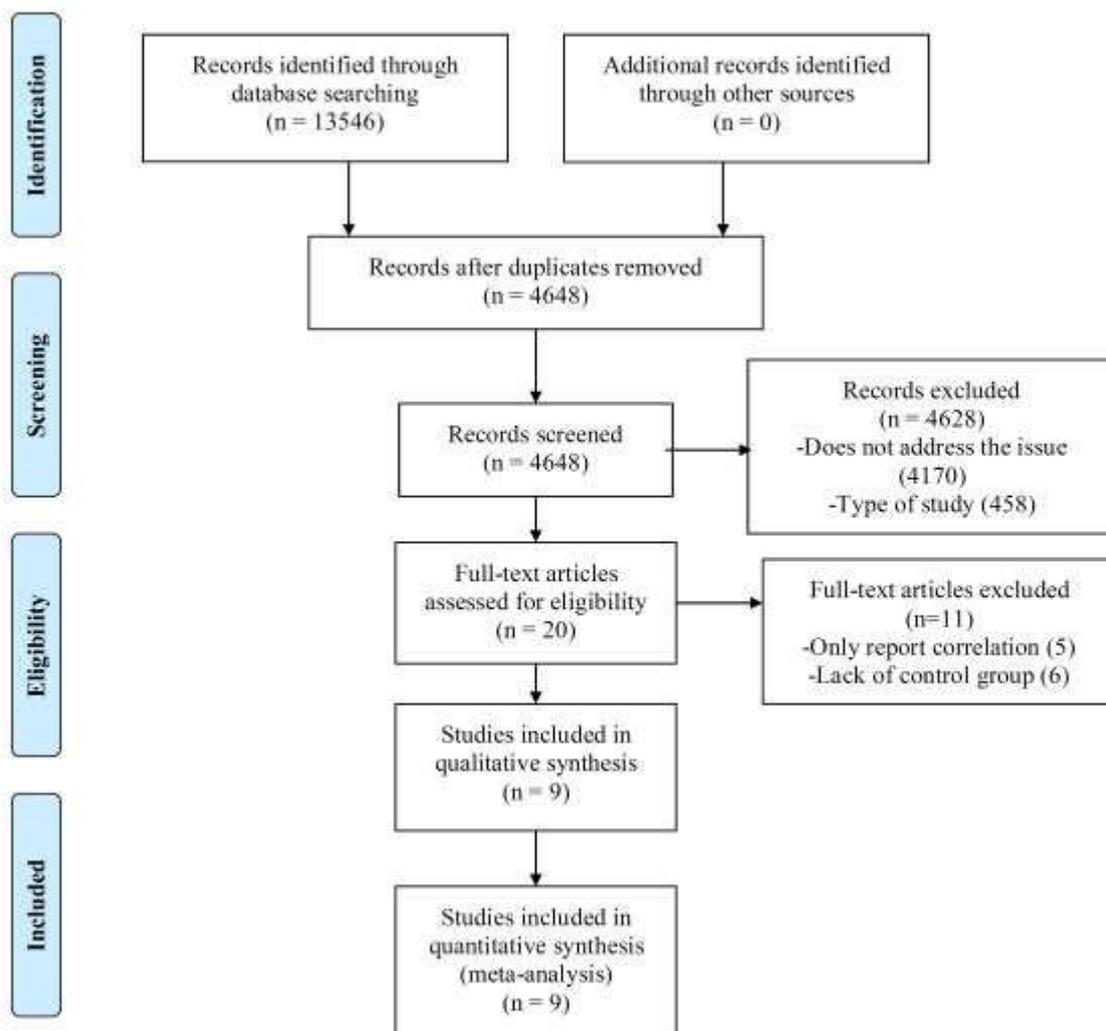
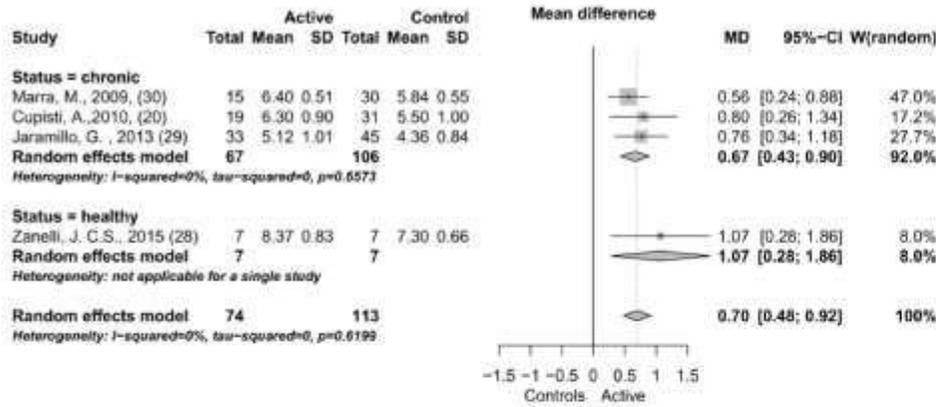
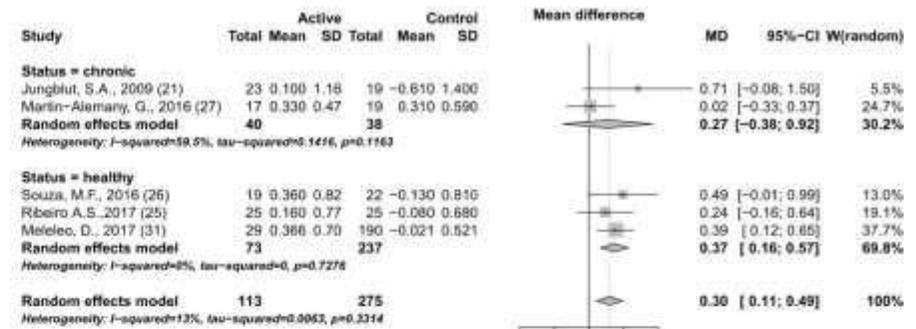


Figure 1: Flow Diagram of studies selection

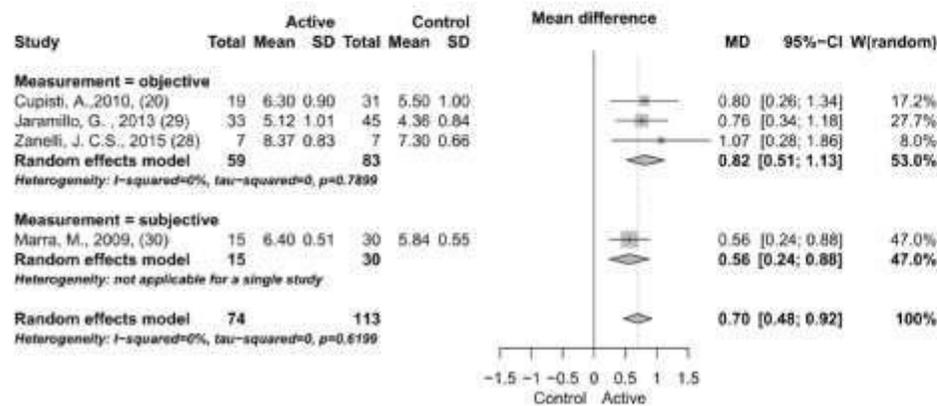
Cross-sectional Studies by Health Status



Longitudinal Studies by Health Status



Cross-sectional Studies by Type of Assessment of Physical Activity



Longitudinal Studies by Study Design

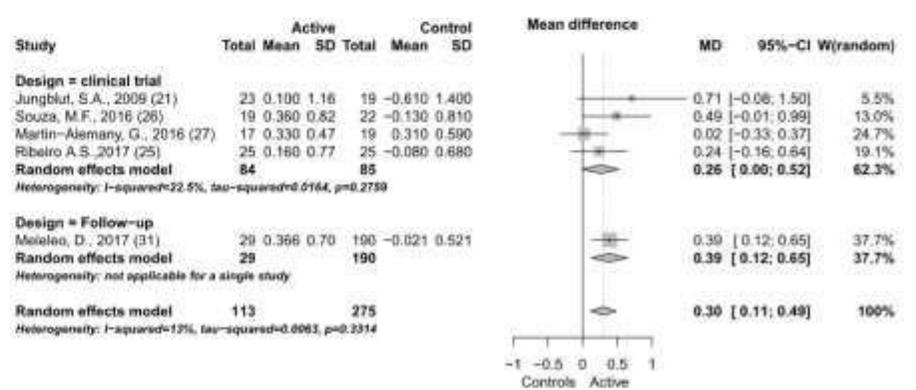


Figure 2: Forest Plots

Table 1: General characteristics of the selected articles

Author, Year	Design	N	Age (years)	Health condition	Exercise Type	Physical activity assessment	Country
Ribeiro A S, 2017 (25)	Randomized Clinical Trial	50	≥60	Healthy	Resistance training	Subjective	Brazil
Souza M F, 2016 (26)	Randomized Clinical Trial	41	67.2 ± 4.5	Healthy	Resistance training	Subjective	Brazil
Martin-Alemañy G, 2016 (27)	Randomized Clinical Trial	36	34 (24.5–43)	Dialysis Patients	Resistance training	Subjective	Mexico
Zanelli J C S, 2015 (28)†	Clinical Trial	14	22.6±1.45	Healthy	Resistance training	Objective	Brazil
Jungblut SA, 2009 (21)	Non- randomized Clinical Trial	42	Exercise = 68 Control = 72	COPD	Concurrent training	Subjective	Germany

Table 1: General characteristics of the selected articles (Continuation)

Author, Year	Design	N	Age (years)	Health condition	Exercise Type	Physical activity assessment	Country
Meleleo, D,2017 (31)	Follow-up	219	8-11	Healthy	Swimming and gymnastics	Subjective	Italy
Jaramillo G C, 2013 (29)	Cross-sectional	78	63±12	Dialysis Patients	Walk or Run	Objective	Spain
Cupsiti A, 2010 (20)	Cross-sectional	50	Exercise=53.6±11.6 Control=63.3±12.5	Dialysis Patients	Any	Objective	Italy
Marra M, 2009 (30)	Cross-sectional	45	Exercise = 18.9±1.7 Control = 19.4±2.4	Anorexia nervosa	Ballet	Subjective	Italy

Legend: N = Number of Subjects; **COPD** = Chronic Obstructive Pulmonary Disease. †Clinical trial designed to verify the effects of creatine supplementation on resistance training practitioners; beginners and experienced. For our meta-analysis we used the baseline data for each group.

REFERENCIAS

- 1 Norman K, Stobaus N, Pirlich M, et al. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr* 2012;31:854–61. doi:S0261-5614(12)00108-2 [pii] 10.1016/j.clnu.2012.05.008
- 2 Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol* 2002;86:509–16. doi:10.1007/s00421-001-0570-4
- 3 Garlini LM, Alves FD, Ceretta LB, et al. Phase angle and mortality: a systematic review. *Eur J Clin Nutr* Published Online First: 26 April 2018. doi:10.1038/s41430-018-0159-1
- 4 Colin-Ramirez E, Castillo-Martinez L, Orea-Tejeda A, et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic marker in chronic heart failure. *Nutrition* 2012;28:901–5. doi:S0899-9007(11)00442-4 [pii] 10.1016/j.nut.2011.11.033
- 5 Visser M, van Venrooij LM, Wanders DC, et al. The bioelectrical impedance phase angle as an indicator of undernutrition and adverse clinical outcome in cardiac surgical patients. *Clin Nutr* 2012;31:981–6. doi:S0261-5614(12)00102-1 [pii] 10.1016/j.clnu.2012.05.002
- 6 Grundmann O, Yoon SL, Williams JJ. The value of bioelectrical impedance analysis and phase angle in the evaluation of malnutrition and quality of life in cancer patients-a comprehensive review. *Eur J Clin Nutr* 2015;69:1290–7. doi:ejcn2015126 [pii] 10.1038/ejcn.2015.126
- 7 S. T, K. A, K. K, et al. A low phase angle measured with bioelectrical impedance analysis is associated with osteoporosis and is a risk factor for osteoporosis in community-dwelling people: the Yakumo study. *Arch Osteoporos* 2018;13. doi:10.1007/s11657-018-0450-8
- 8 Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, et al. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1996;50:2103–8.
- 9 Fein PA, Gundumalla G, Jorden A, et al. Usefulness of bioelectrical impedance analysis in monitoring nutrition status and survival of peritoneal dialysis patients. *Adv Perit Dial* 2002;18:195–9.
- 10 Beberashvili I, Azar A, Sinuani I, et al. Bioimpedance phase angle predicts muscle function, quality of life and clinical outcome in maintenance hemodialysis patients. *Eur J Clin Nutr* 2014;68:683–9. doi:ejcn201467 [pii] 10.1038/ejcn.2014.67
- 11 Maddocks M, Kon SS, Jones SE, et al. Bioelectrical impedance phase angle relates to function, disease severity and prognosis in stable chronic obstructive

- pulmonary disease. *Clin Nutr* 2015;34:1245–50. doi:S0261-5614(15)00003-5 [pii] 10.1016/j.clnu.2014.12.020
- 12 Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *Br J Nutr* 2004;92:957–62. doi:S0007114504002594 [pii]
- 13 Gupta D, Lammersfeld CA, Vashi PG, et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer* 2008;8:249. doi:1471-2407-8-249 [pii] 10.1186/1471-2407-8-249
- 14 Paiva SI, Borges LR, Halpern-Silveira D, et al. Standardized phase angle from bioelectrical impedance analysis as prognostic factor for survival in patients with cancer. *Support Care Cancer* 2009;19:187–92. doi:10.1007/s00520-009-0798-9
- 15 Slee A, Birc D, Stokoe D. Bioelectrical impedance vector analysis, phase-angle assessment and relationship with malnutrition risk in a cohort of frail older hospital patients in the United Kingdom. *Nutrition* 2014;31:132–7. doi:S0899-9007(14)00284-6 [pii] 10.1016/j.nut.2014.06.002
- 16 Speck RM, Courneya KS, Masse LC, et al. An update of controlled physical activity trials in cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *J Cancer Surviv* 2010;4:87–100. doi:10.1007/s11764-009-0110-5
- 17 Barcellos FC, Santos IS, Umpierre D, et al. Effects of exercise in the whole spectrum of chronic kidney disease: a systematic review. *Clin Kidney J* 2015;8:753–65. doi:10.1093/ckj/sfv099 sfv099 [pii]
- 18 Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sport* 2015;25 Suppl 3:1–72. doi:10.1111/sms.12581
- 19 Bourke L, Smith D, Steed L, et al. Exercise for Men with Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *Eur Urol* 2016;69:693–703. doi:10.1016/j.eururo.2015.10.047
- 20 Lavie CJ, Lee DC, Sui X, et al. Effects of Running on Chronic Diseases and Cardiovascular and All-Cause Mortality. *Mayo Clin Proc* 2015;90:1541–52. doi:S0025-6196(15)00621-7 [pii] 10.1016/j.mayocp.2015.08.001
- 21 Pothirat C, Chaiwong W, Phetsuk N, et al. Long-term efficacy of intensive cycle ergometer exercise training program for advanced COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2015;10:133–44. doi:10.2147/COPD.S73398
- 22 Cupisti A, Capitanini A, Betti G, et al. Assessment of habitual physical activity and energy expenditure in dialysis patients and relationships to nutritional parameters. *Clin Nephrol* 2010;75:218–25. doi:8445 [pii]

- 23 Jungblut SA, Frickmann H, Zimmermann B, et al. [The effects of physical training on the body composition of patients with COPD]. *Pneumologie* 2009;63:374–9. doi:10.1055/s-0029-1214713
- 24 Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ* 2009;339:b2535–b2535. doi:10.1136/bmj.b2535
- 25 Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, et al. Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications A scientific statement from the American heart association. *Circulation* 2013;128:2259–79.
- 26 Higgins JPT, Green S. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Wiley Online Library 2008.
- 27 National Institution of Health: U.S Department of Health and Human Services. Quality assessment tool for observational cohort and cross-sectional studies. 2014. <https://www.nhlbi.nih.gov/health-pro/guidelines/in-develop/cardiovascular-risk-reduction/tools/cohort> (accessed 1 Dec 2017).
- 28 Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Souza MF, et al. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. *Eur J Sport Sci* 2017;17:913–21. doi:10.1080/17461391.2017.1310932
- 29 Souza MF, Tomeleri CM, Ribeiro AS, et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2017;27:1308–16. doi:10.1111/sms.12745
- 30 Martin-Alemañy G, Valdez-Ortiz R, Olvera-Soto G, et al. The effects of resistance exercise and oral nutritional supplementation during hemodialysis on indicators of nutritional status and quality of life. *Nephrol Dial Transplant* 2016;31:1712–20. doi:10.1093/ndt/gfw297
- 31 Zanelli JCS, Cordeiro BA, Beserra BTS, et al. Creatine and resistance training: effect on hydration and lean body mass. *Rev Bras Med do Esporte* 2015;21:27–31. doi:http://dx.doi.org/10.1590/1517-86922015210101932.
- 32 Jaramillo GC, Gallar P, Di Gioia C, et al. Basal Physical Activity in Hemodialysis Patients. Correlation with Biochemical Parameters and with Body Composition. *Nephrol Dial Transplant* 2013;28:485.
- 33 Marra M, Caldara A, Montagnese C, et al. Bioelectrical impedance phase angle in constitutionally lean females, ballet dancers and patients with anorexia nervosa. *Eur J Clin Nutr* 2009;63:905–8.
- 34 Meleleo D, Bartolomeo N, Cassano L, et al. Evaluation of body composition with bioimpedence. A comparison between athletic and non-athletic children. *Eur J Sport Sci* 2017;17:710–9. doi:10.1080/17461391.2017.1291750

- 35 Barbosa-Silva MC, Barros AJ. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2005;8:311–7. doi:00075197-200505000-00012 [pii]
- 36 Perez AC, de Oliveira ACC, Estevez E, et al. Mitochondrial, sarcoplasmic membrane integrity and protein degradation in heart and skeletal muscle in exercised rats. *Comp Biochem Physiol Part C Toxicol Pharmacol* 2003;134:199–206.
- 37 Issurin VB. Generalized training effects induced by athletic preparation. A review. *J Sports Med Phys Fitness* 2009;49:333–45.
- 38 Cunanan AJ, DeWeese BH, Wagle JP, et al. The General Adaptation Syndrome: A Foundation for the Concept of Periodization. *Sports Med* 2018;48:787–97. doi:10.1007/s40279-017-0855-3
- 39 de Araujo Antunes A, Vannini FD, de Arruda Silveira LV, et al. Associations between bioelectrical impedance parameters and cardiovascular events in chronic dialysis patients. *Int Urol Nephrol* 2013;45:1397–403.
- 40 do Amaral Paes TC, de Oliveira KCC, de Carvalho Padilha P, et al. Phase angle assessment in critically ill cancer patients: Relationship with the nutritional status, prognostic factors and death. *J Crit Care* 2018;44:430–5. doi:10.1016/j.jcrc.2018.01.006
- 41 Kumar S, Dutt A, Hemraj S, et al. Phase angle measurement in healthy human subjects through bio-impedance analysis. *Iran J Basic Med Sci* 2012;15:1180–4.
- 42 Streiner DL. Statistics Commentary Series: Commentary #16-Regression Toward the Mean. *J Clin Psychopharmacol* 2016;36:416–8. doi:10.1097/JCP.0000000000000551

CAPÍTULO III: ARTIGO ORIGINAL

Artigo formatado para a revista : International Journal of Epidemiology

Association between Physical Activity Level, Sitting Time and Phase Angle

Authors: Eduardo Mundstock; Rita Mattiello

Keywords: Bioimpedance Phase Angle; Body composition; Physical activity; Sitting Time

ABSTRACT

Background: Phase angle is a parameter derived from bioimpedance that indirectly evaluates the cellular health. A significant number of methodologies have already been established for assessing the impact of physical activity and sitting time on health. A phase angle assessment can provide information on the effect of these parameters on cellular health. The objective of this study was to evaluate the association between phase angle and physical activity and sitting time.

Methodology: A total of 1228 individuals over 11 years of age, of both sexes, who met the bioimpedance evaluation criteria and without any diagnosis of a chronic disease, were invited to participate in the study and the phase angle evaluation. The association between the phase angle and the predictor variables was evaluated using a univariate and multivariable generalized linear model (MLG). All variables with a value of $p < 0.20$ were included in the multivariate model, while in the final version, only the variables with $p < 0.05$ were included.

Results: The multivariate generalized linear model showed that both physical activity ($\beta = 0.164$, 95% CI 0.071 to 0.256, $P = 0.001$) and sitting time ($\beta = 0.152$, 95% CI 0.063 to 0.242, $P = 0.001$) were determinant for the phase angle. As well as sex, body mass index and age also remained associated with phase angle ($\beta = -0.890$, 95% CI -0.975 to -0.806; $\beta = 0.037$, 95% CI 0.029 to 0.045, $P < 0.001$ and $\beta = -0.006$, 95% CI -0.008 to -0.003, $P < 0.001$, respectively).

Conclusions: Physical activity is positively associated and sitting time is negatively associated with phase angle in healthy individuals.

INTRODUCTION

The analysis of body composition includes evaluating the amount and distribution of tissue and fluid compartments in the human body (1). The normal distribution of tissues and fluids in the body is associated with improved immunity, improved organ function, and longevity. The knowledge regarding the different tissues and fluids and their distribution can be used to check the effectiveness of a health-promoting regime, in preventing and treating diseases and studying these actions through scientific research (1).

Among the available evaluation methods, the electrical bioimpedance analysis (BIA) is an alternative that presents an adequate accuracy in assessing nutritional status and, indirectly, general health (2). BIA is a simple, relatively inexpensive, and noninvasive technique of analyzing body composition (3).

In this regard, an important parameter is the phase angle (PhA), which is calculated directly from the primary values of the resistance (R) and reactance (X_c) of the BIA and is related to the integrity of the cell membrane so that it can reflect the health of the cell (4). PhA is lower in patients than healthy individuals (5) and it often correlates with the disease severity. Earlier studies have shown that phase angle is predictive of worse prognosis in terms of mortality, disease progression, postoperative complications and the duration of hospitalization in patients with various types of cancer (6–9), liver cirrhosis (10), those undergoing hemodialysis (11), chronic obstructive pulmonary disease (12,13), chronic coronary disease (14), hospitalized elderly (15), and type II diabetes mellitus (16). Further, in patients with HIV/AIDS, the phase angle has been considered the best prognostic marker of survival, even better than the CD4+ cell count (17). Therefore, it is important to investigate modifiable factors that may be associated with the phase angle.

Inadequate Physical Activity (PA) and Sitting Time (ST) are associated with a significant number of Noncommunicable Chronic Diseases (NCDs) (18–20). Therefore, these factors are very important in preventive public health programs. The main objectives of these programs include reducing or modifying exposure to risks, including metabolic, behavioral, environmental, and occupational factors. However, in order to measure the effectiveness of preventive interventions, the availability of subjective

clinical instruments, and feasible objectives that accurately assess the effects of these interventions are necessary (21).

The evaluation of the association between phase angle, physical activity, and sitting time may help in understanding the effects of preventive and curative interventions. The objective of the present study was to evaluate the associations of the level of Physical Activity and Sitting Time on the phase angle in the healthy subjects evaluated in the project "Reference Values for Body Composition in the Brazilian Population".

METHODS

This article is characterized by cross-sectional and multicentric design.

Participants

A total of 1228 individuals from the community over 11 years of age, of both sexes, without any diagnosis of a chronic disease and not having a contraindication, were invited to participate in the study. The criteria considered for the non-indication of BIA were the diseases that affect the electrical resistance of the skin, pregnant women, patients with a cardiac pacemaker or cardioverter defibrillator, amputated patients or wearing prosthetics or orthoses.

For a better representation of the participants, the minimum number of individuals by sex and age group was considered.

Locations

The subject recruitment was carried out from December 2015 to February 2018 in public and private schools, companies, and events. The research was promoted through verbal communication.

Collected data

Questionnaires

The participants answered a questionnaire for the collection of demographic and socioeconomic data, which included the following information: age, sex, and race. In order to assess the level of physical activity and sitting time, the participants answered the International Questionnaire on Physical Activity (IPAQ) short version validated by Guedes et al. for Brazilian adolescents (22), and by Matsudo et al. for Brazilian adult population (23).

The participants, on the basis of answers to these questionnaires, were classified according to the level of physical activity as inactive and active. The cut-off point to be considered active was 300 min of Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA) per week for children and adolescents up to 17 years of age and 150 min per week of MVPA,

or 75 min of Vigorous Physical Activity (VPA) per week for adults, above of 18 years. These points are those suggested by the World Health Organization (24).

Regarding the sitting time, the individuals were classified as sedentary and non-sedentary. Among the children and adolescents under 18 years of age, the cut-off point used to be classified as sedentary was ≥ 180 min of sitting time per day (25). The cut-off point among adults was ≥ 360 min of sitting time per day (26). The researchers who applied the questionnaires and performed analyses and classifications were blinded to the bioimpedance results.

Weight and height

The body mass was of the participants was determined in an orthostatic position, with the minimum of clothes and barefoot, using a calibrated digital scale (Charder model MS6121). The stature was measured with the barefoot subjects, feet in the parallel position, united ankles, arms along the body and head in the Frankfurt plane, with Sanny compact stadiometer, stretch type, with an accuracy of ± 1 mm (American Medical do Brasil Ltda).

Electrical Bioimpedance Analysis.

Biospace – Model: InBodyS10 from Ottoboni (Rio de Janeiro, RJ) was used for the analysis of the BIA. Each participant made two evaluations and the average of these evaluations was considered as the final result. For bioimpedance, standard guidelines were followed (27). The primary results of the electrical bioimpedance analysis are the values of resistance (R) and reactance (Xc). The Phase Angle (AF) is directly calculated by the following formula: $\text{PhA (degrees)} = \arcsin (Xc/R) \times (180/\pi)$ (2).

Statistic

Sample calculation

For the correlation between the phase angle, physical activity level, and sitting time, a minimum correlation of 0.30, an alpha value of 1%, and a beta value of 10% were considered. Given these data, the minimum number of participants to obtain statistically significant results is 159. Taking into account the other predictors, this number was increased to 1052.

Data analysis

For descriptive analysis, the categorical data are presented by absolute and relative frequencies. The description of continuous variables is represented by mean and standard deviation or median and interquartile range of 25–75% (IR), according to the symmetry of the variables.

According to Norman, 2012 (28), the main determinants of phase angle in healthy subjects are age, sex, and BMI (29,30). All predictor variables (PA and ST and confounding factors, age, gender, and Body Mass Index - BMI) were included in a univariate generalized linear regression model. The variables with $P \leq 0.20$ were included in a multivariable generalized linear regression model, the variables with $P < 0.05$ were considered statistically relevant in the final model. All tests were performed with SPSS software version 17.

Ethical aspects

The Research Ethics Committee of the Pontifical Catholic University of *Rio Grande do Sul* (PUCRS) approved this study (permission no. 2.187.802). For all adult participants, the Informed Consent Term (ICT) was signed. In the case of underage participants, the consent terms were read and explained to the children and the ICT signature was obtained from their parents or guardians.

RESULTS

We evaluated 1319 subjects, 91 were excluded from the present analysis because they had the following chronic diseases: 21 asthma, 10 diabetes, 45 hypertension, and 15 cardiovascular diseases. The final sample comprised of 1228 subjects, with 666 (54.2%) female, mean age of 35.9 ± 17.8 years, mean height 165 ± 11 cm; mean weight 71.74 ± 18.10 kg, and BMI 26.16 ± 5.79 . The median of the total physical activity was 360 min per week (IR = 120 to 747), the median of the sitting time was 240 min per day (IR = 120 to 420), and the mean of the phase angle was 5.23 ± 0.89 degrees. Regarding the level of physical activity, 861 individuals were classified as active and 367 as inactive. About the sitting time 717 were classified as non-sedentary and 511 as sedentary (Figure 1 and Table 1).

In the analysis of the univariate generalized linear model the following variables were selected for the multivariate model with the phase angle: physical activity ($\beta = 0.170$, CI95% 0.061 to 0.280, $P = 0.002$), sitting time ($\beta = 0.082$, CI95% -0.019 to 0.184, $P = 0.112$), sex ($\beta = -0.876$, CI95% -0.964 to -0.788, $P < 0.001$), body mass index ($\beta = 0.028$, CI 95% 0.020 to 0.037, $P < 0.001$) and age ($\beta = -0.001$, CI95% -0.004 to 0.002, $P = 0.574$, Table 2).

The multivariate generalized linear model showed that both physical activity ($\beta = 0.164$, 95% CI 0.071 to 0.256, $P = 0.001$) and sitting time ($\beta = 0.152$, 95% CI 0.063 to 0.242, $P = 0.001$) were determinant for the phase angle. As well as sex, body mass index and age also remained associated with phase angle ($\beta = -0.890$, 95%CI -0.975 to -0.806; $\beta = 0.037$, 95% CI 0.029 to 0.045, $P < 0.001$ and $\beta = -0.006$, 95% CI -0.008 to -0.003, $P < 0.001$, respectively. Table 2).

DISCUSSION

Our study showed that the phase angle derived from BIA is higher among those who reach the ideal level of moderate to vigorous physical activity, as well as being higher among non-sedentary than sedentary.

The phase angle reflects the relationship between the resistance and the reactance. The resistance is inversely proportional and the reactance is directly proportional to the phase angle (28). The reactance depends on the impedance capacity of the cell membrane and reflects its integrity and functionality (31). Although this mechanism is not fully understood, physical activity probably increases the phase angle because it has a positive influence on the integrity and permeability of the cell membrane (28). Since the resistance highly depends on the hydration of the body tissue (31), another mechanism that can be influenced by the physical activity is the intracellular water content, which is inversely proportional to R (32). In fact, Souza and colleagues (33) recently performed a randomized clinical trial with elderly women and described the increase in the phase angle with resistance training. The phase angle was increased by a decrease in the resistance without any major change in the reactance. It was evidenced that the main mechanism of resistance reduction is the increase in intracellular water content.

Our results are the result of a cross-sectional study, so we cannot infer causality; however, there are studies in the literature with other populations that consistently have demonstrated increased phase angle with the intervention with exercise. In the elderly, resistance training increases the phase angle (34), which also occurs in young adults (35). In this study, we used data only from healthy people. However, the positive influence of physical activity on the phase angle seems to be independent of the health condition since the studies with chronic patients also identified a higher phase angle in active individuals than in inactive (36–38).

Some studies did not find any statistically significant association between physical activity and phase angle. These studies have some differences in contrast to ours, such as one of them was performed in children between 6 and 17 years (11.3 ± 3.4) with cystic fibrosis (39) and it was a congress summary with few methodological details. There is also a randomized clinical trial in which the inclusion of strength training was not superior to oral supplementation. The study was conducted with patients undergoing hemodialysis,

making it difficult to compare with our study (40). We identified a study that found a negative relationship between physical activity and phase angle (41), but this study compared the mean values of young Brazilian athletes with the reference values for the United States population, and this is an important methodological limitation since the reference values appear to be population dependent (42).

We could not find other studies correlating the sitting time and phase angle. However, with the growing evidence that sitting time is correlated with health impairments independent of the level of physical activity (19,26,43,44), we speculate that sitting time negatively affects cellular health, which is reflected by the lower mean phase angle obtained by individuals classified as sedentary in our study.

Although sitting time and the level of physical activity are independent risk and protection factors, they can influence each other. In a recent systematic meta-analysis with data from 16 studies and more than one million people, Ekelund, et al. (45) demonstrated that doing 60 to 75 min of moderate to intense physical activity eliminates the effect of eight hours of sitting time and decreased the effect of television time in mortality. In other words, individuals who sit for a long time, whether for study, occupation or leisure, should reach even greater levels of physical activity than those are not sedentary. We did not verify if this is also reflected in the phase angle, so if higher than recommended levels of physical activity can eliminate, or attenuate, the negative association of sitting time with the phase angle, it is an open question.

Our investigation is not free of limitations; one of them, previously discussed, is the fact that it is a cross-sectional study, from which causality cannot be inferred. The main positive points are based on the broad age group of healthy individuals and the adjustment for the main determinant variables of the phase angle according to the literature.

We conclude that the phase angle is positively related to the level of physical activity and negatively to the time spent on sedentary activities in healthy individuals.

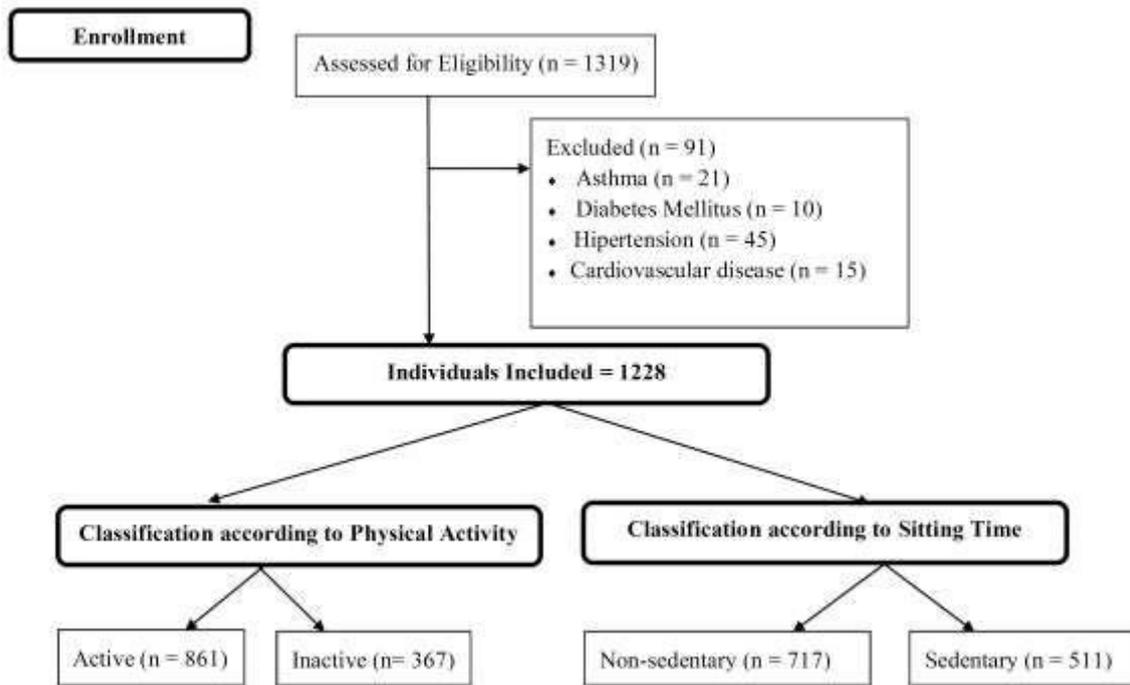


Figure 1: Flow diagram of subjects' allocation in the study

Table 1: Characteristics of the sample

	N=1228
Sex (female), n (%)	666 (54.2%)
Age	35.5±17.8
Height (cm), mean ±SD	165.0±11.0
Weight (Kg), mean ±SD	71.7±18.1
Body mass index (Kg/cm ²), mean ±SD	26.1±5.7
Physical activity (minutes per week), median (25-75 IR)	360 (120 to 747)
Sitting time (minutes per day), median (25-75 IR)	240 (120 to 420)
Phase angle (degrees), mean ±SD	5.2±0.8

IR: interquartile, SD: standard deviation

Table 2: Generalized Linear Univariable and Multivariable Models

	β Univariable	P	β Multivariable	P
Physical Activity (Active)	0.170 (95%CI 0.061 to 0.280)	0.002	0.164 (95%CI 0.071 to 0.256)	0.001
Sitting Time (Non-sedentary)	0.082 (95%CI -0.019 to 0.184)	0.112	0.152 (95%CI 0.063 to 0.242)	0.001
Sex (female)	-0.876 (95%CI -0.964 to -0.788)	<0.001	-0.890 (95%CI -0.975 to -0.806)	<0.001
Body mass index (Kg/cm ²)	0.028 (95%CI 0.020 to 0.037)	<0.001	0.037 (95%CI 0.029 to 0.045)	<0.001
Age (years)	-0.001 (95%CI -0.004 to 0.002)	0.574	-0.006 (95%CI -0.008 to -0.003)	<0.001

Legend: 95% CI= 95% confidence interval

REFERENCES

1. Goswami PN, Munna K, Moinuddin. Bioelectrical Impedance Analysis: Phase Angle - An Independent Predictive Health Marker and its Clinical Applications. In: 3rd Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering 2006 [Internet]. Springer, Berlin, Heidelberg; 2007 [cited 2018 Jan 28]. p. 321–4. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68017-8_82
2. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Switzerland)*. 2014;14(6):10895–928.
3. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr*. 2013 Jan;67 Suppl 1:S79-85.
4. Kumar S, Dutt A, Hemraj S, Bhat S, Manipadybhima B. Phase angle measurement in healthy human subjects through bio-impedance analysis. *Iran J Basic Med Sci*. 2012;15(6):1180–4.
5. Gunn SM, Halbert JA, Giles LC, Stepien JM, Miller MD, Crotty M. Bioelectrical phase angle values in a clinical sample of ambulatory rehabilitation patients. *Dyn Med*. 2008;7(1).
6. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, Vashi PG, Grutsch JF, Lammersfeld CA. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *Br J Nutr*. 2004/12/23. 2004;92(6):957–62.
7. Gupta D, Lammersfeld CA, Vashi PG, King J, Dahlk SL, Grutsch JF, et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer*. 2008/08/30. 2008;8:249.
8. Toso S, Piccoli A, Gusella M, Menon D, Bononi A, Crepaldi G, et al. Altered tissue electric properties in lung cancer patients as detected by bioelectric impedance vector analysis. *Nutrition*. 2000 Feb;16(2):120–4.
9. Grundmann O, Yoon SL, Williams JJ. The value of bioelectrical impedance analysis and phase angle in the evaluation of malnutrition and quality of life in cancer patients-a comprehensive review. *Eur J Clin Nutr*. 2015/07/30. 2015;69(12):1290–7.
10. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol*. 2002/04/11. 2002;86(6):509–16.
11. Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C.

- Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney*. 1996 Dec ;50(6):2103–8.
12. 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*. 2015/01/19. 2015;34(6):1245–50.
 13. de Blasio F, Di Gregorio A, de Blasio F, Bianco A, Bellofiore B, Scalfi L. Malnutrition and sarcopenia assessment in patients with chronic obstructive pulmonary disease according to international diagnostic criteria, and evaluation of raw BIA variables. *Respir Med*. 2018 Jan;134(November 2017):1–5.
 14. Colin-Ramirez E, Castillo-Martinez L, Orea-Tejeda A, Vazquez-Duran M, Rodriguez AE, Keirns-Davis C. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic marker in chronic heart failure. *Nutrition*. 2012/04/03. 2012;28(9):901–5.
 15. Slee A, Birc D, Stokoe D. Bioelectrical impedance vector analysis, phase-angle assessment and relationship with malnutrition risk in a cohort of frail older hospital patients in the United Kingdom. *Nutrition*. 2014/12/04. 2014;31(1):132–7.
 16. Dittmar M, Reber H, Kahaly GJ. Bioimpedance phase angle indicates catabolism in Type 2 diabetes. *Diabet Med*. 2015/02/11. 2015;32(9):1177–85.
 17. Ott M, Fischer H, Polat H, Helm EB, Frenz M, Caspary WF, et al. Bioelectrical impedance analysis as a predictor of survival in patients with human immunodeficiency virus infection. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol*. 1995 May 1;9(1):20–5.
 18. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012/07/24. 2012;380(9838):219–29.
 19. Christina Bjørk Petersen^{1*}, Adrian Bauman², Morten Grønbaek¹, Jørn Wulff Helge³ LCT and JST. Total sitting time and risk of myocardial infarction, coronary heart disease and all-cause mortality in a prospective cohort of Danish adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2014;11(13):1–11.
 20. Young DR, Hivert M-F, Alhassan S, Camhi SM, Ferguson JF, Katzmarzyk PT, et al. Sedentary Behavior and Cardiovascular Morbidity and Mortality: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. 2016 Sep 27;134(13):e262–79.
 21. Prabhakaran D, Anand S, Watkins D, Gaziano T, Wu Y, Mbanya JC, et al. Cardiovascular, respiratory, and related disorders: key messages from Disease Control Priorities , 3rd edition. *Lancet*. 2017;6736(17):1–13.

22. Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Rev Bras Med do Esporte*. 2005 Apr;11(2):151–8.
23. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional De Atividade Física (Ipaq): Estupo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. *Rev Bras Atividade Física Saúde*. 2012;6(2):5–18.
24. WHO WHO, World Health Organization, WHO WHO, World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. WHO, editor. Geneva World Heal Organ. 2015/07/17. 2010;60.
25. Mark AE, Janssen I. Relationship between screen time and metabolic syndrome in adolescents. *J Public Health (Oxf)*. 2008 Jun 2;30(2):153–60.
26. Patel A V., Bernstein L, Deka A, Feigelson HS, Campbell PT, Gapstur SM, et al. Leisure time spent sitting in relation to total mortality in a prospective cohort of US adults. *Am J Epidemiol*. 2010;172(4):419–29.
27. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004 Dec;23(6):1430–53.
28. 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*. 2012/06/16. 2012;31(6):854–61.
29. 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 1;103(3):712–6.
30. Piccoli A, Pillon L, Dumler F. Impedance vector distribution by sex, race, body mass index, and age in the United States: standard reference intervals as bivariate Z scores. *Nutrition*. 2002 Feb;18(2):153–67.
31. 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*. 2004/09/24. 2004;23(5):1226–43.
32. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014/06/02. 2014;384(9945):766–81.
33. 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*. 2016;n/a-n/a.
34. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Souza MF, Tomeleri CM, Silva AM, Teixeira DC, et

- al. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. *Eur J Sport Sci.* 2017 Aug 10;17(7):913–21.
35. Ribeiro AS, Avelar A, Dos Santos L, Silva AM, Gobbo LA, Schoenfeld BJ, et al. Hypertrophy-type Resistance Training Improves Phase Angle in Young Adult Men and Women. *Int J Sports Med.* 2016/10/30. 2017 Jan 28;38(1):35–40.
 36. Jungblut SA, Frickmann H, Zimmermann B, Bargon J, Kliniken KK, Muller U, et al. [The effects of physical training on the body composition of patients with COPD]. *Pneumologie.* 2009/05/29. 2009;63(7):374–9.
 37. Jaramillo GC, Gallar P, Di Gioia C, Rodriguez I, Ortega O, Herrero JC, et al. Basal Physical Activity in Hemodialysis Patients. Correlation with Biochemical Parameters and with Body Composition. *Nephrol Dial Transplant.* 2013;28:485.
 38. Cupisti A, Capitanini A, Betti G, D'Alessandro C, Barsotti G. Assessment of habitual physical activity and energy expenditure in dialysis patients and relationships to nutritional parameters. *Clin Nephrol.* 2011/02/19. 2010;75(3):218–25.
 39. Junge S, Stein L, Schluter K, Hoyng C, S. J, L. S, et al. 253 Phase angle (PA) from bioelectrical impedance analysis (BIA) in children with cystic fibrosis (CF). *J Cyst Fibros.* 2012;11:S121.
 40. Martin-Alemañy G, Valdez-Ortiz R, Olvera-Soto G, Gomez-Guerrero I, Aguire-Esquivel G, Cantu-Quintanilla G, et al. The effects of resistance exercise and oral nutritional supplementation during hemodialysis on indicators of nutritional status and quality of life. *Nephrol Dial Transplant.* 2016;31(10):gfw297.
 41. Koury JC, Trugo NM, Torres AG. Phase angle and bioelectrical impedance vectors in adolescent and adult male athletes. *Int J Sport Physiol Perform.* 2014/01/15. 2014;9(5):798–804.
 42. Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dorhofer RP, Later W, Wiese S, Muller MJ, et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *JPEN J Parenter Enter Nutr.* 2006 Jul 5; 30(4):309–16.
 43. Díaz-Martínez X, Steell L, Martinez MA, Leiva AM, Salas-Bravo C, Labraña AM, et al. Higher levels of self-reported sitting time is associated with higher risk of type 2 diabetes independent of physical activity in Chile. *J Public Health (Bangkok).* 2017 Jul 28;1–7.
 44. Saunders TJ, Chaput J-P, Tremblay MS. Sedentary behaviour as an emerging risk factor for cardiometabolic diseases in children and youth. *Can J diabetes.* 2014 Feb;38(1):53–61.
 45. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, Fagerland MW, Owen N, Powell

KE, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet*. 2016 Sep 24;388(10051):1302–10

CONCLUSÃO

O objetivo do presente trabalho foi verificar a relação da atividade física e do tempo sentado com o ângulo de fase derivado da bioimpedância. Para isso, o mesmo foi subdividido em duas partes; uma revisão sistemática da literatura e um artigo original.

Os resultados da revisão sistemática e do artigo original sugerem uma associação entre o ângulo de fase e a atividade física e o tempo sentado. Entre os principais fatores que podem explicar o efeito positivo da atividade física sobre o ângulo de fase, estão o aumento da integridade da membrana celular e a mudança no conteúdo intracelular; fatores estes que refletem a saúde celular e, conseqüentemente, a saúde do indivíduo.

Nossos resultados têm implicações para a pesquisa, para a prática clínica e para a saúde pública. Para a pesquisa, indicamos a necessidade de estudos com diferentes tipos, volumes, intensidades, frequência e duração de exercício, para que se possa indicar qual seria a melhor relação dose-benefício para aumentar o ângulo de fase. Em relação ao tempo sentado, são necessárias pesquisas que confirmem nossos achados e, principalmente, pesquisas com seguimento, para verificar se a relação encontrada é causal. Para a prática clínica, nossos resultados evidenciam a importância de se realizar intervenções com exercícios em pacientes crônicos, uma vez que o exercício ajuda a aumentar o ângulo de fase, e há evidências de que indivíduos com maior ângulo de fase parecem ter melhores desfechos relacionados à saúde do que os que apresentam menor ângulo de fase. Para políticas públicas, nossos resultados se somam às tantas outras evidências que ressaltam a importância de um estilo de vida saudável para a melhora da saúde e da qualidade de vida.

APÊNDICE A: SUPPLEMENTARY MATERIAL OF SYSTEMATIC REVIEW

Association between Phase Angle from Bioelectrical Impedance Analysis and Level of Physical Activity: Systematic Review and Meta-analysis

Study	Total	Active		Control		
		Mean	SD	Mean	SD	
Jungblut, S.A., 2009 (21)	23	0.100	1.16	19	-0.610	1.400
Souza, M.F., 2016 (26)	19	0.360	0.82	22	-0.130	0.810
Ribeiro A.S., 2017 (25)	25	0.160	0.77	25	-0.080	0.680
Meleleo, D., 2017 (31)	29	0.366	0.70	190	-0.021	0.521
Random effects model	96			256		
<i>Heterogeneity: I-squared=0%, tau-squared=0, p=0.7244</i>						

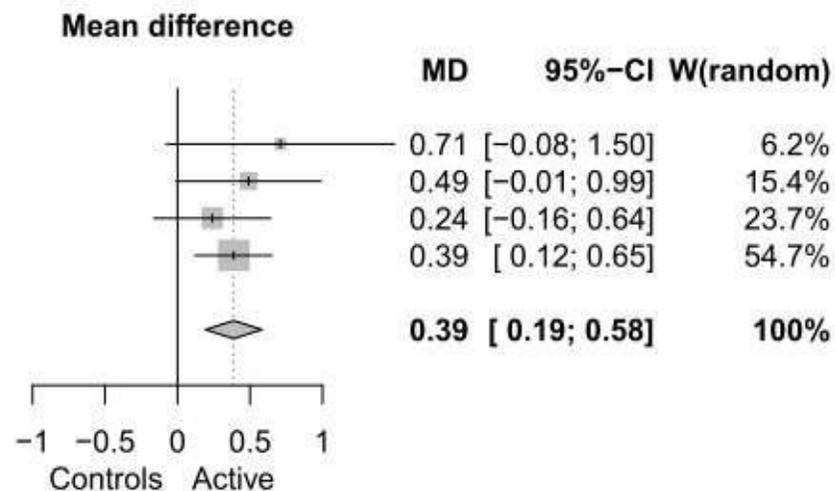


Figure S1. Longitudinal analysis without Martin-Aleman's study

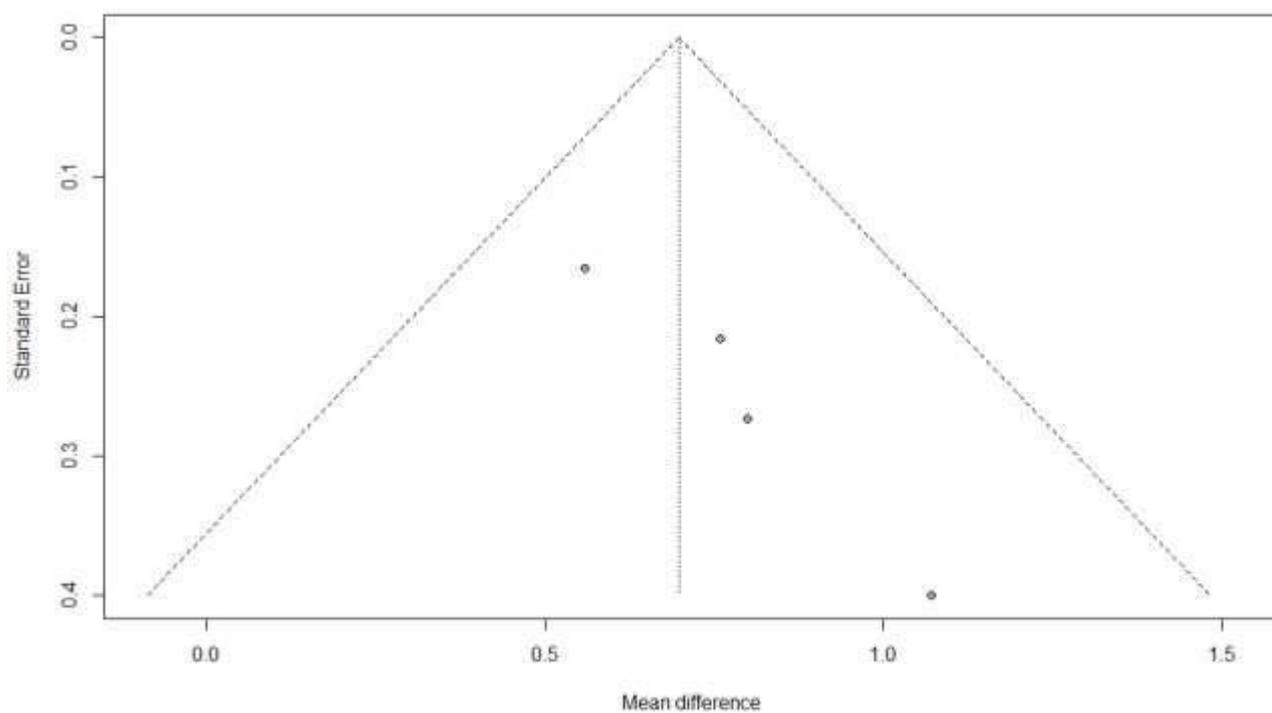


Figure S2. Funnel plot Cross-sectional studies

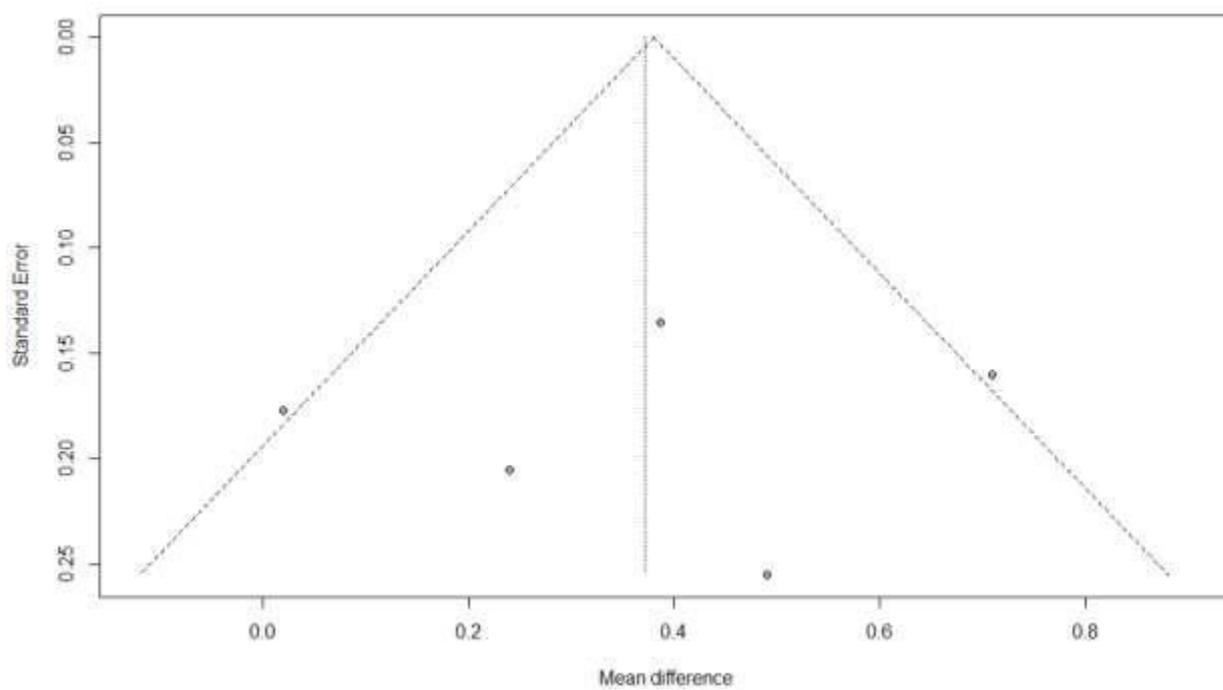


Figure S3. Funnel plot longitudinal studies

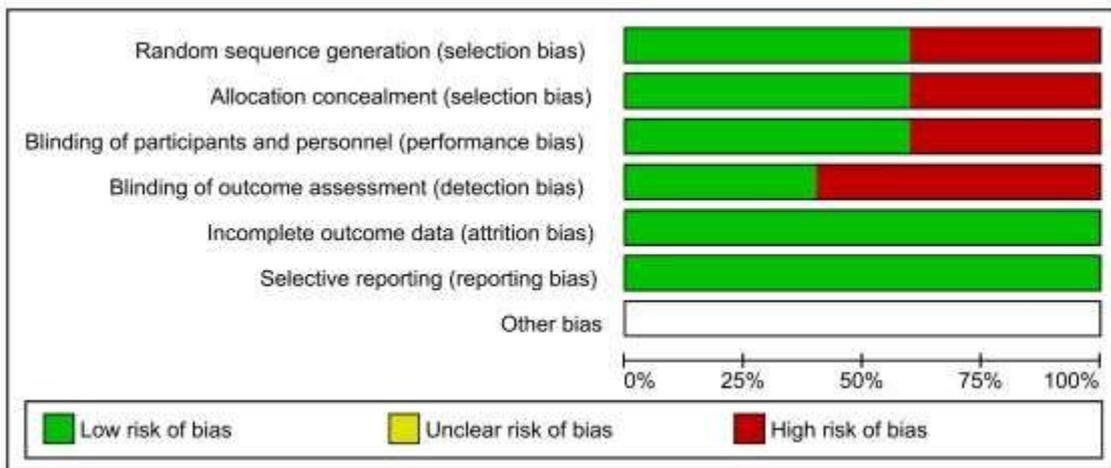


Figure S4: Risk of bias graph: review authors' judgements about each risk of bias item presented as percentages across clinical trials

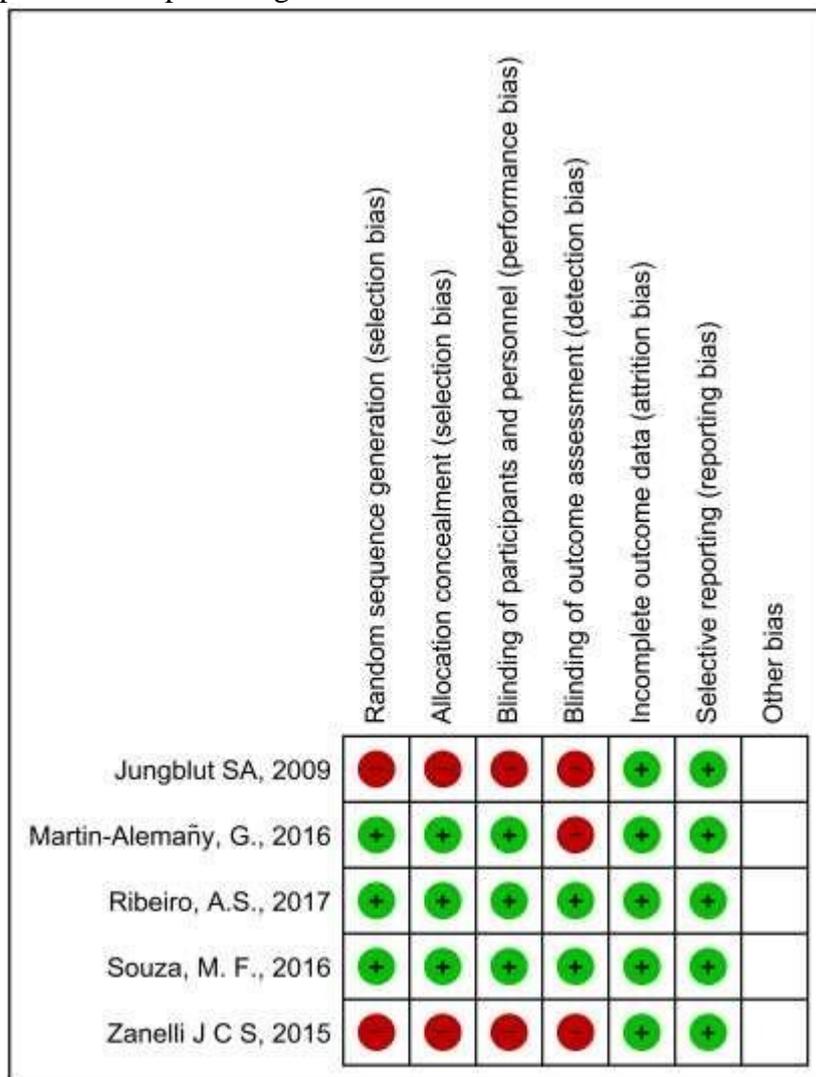


Figure S5 Risk of bias summary: review authors' judgements about each risk of bias item for each included clinical trial.

Table S1: Risk of bias in observational Studies

Question	Author, Year	Meleleo, D, 2017 (33)	Jaramillo G C, 2013 (31)	Cupsiti A, 2010 (20)	Marra M, 2009 (32)
Was the research question or objective in this paper clearly stated?		YES	YES	YES	YES
Was the study population clearly specified and defined?		YES	NO	YES	YES
Was the participation rate of eligible persons at least 50%?		UNC	UNC	UNC	UNC
Were all the subjects selected or recruited from the same or similar populations (including the same time period)? Were inclusion and exclusion criteria for being in the study prespecified and applied uniformly to all participants?		NO	YES	YES	NO
Was a sample size justification, power description, or variance and effect estimates provided?		NO	NO	NO	NO
For the analyses in this paper: were the exposure(s) of interest measured prior to the outcome(s) being measured?		UNC	NO	NO	NO
Was the timeframe sufficient so that one could reasonably expect to see an association between exposure and outcome if it existed?		YES	NO	NO	NO
For exposures that can vary in amount or level: did the Study examine different levels of the exposure as related to the outcome? (e.g., categories of exposure, or exposure measured as continuous variable)		YES	YES	NO	NA
Were the exposure measures (independent variables) clearly defined, valid, reliable, and implemented consistently across all study participants?		YES	YES	YES	YES

Table S1: Risk of bias in observational Studies (Continuation)

Question	Author, Year Meleleo, 2017 (33)	D, Jaramillo G C, 2013 (31)	Cupsiti A, 2010 (20)	Marra M, 2009 (32)
Was the exposure(s) assessed more than once over time?	NO	NO	NO	NO
Were the outcome measures (dependent variables) clearly defined, valid, reliable, and implemented consistently across all study participants?	YES	YES	YES	YES
Were the outcome assessors blinded to the exposure status of participants?	UNC	UNC	UNC	UNC
Was loss to follow-up after baseline 20% or less?	YES	NA	NA	NA
Were key potential confounding variables measured and adjusted statistically for their impact on the relationship between exposure(s) and outcome(s)?	YES	UNC	NO	NO
Quality Rating	Good	POOR	FAIR	Fair
Comments	The authors reported most of the items.	Poster, so many items are no longer reported	No adjustment. Main goal: difference between HD and healthy people	No adjustment. Individuals recruited from other studies

Legend: the items were classified as YES; NO; Unclear (UNC) or Not Applicable (NA). Then the Quality Rating of each study was rated Good; Fair or Poor; **HD:** patients undergoing hemodialysis

APÊNDICE B - ESTRATÉGIA DE BUSCA DA REVISÃO SISTEMÁTICA

PUBMED:

#1 (((((((((((((((("Electric Impedance"[MeSH Terms]) OR "Impedance, Electric") OR "Electrical Impedance") OR "Impedance, Electrical") OR Impedance) OR "Electric Resistance") OR "Resistance, Electric") OR "Electrical Resistance") OR "Resistance, Electrical") OR "Ohmic Resistance") OR "Ohmic Resistances") OR "Resistance, Ohmic") OR "Resistances, Ohmic") OR "Bioelectrical Impedance") OR "Impedance, Bioelectrical") OR "Bioelectric Impedance") OR "Impedance, Bioelectric") OR "Phase Angle"

#2 (((((((((((((((((((((((((((((((("Resistance Training"[MeSH Terms]) OR "Training, Resistance") OR "Strength Training") OR "Training, Strength") OR "Weight-Lifting Strengthening Program") OR "Strengthening Program, Weight-Lifting") OR "Strengthening Programs, Weight-Lifting") OR "Weight Lifting Strengthening Program") OR "Weight-Lifting Strengthening Programs") OR "Weight-Lifting Exercise Program") OR "Exercise Program, Weight-Lifting") OR "Exercise Programs, Weight-Lifting") OR "Weight Lifting Exercise Program") OR "Weight Lifting Exercise Programs") OR "Weight-Bearing Strengthening Program") OR "Strengthening Programs, Weight-Bearing") OR "Strengthening Program, Weight-Bearing") OR "Weight Bearing Strengthening Program") OR "Weight Bearing Strengthening Programs") OR "Weight-Bearing Exercise Program") OR "Exercise Program, Weight- Bearing") OR "Exercise Programs, Weight-Bearing") OR "Weight Bearing Exercise Program") OR "Weight Bearing Exercise Programs") OR "Exercise Therapy"[MeSH Terms]) OR "Therapy, Exercise") OR "Exercise Therapies") OR "Therapies, Exercise"))) OR (((((((((((((((((((((((((((("Motor Activity"[MeSH Terms]) OR "Activities, Motor") OR "Activity, Motor") OR "Motor Activities") OR "Physical Activity") OR "Activities, Physical") OR "Activity, Physical") OR "Physical Activities") OR "Locomotor Activity") OR "Activities, Locomotor") OR "Activity, Locomotor") OR "Locomotor Activities") OR Exercise[MeSH Terms]) OR Exercises) OR "Exercise, Physical") OR "Exercises, Physical") OR "Physical Exercise") OR "Physical Exercises") OR "Exercise, Isometric") OR "Exercises, Isometric") OR "Isometric Exercises") OR "Isometric Exercise") OR "Exercise, Aerobic") OR "Aerobic Exercises") OR "Exercises, Aerobic") OR "Aerobic Exercise"))))

#1 AND #2 (((((((((((((((("Electric Impedance"[MeSH Terms]) OR "Impedance, Electric") OR "Electrical Impedance") OR "Impedance, Electrical") OR Impedance) OR "Electric Resistance") OR "Resistance, Electric") OR "Electrical Resistance") OR "Resistance, Electrical") OR "Ohmic Resistance") OR "Ohmic Resistances") OR "Resistance, Ohmic") OR "Resistances, Ohmic") OR "Bioelectrical Impedance") OR "Impedance, Bioelectrical") OR "Bioelectric Impedance") OR "Impedance, Bioelectric") OR "Phase Angle")) AND (((((((((((((((("Resistance Training"[MeSH Terms]) OR "Training, Resistance") OR "Strength Training") OR "Training, Strength") OR "Weight-Lifting Strengthening Program") OR "Strengthening Program, Weight-Lifting") OR "Strengthening Programs, Weight-Lifting") OR "Weight Lifting Strengthening Program") OR "Weight-Lifting Strengthening Programs") OR "Weight-Lifting Exercise Program") OR "Exercise Program, Weight-Lifting") OR "Exercise Programs, Weight-Lifting") OR "Weight Lifting Exercise Program") OR "Weight Lifting Exercise Programs") OR "Weight-Bearing Strengthening Program") OR "Strengthening Programs, Weight-Bearing") OR "Strengthening Program, Weight-Bearing") OR "Weight Bearing Strengthening Program") OR "Weight Bearing Strengthening Programs") OR "Weight-Bearing Exercise Program") OR "Exercise Program, Weight-Bearing") OR "Exercise Programs, Weight-Bearing") OR "Weight Bearing Exercise Program") OR "Weight Bearing Exercise Programs") OR "Exercise Therapy"[MeSH Terms]) OR "Therapy, Exercise") OR "Exercise Therapies") OR "Therapies, Exercise")) OR (((((((((((((((("Motor Activity"[MeSH Terms]) OR "Activities, Motor") OR "Activity, Motor") OR "Motor Activities") OR "Physical Activity") OR "Activities, Physical") OR "Activity, Physical") OR "Physical Activities") OR "Locomotor Activity") OR "Activities, Locomotor") OR "Activity, Locomotor") OR "Locomotor Activities") OR Exercise[MeSH Terms]) OR Exercises) OR "Exercise, Physical") OR "Exercises, Physical") OR "Physical Exercise") OR "Physical Exercises") OR "Exercise, Isometric") OR "Exercises, Isometric") OR "Isometric Exercises") OR "Isometric Exercise") OR "Exercise, Aerobic") OR "Aerobic Exercises") OR "Exercises, Aerobic") OR "Aerobic Exercise")))) 3

EMBASE

#1 'impedance'/exp OR impedance' OR 'electric impedance' OR 'electrical impedance' OR 'input impedance' OR 'electric resistance' OR 'electrical resistance' OR 'skin conductance' OR 'conductivity' OR 'phase angle'

#2 'resistance training' OR 'resistance exercise' OR 'resistance exercise training' OR 'strength training' OR 'weight bearing exercise' OR 'weight bearing exercise' OR 'physical activity' OR 'activity, physical' OR 'motor activity' OR 'activity, motor' OR 'exercise' OR 'biometric exercise' OR 'effort' OR 'exercise capacity' OR 'exercise performance' OR 'exercise training' OR 'exertion' OR 'fitness training' OR 'physical conditioning' OR 'physical effort' OR 'physical exercise' OR 'physical exertion' OR 'restraint, physical' OR 'aerobic exercise' OR 'aerobic dance' OR 'aerobic dancing' OR 'aerobics' OR 'aerobics exercise' OR 'exercise, aerobic' OR 'low impact aerobic exercise' OR 'low impact aerobics' OR 'step aerobics' OR 'anaerobic exercise' OR 'anaerobic exercise work' OR 'anaerobic work' OR 'aquatic exercise' OR 'exercise, aquatic' OR 'exercise intensity'

#1 AND #2

SPORTDISCUS

#1 'impedance' OR 'electric impedance' OR 'electrical impedance' OR 'input impedance' OR 'electric resistance' OR 'electrical resistance' OR 'skin conductance' OR 'conductivity' OR 'phase angle'

#2 'resistance training' OR 'resistance exercise' OR 'resistance exercise training' OR 'strength training' OR 'weight bearing exercise' OR 'weight bearing exercise' OR 'physical activity' OR 'activity, physical' OR 'motor activity' OR 'activity, motor' OR 'exercise' OR 'biometric exercise' OR 'effort' OR 'exercise capacity' OR 'exercise performance' OR 'exercise training' OR 'exertion' OR 'fitness training' OR 'physical conditioning' OR 'physical effort' OR 'physical exercise' OR 'physical exertion' OR 'restraint, physical' OR 'aerobic exercise' OR 'aerobic dance' OR 'aerobic dancing' OR 'aerobics' OR 'aerobics exercise' OR 'exercise, aerobic' OR 'low impact aerobic exercise' OR 'low impact aerobics' OR 'step aerobics' OR 'anaerobic exercise' OR 'anaerobic exercise work' OR 'anaerobic work' OR 'aquatic exercise' OR 'exercise, aquatic' OR 'exercise intensity'

#1 AND #2

Cochrane Central Register of Controlled Trials; Scielo; LILACS; Web of Science.

#1 (((((((((((((((("Electric Impedance") OR "Impedance, Electric") OR "Electrical Impedance") OR "Impedance, Electrical") OR Impedance) OR "Electric Resistance") OR "Resistance, Electric") OR "Electrical Resistance") OR "Resistance, Electrical") OR "Ohmic Resistance") OR "Ohmic Resistances") OR "Resistance, Ohmic") OR "Resistances, Ohmic") OR "Bioelectrical Impedance") OR "Impedance, Bioelectrical") OR "Bioelectric Impedance") OR "Impedance, Bioelectric") OR "Phase Angle"))

#2 (((((((((((((((((((((((((((("Resistance Training") OR "Training, Resistance") OR "Strength Training") OR "Training, Strength") OR "Weight-Lifting Strengthening Program") OR "Strengthening Program, Weight-Lifting") OR "Strengthening Programs, Weight-Lifting") OR "Weight Lifting Strengthening Program") OR "Weight-Lifting Strengthening Programs") OR "Weight-Lifting Exercise Program") OR "Exercise Program, Weight-Lifting") OR "Exercise Programs, Weight-Lifting") OR "Weight Lifting Exercise Program") OR "Weight Lifting Exercise Programs") OR "Weight-Bearing Strengthening Program") OR "Strengthening Programs, Weight-Bearing") OR "Strengthening Program, Weight-Bearing") OR "Weight Bearing Strengthening Program") OR "Weight Bearing Strengthening Programs") OR "Weight-Bearing Exercise Program") OR "Exercise Program, Weight- Bearing") OR "Exercise Programs, Weight-Bearing") OR "Weight Bearing Exercise Program") OR "Weight Bearing Exercise Programs") OR "Exercise Therapy") OR "Therapy, Exercise") OR "Exercise Therapies") OR "Therapies, Exercise")) OR (((((((((((((((((((((((("Motor Activity") OR "Activities, Motor") OR "Activity, Motor") OR "Motor Activities") OR "Physical Activity") OR "Activities, Physical") OR "Activity, Physical") OR "Physical Activities") OR "Locomotor Activity") OR "Activities, Locomotor") OR "Activity, Locomotor") OR "Locomotor Activities") OR Exercise) OR Exercises) OR "Exercise, Physical") OR "Exercises, Physical") OR "Physical Exercise") OR "Physical Exercises") OR "Exercise, Isometric") OR "Exercises, Isometric") OR "Isometric Exercises") OR "Isometric

Exercise") OR "Exercise, Aerobic") OR "Aerobic Exercises") OR "Exercises, Aerobic") OR "Aerobic Exercise"))))

#1 AND 2 (((((((((((((((((((("Electric Impedance") OR "Impedance, Electric") OR "Electrical Impedance") OR "Impedance, Electrical") OR Impedance) OR "Electric Resistance") OR "Resistance, Electric") OR "Electrical Resistance") OR "Resistance, Electrical") OR "Ohmic Resistance") OR "Ohmic Resistances") OR "Resistance, Ohmic") OR "Resistances, Ohmic") OR "Bioelectrical Impedance") OR "Impedance, Bioelectrical") OR "Bioelectric Impedance") OR "Impedance, Bioelectric") OR "Phase Angle")) AND (((((((((((((((((((("Resistance Training") OR "Training, Resistance") OR "Strength Training") OR "Training, Strength") OR "Weight-Lifting Strengthening Program") OR "Strengthening Program, Weight-Lifting") OR "Strengthening Programs, Weight-Lifting") OR "Weight Lifting Strengthening Program") OR "Weight-Lifting Strengthening Programs") OR "Weight-Lifting Exercise Program") OR "Exercise Program, Weight-Lifting") OR "Exercise Programs, Weight-Lifting") OR "Weight Lifting Exercise Program") OR "Weight Lifting Exercise Programs") OR "Weight-Bearing Strengthening Program") OR "Strengthening Programs, Weight-Bearing") OR "Strengthening Program, Weight-Bearing") OR "Weight Bearing Strengthening Program") OR "Weight Bearing Strengthening Programs") OR "Weight-Bearing Exercise Program") OR "Exercise Program, Weight- Bearing") OR "Exercise Programs, Weight-Bearing") OR "Weight Bearing Exercise Program") OR "Weight Bearing Exercise Programs") OR "Exercise Therapy") OR "Therapy, Exercise") OR "Exercise Therapies") OR "Therapies, Exercise")) OR (((((((((((((((((((("Motor Activity") OR "Activities, Motor") OR "Activity, Motor") OR "Motor Activities") OR "Physical Activity") OR "Activities, Physical") OR "Activity, Physical") OR "Physical Activities") OR "Locomotor Activity") OR "Activities, Locomotor") OR "Activity, Locomotor") OR "Locomotor Activities") OR Exercise) OR Exercises) OR "Exercise, Physical") OR "Exercises, Physical") OR "Physical Exercise") OR "Physical Exercises") OR "Exercise, Isometric") OR "Exercises, Isometric") OR "Isometric Exercises") OR "Isometric Exercise") OR "Exercise, Aerobic") OR "Aerobic Exercises") OR "Exercises, Aerobic") OR "Aerobic Exercise"))))

SCOPUS

"Electric Impedance"OR "Impedance, Electric"OR "Electrical Impedance"OR "Impedance, Electrical"OR ImpedanceOR "Electric Resistance"OR "Resistance, Electric"OR "Electrical Resistance"OR "Resistance, Electrical"OR "Ohmic Resistance"OR "Ohmic Resistances"OR "Resistance, Ohmic" OR "Resistances, Ohmic"OR "Bioelectrical Impedance"OR "Impedance, Bioelectrical"OR "Bioelectric Impedance"OR "Impedance, Bioelectric"OR "Phase Angle" AND "Resistance Training"OR "Training, Resistance"OR "Strength Training"OR "Training, Strength"OR "Weight-Lifting Strengthening Program"OR "Strengthening Program, Weight-Lifting"OR "Strengthening Programs, Weight-Lifting"OR "Weight Lifting Strengthening Program"OR "Weight-Lifting Strengthening Programs"OR "Weight-Lifting Exercise Program"OR "Exercise Program, Weight-Lifting"OR "Exercise Programs, Weight-Lifting"OR "Weight Lifting Exercise Program"OR "Weight Lifting Exercise Programs"OR "Weight-Bearing Strengthening Program"OR "Strengthening Programs, Weight-Bearing"OR "Strengthening Program, Weight-Bearing"OR "Weight Bearing Strengthening Program"OR "Weight Bearing Strengthening Programs"OR "Weight-Bearing Exercise Program"OR "Exercise Program, Weight- Bearing"OR "Exercise Programs, Weight-Bearing"OR "Weight Bearing Exercise Program"OR "Weight Bearing Exercise Programs"OR "Exercise Therapy"OR "Therapy, Exercise"OR "Exercise Therapies"OR "Therapies, Exercise"OR"Motor Activity"OR "Activities, Motor"OR "Activity, Motor"OR "Motor Activities"OR "Physical Activity"OR "Activities, Physical"OR "Activity, Physical"OR "Physical Activities"OR "Locomotor Activity"OR "Activities, Locomotor"OR "Activity, Locomotor"OR "Locomotor Activities"OR ExerciseOR Exercises OR "Exercise, Physical"OR "Exercises, Physical"OR "Physical Exercise"OR "Physical Exercises"OR "Exercise, Isometric"OR "Exercises, Isometric"OR "Isometric Exercises"OR "Isometric Exercise"OR "Exercise, Aerobic"OR "Aerobic Exercises"OR "Exercises, Aerobic"OR "Aerobic Exercise"

APÊNDICE C: TERMOS DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA OS RESPONSÁVEIS

Seu filho (a) está sendo convidado (a) a participar de um estudo para se conhecer melhor sobre a composição corporal, intitulado “Valores de Referência para Composição Corporal para a População brasileira”. Coordenada pela pesquisadora Profa. Dra. Rita Mattiello. Antes de permitir a participação de seu (sua) filho (a), solicitamos que você leia as informações contidas neste termo de consentimento. O presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação do estado nutricional e da composição corporal (o quanto o corpo tem de gordura, músculo, água e osso). Estas avaliações serão realizadas através dos seguintes questionários: perguntas gerais sobre o nível socioeconômico e relacionadas a saúde, avaliação do nível (quantidade) de atividade física, avaliação do consumo alimentar (quantidade de comida), avaliação dos caracteres sexuais (fase do estado maturacional) secundários (apenas nas crianças e adolescentes), avaliação da autoimagem corporal (como a pessoa vê a imagem do corpo). Também serão feitas a realização das seguintes medidas: peso, altura, medição das dobras cutâneas (preguinhas no corpo que avaliam a quantidade de gordura em algumas áreas), dos segmentos (parte do corpo) e da espessura (tamanho) do tecido adiposo (gordura), dos perímetros (tamanhos) corporais, dos diâmetros, análise de bioimpedância (exame que avalia o quanto o corpo tem de gordura, músculo, água e osso) e teste de dinamometria (exame que avalia a força). No Brasil, ainda não existem, para a maioria desses exames, valores de referência da composição corporal (valores do que é normal) da população brasileira.

1. Qual é objetivo principal do estudo? O objetivo principal deste estudo é avaliar a composição corporal e o estado nutricional da população brasileira, obtendo valores de referência para os brasileiros. Assim toda vez que uma pessoa realizar exames para avaliação da composição corporal e análise nutricional, (iremos saber se os valores encontrados estão parecidos com os valores da maioria das pessoas com mesmo sexo e idade) e se a composição do corpo dela está “normal”. Isto é, se os resultados dos exames estão parecidos com os valores de uma pessoa saudável, com a mesma idade e sexo ou se estes valores estão mais altos ou mais baixos do que o esperado.

2. Como o estudo será realizado e qual será a participação do meu (a) filho (a) no estudo? A avaliação da composição corporal e do estado nutricional será realizada na escola onde seu filho (a) estuda ou no Centro de Extensão Universitária Vila Fátima da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul(CEUVF)-PUCRS ou no Centro de Obesidade e Síndrome Metabólica do Hospital São Lucas da PUCRS. A avaliação da composição corporal será conduzida através das seguintes técnicas: a. Questionários: serão aplicados questionários referentes a dados demográficos e socioeconômicos e relacionados à saúde, sobre o nível de atividade física, avaliação da imagem corporal e sobre a alimentação. b. Avaliação dos caracteres sexuais secundários (crianças e adolescentes): seu filho (a) responderá um questionário para avaliação do estágio de maturação sexual que ele se encontra, será realizada por meio de auto avaliação, utilizando-se imagens em preto e branco das características sexuais secundárias fornecidas conforme seu gênero, afim de que, após essa visualização, identifique em qual estágio de maturação sexual se encontra no período da avaliação. c. Avaliação da auto imagem corporal: a auto imagem corporal do seu filho(a) será avaliada com figuras que serão distribuídas conforme seu gênero. Após a visualização das imagens ele (a) irá identificar qual a imagem que é mais parecida com o corpo dele (a), qual é a que ele (a) gostaria de ter, qual é a que alguém da idade dele (a) deveria ter e qual é a mais saudável. d. Aferição da massa corporal (peso) e da estatura (altura): A massa corporal será verificada com o sujeito em pé, com o mínimo de roupas e descalço, através de uma balança digital. A estatura em pé será mensurada através de um aparelho chamado estadiômetro, também será verificada a estatura sentada, onde o participante sentará em um banco para realizar a medida. Nestas aferições seu filho (a) não sentirá nenhuma dor ou desconforto. e. Espessura das dobras cutâneas: será utilizado um aparelho chamado adipômetro para determinar a espessura das dobras cutâneas, que é uma medida que serve para através de um cálculo tentar descobrir quanta gordura a pessoa tem. Ela mede a “grossura” da pele e da gordura que fica entre as camadas de pele (tamanho das gordurinhas). As dobras que serão medidas são: subescapular (nas costas), tricipital (no braço), bicipital (no braço), axilar média (perto da axila), supra ilíaca (na lateral do abdômen), abdominal (barriga), coxa (perna), panturrilha. Durante a realização do exame, seu filho (a) sentirá apenas um beliscão rápido. f. Aferição dos perímetros (circunferências) corporais: perímetro é uma medida circular de alguma parte do corpo. Para esta medida será utilizada uma fita métrica

(que apenas passará ao redor da área do corpo que está sendo medida). As circunferências que serão realizadas são: braços relaxados (sem fazer força) e contraídos (fazendo força “muque”), cintura, quadril, coxa média, panturrilha. Sem que se sinta qualquer dor ou desconforto. g. Diâmetros: serão avaliados os diâmetros ósseos (que são a menor distância entre duas partes ósseas definidas) através de um aparelho chamado paquímetro. Seu filho (a) não sentirá dor, pode sentir algum leve desconforto como um rápido aperto sobre o osso que estará sendo medido. h. Análise de bioimpedância: este teste serve para ver o quanto de gordura tem no corpo, para a sua realização será utilizado um aparelho contendo 8 eletrodos (prendedores) que serão fixados ao corpo (4 nas mãos e 4 nos pés). Esses eletrodos farão a condução de correntes elétricas de baixa intensidade imperceptível pelo corpo (não dá para sentir nada). O participante deverá descansar durante 10 minutos e deverá estar em jejum de uma hora e com bexiga vazia. O tempo de médio para realização do exame é de 5 minutos. Nesta aferição seu filho (a) não sentirá nenhuma dor ou desconforto. i. Espessura do tecido adiposo subcutâneo: para a análise da espessura do tecido adiposo será utilizado um ecógrafo (aparelho que mede o tamanho da gordura), com uma sonda (cabo). A sonda será posicionada em alguns pontos anatômicos (locais do corpo) para avaliação da espessura de tecido adiposo subcutâneo nos músculos do braço e da perna: tríceps braquial, bíceps braquial, vasto lateral e gastrocnêmio medial. A sonda será embebida em gel e a pele do sujeito não será comprimida. Uma imagem de cada ponto anatômico será gravada para posterior análise. Seu filho (a) não sentirá dor ou desconforto ao realizar este exame. j. Dinamometria: é o teste de preensão (força) manual e será realizado com o aparelho Dinamômetro para medir a capacidade de força máxima estática de preensão da mão. Seu filho (a) não sentirá dor ou desconforto na realização deste exame, apenas terá que fazer força por poucos segundos. Seu (a) filho (a) será convidado a realizar uma vez todas as avaliações, mas caso você autorize e ele (a) queira participar iremos repetir as avaliações horas depois e um ano após a primeira avaliação.

3. Quais os riscos e os benefícios do estudo? Os riscos da participação na pesquisa são mínimos, visto que, todas as avaliações que serão realizadas não apresentam nenhum risco conhecido. Ao participar do nosso estudo seu filho (a) poderá auxiliar os pesquisadores a melhorar os conhecimentos sobre a composição corporal e o estado nutricional da população brasileira. Além de ter acesso aos resultados dos exames que seu

filho (a) fizer que lhe fornecerão uma avaliação da composição corporal e avaliação nutricional.

4. Quem terá acesso às informações deste estudo? Os dados e os resultados individuais da pesquisa são confidenciais e não poderão ser utilizadas para outros objetivos que não estejam descritos neste termo de consentimento. Os resultados deste estudo deverão ser publicados, mas a identidade dos participantes não será revelada em nenhum momento. O Comitê de Ética e Pesquisa da PUCRS poderá ter acesso aos dados da pesquisa para poder assegurar que seus direitos estão sendo protegidos.

5. Quais são as compensações da participação no estudo? Não haverá custos para os participantes do estudo. Você e seu (sua) filho (a) também não receberão nenhum pagamento pela participação na pesquisa.

6. Poderei desistir da participação do meu filho (a) no estudo? Os responsáveis podem em qualquer momento cancelar a participação do filho (a) no estudo. Isto não influenciará o andamento do estudo e a forma como você ou seu filho (a) são atendidos nos locais onde o estudo está sendo realizado.

7. Qual será o compromisso dos pesquisadores com os participantes, na oferta de informações atualizadas do estudo? Os participantes do estudo receberão os resultados dos exames realizados bem como, após a publicação dos dados, terão acesso às informações obtidas no estudo. Caso tenha interesse entre em contato com os pesquisadores responsáveis do estudo.

8. Qual será a disponibilidade de tratamento médico e indenização em casos e danos? Fui informado de que, caso existirem desconfortos dos participantes causados diretamente pela realização da pesquisa, terei direito a tratamento médico e à indenização, conforme estabelecido em lei.

9. A quem devo me dirigir para maiores informações sobre a pesquisa? Se você tiver qualquer dúvida sobre seus direitos como participante do estudo, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa PUCRS pelo telefone (51)3320-3000 ramal 3345, horário 08:00 às 12:00h e 13:35 às 17:00h. Endereço: Avenida Ipiranga, 6681– Prédio 40, sala 505 CEP 90619-900. Assim como entrar em contato com a pesquisadora Rita Mattiello no celular (51)93273252.

Participante Favor preencher abaixo, se concordar em participar do estudo:
Eu,....., concordo que meu filho (a) participe do Projeto intitulado: ““Valores de Referência para Composição Corporal para a População brasileira””. Fui informado sobre os reais objetivos da pesquisa de maneira clara e detalhada, estou ciente de que o estudo pretende avaliar a composição corporal e avaliação nutricional da população brasileira, para que haja um melhor entendimento sobre o assunto. Declaro ainda que as minhas dúvidas foram esclarecidas e sei que poderei entrar em contato, caso haja dúvidas. Além disso, sei que as informações dadas neste estudo são confidenciais e que poderei não participar do estudo a qualquer momento; apenas preciso informar aos pesquisadores a minha decisão, sem que isso interfira com você ou seu filho (a) são atendidos nos locais onde o estudo está sendo realizado.

Nome do participante _____
Nome do responsável legal _____
Assinatura do responsável _____

Contatos: () _____ () _____

Data: __/__/__

Nome do Pesquisador _____

Assinatura do Pesquisador _____

Data: / / _____

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que pretende avaliar a composição corporal (quantidade de gordura e massa magra) dos estudantes da rede municipal de ensino da cidade de Canela/RS, com o título de **“Perfil Antropométrico dos Estudantes da Rede Municipal de Ensino da Cidade de Canela/RS”**. Coordenada pela pesquisadora Profa. Dra. Rita Mattiello.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O presente estudo tem como objetivo conhecer melhor o perfil nutricional (quantidade de massa magra e massa gorda do corpo) e hábitos de vida (como se alimenta e quanto faz de exercício) com a utilização das seguintes ferramentas: questionários, peso, altura, bioimpedância, dos perímetros corporais e auto avaliação dos caracteres sexuais secundários.

1. Qual é objetivo principal do estudo?

O objetivo principal deste estudo é avaliar a composição corporal (quantidade de massa magra e massa gorda do corpo) dos estudantes da rede pública de ensino de Canela/RS. Assim as políticas públicas de promoção da alimentação saudável e estímulo para aumento de atividade física podem ser melhor elaboradas e acompanhadas.

2. Como o estudo será realizado e qual será a minha participação no estudo?

O estudo contatará com a aplicação anual das seguintes ferramentas:

a. Questionários: serão aplicados questionários (perguntas) sobre as características sócio demográficas, hábitos nutricionais, nível de atividade física e tempo sentado.

b. aferição da massa corporal (peso) e da estatura para o cálculo do IMC. A massa corporal será aferida em uma balança digital e a estatura através de um aparelho

chamado estadiômetro. Nestas aferições você não sentirá nenhuma dor ou desconforto.

c. Análise de bioimpedância: Análise de bioimpedância: será utilizado um aparelho contendo 8 eletrodos (adesivos) que serão fixados ao corpo (4 nas mãos e 4 nos pés). Esses eletrodos farão a condução de correntes elétricas de baixa intensidade imperceptível pelo corpo (você não sentirá nada), não oferecendo assim qualquer dor ou desconforto. Esse procedimento será realizado na escola com o participante deitado sem nenhum contato com superfície metálica. O participante deverá descansar durante 10 minutos e deverá estar em jejum de uma hora e com bexiga vazia. O tempo de médio para realização do exame é de 15 minutos.

d. Para a aferição dos perímetros (circunferências) corporais será utilizado uma trena (fita métrica), que apenas passará ao redor da sua cintura e quadril, sem que se sinta qualquer dor ou desconforto.

e. Avaliação dos caracteres sexuais secundários: você receberá figuras das características sexuais secundárias fornecidas conforme seu gênero, afim de que, após essa visualização, identifique em qual estágio de maturação sexual se encontra no período da avaliação.

f. Avaliação da auto imagem corporal: a sua auto imagem corporal será avaliada com figuras que serão distribuídas conforme seu gênero. Após a visualização das imagens você irá identificar qual a imagem que é mais parecida com o seu corpo, qual você gostaria de ter, qual alguém da sua idade deveria ter e qual é mais saudável.

3. Quais os riscos e os benefícios do estudo?

Os riscos da participação da pesquisa são mínimos, visto que, todas as avaliações que serão realizadas na pesquisa não apresentam nenhum risco conhecido.

Ao participar do nosso estudo você pode auxiliar os pesquisadores a melhorar os conhecimentos sobre o estado nutricional dos estudantes de Canela/RS. Além de ter acesso aos resultados dos seus exames que lhe fornecerão uma avaliação da sua composição corporal

4. Quem terá acesso às informações deste estudo?

Os dados e os resultados individuais da pesquisa são secretos (não serão apresentados para nenhuma pessoa) e não poderão ser utilizadas para outros objetivos que não estejam descritos neste termo de consentimento. Os resultados deste estudo deverão ser publicados, mas a identidade (nome e demais resultados) dos participantes não será revelada em nenhum momento. O Comitê de Ética e Pesquisa da PUCRS poderá ter acesso aos dados da pesquisa para poder assegurar que seus direitos estão sendo protegidos.

5. Quais são as compensações da participação no estudo?

Não haverá custos para os participantes do estudo. Você também não receberá nenhum pagamento pela participação no trabalho.

6. Poderei desistir da participação no estudo?

Você pode em qualquer momento desistir de participar e sair do estudo. Isto não influenciará o andamento do estudo e seus resultados futuramente.

7. Qual será o compromisso dos pesquisadores para oferecer aos participantes informações atualizadas do estudo?

Os participantes do estudo saberão os resultados dos exames realizados bem como, após a publicação dos dados, terão acesso às informações obtidas no estudo, caso tenha interesse nos resultados entre em contato com os pesquisadores responsáveis do estudo.

8. Qual será a disponibilidade de tratamento médico e indenização em casos e danos?

Fui informado de que, caso existirem desconfortos dos participantes causados diretamente pela realização da pesquisa, terei direito a tratamento médico e à indenização, conforme estabelecido em lei.

9. A quem devo me dirigir para maiores informações sobre a pesquisa?

Se você tiver qualquer dúvida sobre seus direitos como participante do estudo, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa PUCRS pelo telefone (51) 3320-3000 ramal 3345, horário 08:00 às 12:00 e 13:35 às 17:00. Endereço: Avenida Ipiranga, 6681– Prédio 40, sala 505 CEP 90619-900. Assim como entrar em contato com a pesquisadora Rita Mattiello no celular (51)93273252, ou com o pesquisador Eduardo Mundstock no celular (54)91424937 .

Favor preencher abaixo, se concordar em participar do estudo:

Eu,....., concordo em participar do Projeto intitulado: **“Perfil Antropométrico dos Estudantes da Rede Municipal de Ensino da Cidade de Canela/RS”**. Fui informado sobre os reais objetivos da pesquisa de maneira clara e detalhada, estou ciente de que o estudo pretende avaliar a composição corporal dos estudantes da rede municipal de Canela/RS, para que haja um melhor entendimento sobre o assunto. Declaro ainda que as minhas dúvidas foram esclarecidas e sei que poderei entrar em contato, caso haja dúvidas. Além disso, sei que as informações dadas neste estudo são confidenciais e que poderei não participar do estudo a qualquer momento; apenas preciso informar aos pesquisadores a minha decisão, sem que isso interfira no meu desempenho na escola;

Nome do participante _____

Assinatura do participante _____

Contatos: () _____ () _____

Data: /_/_ _____

Nome do Pesquisador _____

Assinatura do Pesquisador _____

Data: /_/_ _____

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARTICIPANTES ADULTOS

Você está sendo convidado (a) a participar de um estudo para se conhecer melhor sobre a composição corporal, intitulado “Valores de Referência para Composição Corporal para a População brasileira”. Coordenada pela pesquisadora Profa. Dra. Rita Mattiello. Antes de consentir com a participação no estudo, solicitamos que você leia as informações contidas neste termo de consentimento. O presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação do estado nutricional e da composição corporal (o quanto o corpo tem de gordura, músculo, água e osso). Estas avaliações serão realizadas através dos seguintes questionários: perguntas gerais sobre o nível socioeconômico e relacionadas à saúde, avaliação do nível de atividade física, avaliação do consumo alimentar, avaliação dos caracteres sexuais secundários (apenas nas crianças e adolescentes), avaliação da auto imagem corporal (como a pessoa vê a imagem do próprio corpo). Também serão feitas a realização das seguintes medidas: peso, altura, medição das dobras cutâneas (preguinhas no corpo que avaliam a quantidade de gordura em algumas áreas), dos segmentos (parte do corpo) e da espessura (tamanho) do tecido adiposo (gordura), dos perímetros (tamanhos) corporais, dos diâmetros, análise de bioimpedância (exame que avalia o quanto o corpo tem de gordura, músculo, água e osso) e teste de dinamometria (exame que avalia a força). No Brasil, ainda não existem, para a maioria desses exames, valores de referência da composição corporal (valores do que é normal) da população brasileira.

1. Qual é objetivo principal do estudo? O objetivo principal deste estudo é avaliar a composição corporal e o estado nutricional da população brasileira, obtendo valores de referência para os brasileiros. Assim toda vez que uma pessoa realizar exames para avaliação da composição corporal e análise nutricional, (iremos saber se os valores encontrados estão parecidos com os valores da maioria das pessoas com mesmo sexo e idade) e se a composição do corpo dela está “normal”. Isto é, se os resultados dos exames estão parecidos com os valores de uma pessoa saudável, com a mesma idade e sexo ou se estes valores estão mais altos ou mais baixos do que o esperado.

2. Como o estudo será realizado e qual será a minha participação no estudo? A avaliação da composição corporal será realizada na escola onde seu (a) filho (a) estuda, no Centro de Extensão Universitária Vila Fátima (CEUVF)- PUCRS onde seu (a) pai e/ou mãe

consultam ou no Centro de Obesidade e Síndrome Metabólica do Hospital São Lucas da PUCRS. A avaliação da composição corporal e do estado nutricional será conduzida através das seguintes técnicas: a. Questionários: serão aplicados questionários referentes a dados demográficos e socioeconômicos e relacionados à saúde, sobre o nível de atividade física e sobre alimentação. b. Avaliação da autoimagem corporal: a sua autoimagem corporal será avaliada com figuras que serão distribuídas conforme seu gênero. Após a visualização das imagens você irá identificar qual a imagem que é mais parecida com o seu corpo, qual você gostaria de ter, qual alguém da sua idade deveria ter e qual é mais saudável. c. Aferição da massa corporal (peso) e da estatura (altura): a massa corporal será verificada com o sujeito em pé, com o mínimo de roupas e descalço, através de uma balança digital. A estatura em pé será aferida através de um aparelho chamado estadiômetro, também será verificada a estatura sentada, onde o participante sentará em um banco para realizar a medida. Também será verificada a altura do joelho em idosos. Nestas aferições você não sentirá nenhuma dor ou desconforto. k. Espessura das dobras cutâneas: será utilizado um aparelho chamado adipômetro para determinar a espessura das dobras cutâneas, que é uma medida que serve para através de um cálculo tentar descobrir quanta gordura a pessoa tem. Ela mede a “grossura” da pele e da gordura que fica entre as camadas de pele (tamanho das gordurinhas). As dobras que serão medidas são: subescapular (nas costas), tricípital (no braço), bicipital (no braço), axilar média (perto da axila), supra ilíaca (na lateral do abdômen), abdominal (barriga), coxa (perna), panturrilha. Durante a realização do exame, você sentirá apenas um beliscão rápido. l. Aferição dos perímetros (circunferências) corporais: perímetro é uma medida circular de alguma parte do corpo. Para esta medida será utilizada uma fita métrica (que apenas passará ao redor da área do corpo que está sendo medida). As circunferências que serão realizadas são: braços relaxados (sem fazer força) e contraídos (fazendo força “muque”), cintura, quadril, coxa média, panturrilha. Sem que se sinta qualquer dor ou desconforto. d. Diâmetros: serão avaliados os diâmetros ósseos (que são a menor distância entre duas partes ósseas definidas) através de um aparelho chamado paquímetro. Você não sentirá dor, pode sentir algum leve desconforto como um rápido aperto sobre o osso que estará sendo medido. e. Análise de bioimpedância: este teste serve para ver o quanto de gordura tem no corpo, para a sua realização será utilizado um aparelho contendo 8 eletrodos (prendedores) que serão fixados ao corpo (4 nas mãos e 4 nos pés). Esses eletrodos farão

a condução de correntes elétricas de baixa intensidade imperceptível pelo corpo (não dá para sentir nada). O participante deverá descansar durante 10 minutos e deverá estar em jejum de uma hora e com bexiga vazia. O tempo de médio para realização do exame é de 5 minutos. Você não sentirá nenhuma dor ou desconforto ao realizar este exame. f. Espessura do tecido adiposo subcutâneo: para a análise da espessura do tecido adiposo será utilizado um ecógrafo (aparelho que mede o tamanho da gordura), com uma sonda (cabo). A sonda será posicionada em alguns pontos anatômicos (locais do corpo) para avaliação da espessura de tecido adiposo subcutâneo, nos músculos tríceps braquial cabeça longa, bíceps braquial, vasto lateral e gastrocnêmio medial. A sonda será embebida em gel e a pele do sujeito não será comprimida. Uma imagem de cada ponto anatômico será gravada para posterior análise. Você não sentirá dor ou desconforto ao realizar este exame. g. Dinamometria: o teste de preensão manual será realizado com o aparelho Dinamômetro para medir a capacidade de força máxima estática de preensão da mão. Você não sentirá dor ou desconforto na realização deste exame, apenas terá que fazer força por apenas alguns segundos. Você será convidado a realizar uma vez todas as avaliações, mas caso você queira participar iremos repetir as avaliações horas depois e um ano após a primeira avaliação.

3. Quais os riscos e os benefícios do estudo? Os riscos da participação da pesquisa são mínimos, visto que, todas as avaliações que serão realizadas na pesquisa não apresentam nenhum risco conhecido. Ao participar do nosso estudo você irá auxiliar os pesquisadores a melhorar os conhecimentos sobre a composição corporal e o estado nutricional da população brasileira. Além de ter acesso aos resultados dos seus exames que lhe forneceram uma avaliação da sua composição corporal.

4. Quem terá acesso às informações deste estudo? Os dados e os resultados individuais da pesquisa são confidenciais e não poderão ser utilizadas para outros objetivos que não estejam descritos neste termo de consentimento. Os resultados deste estudo deverão ser publicados, mas a identidade dos participantes não será revelada em nenhum momento. O Comitê de Ética e Pesquisa da PUCRS poderá ter acesso aos dados da pesquisa para poder assegurar que seus direitos estão sendo protegidos.

5. Quais são as compensações da participação no estudo? Não haverá custos para os participantes do estudo. Você também não receberá nenhum pagamento pela participação na pesquisa.

6. Poderei desistir da participação no estudo? Você pode em qualquer momento cancelar sua participação no estudo. Isto não influenciará o andamento do estudo e seus resultados e a forma como você ou seus pais e avós serão tratados nos locais onde o estudo estará sendo realizado.
7. Qual será o compromisso dos pesquisadores para oferecer aos participantes informações atualizadas do estudo? Os participantes do estudo saberão os resultados dos seus exames realizados bem como, após a publicação dos dados, terão acesso às informações obtidas no estudo. Caso tenha interesse nos resultados entre em contato com os pesquisadores responsáveis do estudo.
8. Qual será a disponibilidade de tratamento médico e indenização em casos e danos? Fui informado de que, caso existirem desconfortos dos participantes causados diretamente pela realização da pesquisa, terei direito a tratamento médico e à indenização, conforme estabelecido em lei.
9. A quem devo me dirigir para maiores informações sobre a pesquisa? Se você tiver qualquer dúvida sobre seus direitos como participante do estudo, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa PUCRS pelo telefone (51) 3320-3000 ramal 3345, horário 08:00 às 12:00 e 13:35 às 17:00. Endereço: Avenida Ipiranga, 6681– Prédio 40, sala 505 CEP 90619-900. Assim como entrar em contato com a pesquisadora Rita Mattiello no celular (51)93273252.do Pesquisador Rubrica do Participante Favor preencher abaixo, se concordar em participar do estudo:

Eu,....., concordo em participar do estudo intitulado: ““Valores de Referência para Composição Corporal para a População brasileira””. Fui informada sobre os reais objetivos da pesquisa de maneira clara e detalhada, estou informada de que o estudo pretende avaliar a composição corporal da população brasileira, para que haja um melhor entendimento sobre o assunto. Declaro ainda que as minhas dúvidas foram esclarecidas e sei que poderei entrar em contato, caso haja dúvidas. Além disso, sei que as informações dadas neste estudo são confidenciais e que poderei não participar do estudo a qualquer momento; apenas preciso avisar aos pesquisadores a minha decisão, sem que isso interfira como você ou seus pais e avós serão atendidos nos locais onde o estudo está sendo realizado. Nome do participante _____ Assinatura do participante _____ Contatos: () _____ () _____ Data: __/__/__ Nome do Pesquisador _____ Assinatura do Pesquisador _____ Data: __/__/__

APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO

1. Nome completo do participante:
2. Número de identificação do participante no estudo:
3. Escola:
4. Telefones de contato
 - a. Telefone: _____ Contato: _____
 - b. Telefone: _____ Contato: _____
5. Sexo: Masculino (); Feminino ()
6. Escolaridade: () Analfabeto () Ensino Fundamental Incompleto () Ensino Fundamental completo () Ensino Médio Incompleto () Ensino Médio completo () Ensino Superior Incompleto () Ensino Superior completo () Pós graduação
7. Renda familiar (renda média por pessoa) () até 1 salário mínimo () mais de 1 até 2 salários mínimos () mais de 2 até 3 salários mínimos () mais de 3 até 5 salários mínimos () mais de 5 até 10 salários mínimos () mais de 10 salários mínimos
8. Estado civil: união estável (); casado (); solteiro (); divorciado (); () viúvo.
9. Tabagismo - Você fuma ou fumou? a. Fuma: sim (); não (). Caso o participante relate que não fuma, pule as perguntas b e c. b. Quantos cigarros por dia você fuma? _____
- c. Quanto tempo você fuma? _____ d. Não fumo atualmente, mas já fumei sim (); não (). Caso o participante relate que não tenha fumado, pule as perguntas e f.
- e. Quanto tempo você parou de fumar? _____ f. Quanto tempo você fumou? _____
10. Você tem diagnóstico de alguma doença crônica? () Não () Asma () Bronquite () Diabetes Mellitus Tipo I () Diabetes Mellitus Tipo II () Pressão Alta () Doença Cardíaca () Apnéia do sono () Colesterol alto () Outra: _____
11. Você toma medicação todos os dias? Qual medicação você toma todos os dias? () Nenhum medicamento de uso contínuo. Medicação para (cite o nome do remédio) Vezes por dia Dose por vez Asma: Bronquite: Diabetes Mellitus: Pressão Alta Colesterol Diurético: Outro:
12. Quão satisfeito (a) você está consigo mesmo? () Muito insatisfeito () Insatisfeito () Nem satisfeito e nem insatisfeito () Satisfeito () Muito satisfeito
13. Quão satisfeito (a) você está com o seu corpo? () Muito insatisfeito () Insatisfeito () Nem satisfeito e nem insatisfeito () Satisfeito () Muito satisfeito
14. Que mudanças poderiam ser feitas para você se sentir melhor com o seu corpo?
15. Quanto você acha que realizar atividade físicas é importante para ter boa saúde? () Nem um pouco importante () Não importante () Nem importante nem desimportante () Importante () Muito Importante
16. Quão satisfeito você está com a quantidade de atividade física que você faz? () Muito insatisfeito () Insatisfeito () Nem satisfeito e nem insatisfeito () Satisfeito () Muito satisfeito
17. O que é necessário para que você faça mais atividade física?

**APÊNDICE E: REGISTRO DO PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA
NA BASE DE DADOS PROSPERO**

Systematic review

1. * Review title.

Give the working title of the review, for example the one used for obtaining funding. Ideally the title should state succinctly the interventions or exposures being reviewed and the associated health or social problems. Where appropriate, the title should use the P(I)E(C)OS structure to contain information on the Participants, Intervention (or Exposure) and Comparison groups, the Outcomes to be measured and Study designs to be included.

Association between phase angle of bioelectrical impedance and level of physical activity in humans: systematic review and meta-analysis

2. Original language title.

For reviews in languages other than English, this field should be used to enter the title in the language of the review. This will be displayed together with the English language title.

3. * Anticipated or actual start date.

Give the date when the systematic review commenced, or is expected to commence.

31/05/2015

4. * Anticipated completion date.

Give the date by which the review is expected to be completed.

30/08/2015

5. * Stage of review at time of this submission.

Indicate the stage of progress of the review by ticking the relevant Started and Completed boxes. Additional information may be added in the free text box provided.

Please note: Reviews that have progressed beyond the point of completing data extraction at the time of initial registration are not eligible for inclusion in PROSPERO. Should evidence of incorrect status and/or completion date being supplied at the time of submission come to light, the content of the PROSPERO record will be removed leaving only the title and named contact details and a statement that inaccuracies in the stage of the review date had been identified.

This field should be updated when any amendments are made to a published record and on completion and publication of the review.

The review has not yet started: No

Review stage	Started	Completed
Preliminary searches	Yes	Yes
Piloting of the study selection process	Yes	Yes
Formal screening of search results against eligibility criteria	Yes	Yes
Data extraction	Yes	Yes
Risk of bias (quality) assessment	Yes	Yes
Data analysis	Yes	Yes

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

Provide any other relevant information about the stage of the review here (e.g. Funded proposal, protocol not yet finalised).

6. * Named contact.

The named contact acts as the guarantor for the accuracy of the information presented in the register record.

Eduardo Mundstock

Email salutation (e.g. "Dr Smith" or "Joanne") for correspondence:

MsC Eduardo Mundstock

7. * Named contact email.

Give the electronic mail address of the named contact.

eduardo.mundstock@acad.pucrs.br

8. Named contact address

Give the full postal address for the named contact.

R. Aquilino Libarde, 74 Apto 303
Gramado/RS

9. Named contact phone number.

Give the telephone number for the named contact, including international dialling code.

+5554991424937

10. * Organisational affiliation of the review.

Full title of the organisational affiliations for this review and website address if available. This field may be completed as 'None' if the review is not affiliated to any organisation.

Centro Infant, Biomedical Research Institute, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Organisation web address:

<http://www3.pucrs.br/portal/page/portal/ipb/Capa/Centros/CentroInfant>

11. Review team members and their organisational affiliations.

Give the title, first name, last name and the organisational affiliations of each member of the review team. Affiliation refers to groups or organisations to which review team members belong.

Ms Eduardo Mundstock, Programa de Pós-Graduação em Pediatria e Saúde da Criança, Centro Infant, Biomedical Research Institute PUCRS

Ms Marina Azambuja Amaral.

Dr Rita Mattiello.

12. * Funding sources/sponsors.

Give details of the individuals, organizations, groups or other legal entities who take responsibility for initiating, managing, sponsoring and/or financing the review. Include any unique identification numbers assigned to the review by the individuals or bodies listed.

None

13. * Conflicts of interest.

List any conditions that could lead to actual or perceived undue influence on judgements concerning the main topic investigated in the review.

None

14. Collaborators.

Give the name and affiliation of any individuals or organisations who are working on the review but who are not listed as review team members.

15. * Review question.

State the question(s) to be addressed by the review, clearly and precisely. Review questions may be specific or broad. It may be appropriate to break very broad questions down into a series of related more specific questions. Questions may be framed or refined using PI(E)COS where relevant.

Is there an association between the level of physical activity the phase angle in humans?

16. * Searches.

Give details of the sources to be searched, search dates (from and to), and any restrictions (e.g. language or publication period). The full search strategy is not required, but may be supplied as a link or attachment.

The search will be performed in the following databases: MEDLINE, EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL, The Cochrane Library), SciELO, LILACS, SPORTDiscus, Scopus and Web of Science without limitation date or language. We will also search for the "gray literature", writing for noted authors and search the references of selected articles.

The search is performed using the terms "phase angle" OR "Electric Impedance" OR "rectance" OR "resistance" AND "motor activity" OR "exercise" OR "physical activity".

All articles that assess the association between physical activity level and phase angle in humans will be included in this systematic review.

17. URL to search strategy.

Give a link to the search strategy or an example of a search strategy for a specific database if available (including the keywords that will be used in the search strategies).

http://www.crd.york.ac.uk/PROSPEROFILES/20214_STRATEGY_20151118.pdf

Alternatively, upload your search strategy to CRD in pdf format. Please note that by doing so you are consenting to the file being made publicly accessible.

Yes I give permission for this file to be made publicly available.

18. * Condition or domain being studied.

Give a short description of the disease, condition or healthcare domain being studied. This could include health and wellbeing outcomes.

The phase angle (PhA) is one of parameters acquired through bioimpedance (Kyle et al., 2004). This parameter seems to be related to the integrity of the cell membrane (Kyle et al, 2013.). Studies have shown that low PhA values can be predictors of mortality in critically ill patients (Fein et al, 2002; Lee et al, 2014; Paiva et al, 2009).

Authors have shown that the level of physical activity (PA) contributed to the increase in survival levels in critically ill patients (Pinkston et al., 2015). AF is positively associated with PhA in patients undergoing hemodialysis. The aim of this study is to verify the association between AF and PhA in humans.

19. * Participants/population.

Give summary criteria for the participants or populations being studied by the review. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

We will include studies that examine the association between the level of PA and PhA in humans.

20. * Intervention(s), exposure(s).

Give full and clear descriptions or definitions of the nature of the interventions or the exposures to be reviewed.

Physical Activity

21. * Comparator(s)/control.

Where relevant, give details of the alternatives against which the main subject/topic of the review will be compared (e.g. another intervention or a non-exposed control group). The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Physical inactivity

22. * Types of study to be included.

Give details of the types of study (study designs) eligible for inclusion in the review. If there are no restrictions on the types of study design eligible for inclusion, or certain study types are excluded, this should be stated. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Studies included: clinical trials; cohort; cross-sectional, case-control. Studies excluded: animal model studies; case reports; case series, editorials, letters to the editor that do not present original data, responses to the letter from the editor and reviews.

23. Context.

Give summary details of the setting and other relevant characteristics which help define the inclusion or exclusion criteria.

24. * Primary outcome(s).

Give the pre-specified primary (most important) outcomes of the review, including details of how the outcome is defined and measured and when these measurement are made, if these are part of the review inclusion criteria.

Phase angle of the bioelectrical impedance.

Timing and effect measures

The mean differences and/or correlation to the phase angle will be analyzed.

25. * Secondary outcome(s).

List the pre-specified secondary (additional) outcomes of the review, with a similar level of detail to that required for primary outcomes. Where there are no secondary outcomes please state 'None' or 'Not applicable' as appropriate to the review

Resistance and reactance vectors

Timing and effect measures

Mean differences were the effect size is the measure used to estimate the association between physical activity and phase angle. Mean difference of the angle phase values was used for cross-sectional studies and mean difference deltas (change from baseline) was used for longitudinal studies.

26. Data extraction (selection and coding).

Give the procedure for selecting studies for the review and extracting data, including the number of researchers involved and how discrepancies will be resolved. List the data to be extracted.

First the titles and abstracts will be reviewed independently by two authors and will be selected for reading

the full text according to the inclusion criteria previously stated. Disagreements will be resolved by consensus and, if not they will be resolved by the involvement of a third author.

In each study the following data will be extracted when reported: title, first author, publication year, journal, total number of participants, number of active and inactive participants, phase angle in active and inactive with the central value and the value the dispersion of the data; resistance and reactance vectors into active and inactive, type of device used; method to access the level of physical activity; cutoff points for active / inactive; type of measure of association used, results and any information or important observation.

27. * Risk of bias (quality) assessment.

State whether and how risk of bias will be assessed (including the number of researchers involved and how discrepancies will be resolved), how the quality of individual studies will be assessed, and whether and how this will influence the planned synthesis.

To analyze the risk of bias in clinical trials we used the Cochrane Collaboration's tool. We analyzed randomization; allocation concealment; blinding of participants, selection bias; blinding the researchers who analyzed the outcomes and report of the selective outcome.

In observational studies, we used the evaluation tool for evaluation of cohort and cross-sectional studies proposed by National Institution of Health: U.S. Department of Health and Human Services

28. * Strategy for data synthesis.

Give the planned general approach to synthesis, e.g. whether aggregate or individual participant data will be used and whether a quantitative or narrative (descriptive) synthesis is planned. It is acceptable to state that a quantitative synthesis will be used if the included studies are sufficiently homogenous.

If appropriate, and where possible the meta-analysis will be performed. For studies reporting mean difference between active and inactive we will use the RevMan program of the Cochrane Collaboration. For the study report association between physical activity level and the PhA we will use the Comprehensive Meta Analyses program. Funnel Plots will be generated for the analysis of the risk of publication bias and heterogeneity will be assessed using the I-squared statistic. The data studies that did not join in any meta-analysis are summarized in table.

29. * Analysis of subgroups or subsets.

Give details of any plans for the separate presentation, exploration or analysis of different types of participants (e.g. by age, disease status, ethnicity, socioeconomic status, presence or absence or co-morbidities); different types of intervention (e.g. drug dose, presence or absence of particular components of intervention); different settings (e.g. country, acute or primary care sector, professional or family care); or different types of study (e.g. randomised or non-randomised).

According to the quantity and quality of the studies included the following subgroup analyzes may be performed:

- (a) by type of health condition (if possible by type of disease);
- (b) by age group;
- (c) gender;
- (d) by type of analysis of the level of physical activity (questionnaire or comparison between athletes and a control group); and
- (e) type of instrument used to analyze the phase angle;
- (f) by type of study.

30. * Type and method of review.

Select the type of review and the review method from the lists below. Select the health area(s) of interest for your review.

Type of review

Cost effectiveness

No

Diagnostic

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

Social care
No

Surgery
No

Tropical Medicine
No

Urological
No

Wounds, injuries and accidents
No

Violence and abuse
No

31. Language.

Select each language individually to add it to the list below, use the bin icon to remove any added in error.

English

There is an English language summary.

32. Country.

Select the country in which the review is being carried out from the drop down list. For multi-national collaborations select all the countries involved.

Brazil

33. Other registration details.

Give the name of any organisation where the systematic review title or protocol is registered (such as with The Campbell Collaboration, or The Joanna Briggs Institute) together with any unique identification number assigned. (N.B. Registration details for Cochrane protocols will be automatically entered). If extracted data will be stored and made available through a repository such as the Systematic Review Data Repository (SRDR), details and a link should be included here. If none, leave blank.

34. Reference and/or URL for published protocol.

Give the citation and link for the published protocol, if there is one

Give the link to the published protocol.

Alternatively, upload your published protocol to CRD in pdf format. Please note that by doing so you are consenting to the file being made publicly accessible.

Yes I give permission for this file to be made publicly available

Please note that the information required in the PROSPERO registration form must be completed in full even if access to a protocol is given.

35. Dissemination plans.

Give brief details of plans for communicating essential messages from the review to the appropriate audiences.

Do you intend to publish the review on completion?

Yes

36. Keywords.

Give words or phrases that best describe the review. Separate keywords with a semicolon or new line. Keywords will help users find the review in the Register (the words do not appear in the public record but are included in searches). Be as specific and precise as possible. Avoid acronyms and abbreviations unless these are in wide use.

Phase Angle

Physical Exercise

Electrical Bioimpedance

37. Details of any existing review of the same topic by the same authors.

Give details of earlier versions of the systematic review if an update of an existing review is being registered, including full bibliographic reference if possible.

38. * Current review status.

Review status should be updated when the review is completed and when it is published. Please provide anticipated publication date

Review_Completed_not_published

39. Any additional information.

Provide any other information the review team feel is relevant to the registration of the review.

40. Details of final report/publication(s).

This field should be left empty until details of the completed review are available.

Give the link to the published review.

**ANEXO A: QUESTIONÁRIOS INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA
(IPAQ)**



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

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

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

Para responder as questões lembre que:

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

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

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

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: ____ Minutos: ____

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

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

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

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

ANEXO B: DOCUMENTOS DE APROVAÇÃO

Comissão Científica do Instituto de Pesquisas Biomédicas – Projeto Guarda Chuva



SIPESQ
Sistema de Pesquisas da PUCRS



Código SIPESQ: 6725

Porto Alegre, 30 de julho de 2015.

Prezado(a) Pesquisador(a),

A Comissão Científica do INSTITUTO DE PESQUISAS BIOMEDICAS da PUCRS apreciou e aprovou o Projeto de Pesquisa "VALORES DE REFERÊNCIA DE COMPOSIÇÃO CORPORAL PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA" coordenado por RITA MATTIELLO. Caso este projeto necessite apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e/ou da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), toda a documentação anexa deve ser idêntica à documentação enviada ao CEP/CEUA, juntamente com o Documento Unificado gerado pelo SIPESQ.

Atenciosamente,

Comissão Científica do INSTITUTO DE PESQUISAS BIOMEDICAS

Comissão Científica do Instituto de Pesquisas Biomédicas: Projeto Atividade física e Ângulo de Fase



SIPESQ
Sistema de Pesquisas da PUCRS



Código SIPESQ: 6801

Porto Alegre, 26 de agosto de 2015.

Prezado(a) Pesquisador(a),

A Comissão Científica da FACULDADE DE MEDICINA da PUCRS apreciou e aprovou o Subprojeto de Pesquisa "Associação entre o ângulo de fase da bioimpedância elétrica e o nível de atividade física em crianças em idade escolar" coordenado por RITA MATTIELLO, vinculado ao Projeto Guarda-Chuva "6725 - VALORES DE REFERÊNCIA DE COMPOSIÇÃO CORPORAL PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA" coordenado por RITA MATTIELLO.

Caso este projeto necessite apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e/ou da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), toda a documentação anexa deve ser idêntica à documentação enviada ao CEP/CEUA, juntamente com o Documento Unificado gerado pelo SIPESQ.

Atenciosamente,

Comissão Científica da FACULDADE DE MEDICINA

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/PUCRS)

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Valores de Referência de Composição Corporal para a População Brasileira

Pesquisador: Rita Mattiello

Área Temática:

Versão: 7

CAAE: 48270515.3.1001.5336

Instituição Proponente: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.187.802

Apresentação do Projeto:

O pesquisador principal do estudo: "Valores de Referência de Composição Corporal para a População Brasileira" encaminhou ao CEP-PUCRS, em 03/07/2017, a emenda 4, contendo os seguintes documentos:
- 4emenda.pdf

Objetivo da Pesquisa:

O pesquisador principal do estudo: "Valores de Referência de Composição Corporal para a População Brasileira" encaminhou ao CEP-PUCRS, em 03/07/2017, a emenda 4, contendo os seguintes documentos:
- 4emenda.pdf

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador principal do estudo: "Valores de Referência de Composição Corporal para a População Brasileira" encaminhou ao CEP-PUCRS, em 03/07/2017, a emenda 4, contendo os seguintes documentos:
- 4emenda.pdf

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pesquisador principal do estudo: "Valores de Referência de Composição Corporal para a População Brasileira" encaminhou ao CEP-PUCRS, em 03/07/2017, a emenda 4, contendo os

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 50, sala 703
Bairro: Partenon **CEP:** 90.619-900
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3320-3345 **Fax:** (51)3320-3345 **E-mail:** cep@pucrs.br

Continuação do Parecer: 2.187.802

seguintes documentos:

- 4emenda.pdf

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador principal do estudo: "Valores de Referência de Composição Corporal para a População Brasileira" encaminhou ao CEP-PUCRS, em 03/07/2017, a emenda 4, contendo os seguintes documentos:

- 4emenda.pdf

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP-PUCRS, de acordo com suas atribuições definidas na Resolução CNS n° 466 de 2012 e da Norma Operacional n° 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação da emenda.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_955437 E5.pdf	03/07/2017 16:11:25		Aceito
Outros	4emenda.pdf	23/01/2017 15:30:08	Rita Mattiello	Aceito
Outros	3Emenda.pdf	16/01/2017 15:08:45	Rita Mattiello	Aceito
Outros	Ementa.pdf	04/03/2016 14:11:06	Rita Mattiello	Aceito
Outros	Emenda.pdf	17/09/2015 15:39:17	Rita Mattiello	Aceito
Outros	CV.pdf	17/09/2015 15:30:31	Rita Mattiello	Aceito
Outros	Questionario.pdf	01/09/2015 09:42:34	Rita Mattiello	Aceito
Outros	Documento Unificado do Projeto de Pesquisa 1438280431680.pdf.pdf	14/08/2015 15:37:24		Aceito
Outros	3. Carta de conhecimento e autorização assinada pelo responsável pelo local onde a pesquisa será realizada.pdf	05/08/2015 18:16:03		Aceito
Folha de Rosto	Folha de rosto.pdf	05/08/2015 14:28:14		Aceito
Outros	6. Roteiro(s) de entrevista(s).pdf	05/08/2015		Aceito

Endereço: Av.Ipiranga, 6681, prédio 50, sala 703
Bairro: Partenon CEP: 90.619-900
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@pucrs.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 2.187.602

Outros	6. Roteiro(s) de entrevista(s).pdf	14:26:41		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	4. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Termo de Assentimento.pdf	05/08/2015 14:25:07		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	2.Projeto.pdf	05/08/2015 14:24:17		Aceito
Orçamento	1. Orçamento financeiro.pdf	05/08/2015 14:23:51		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 26 de Julho de 2017

Assinado por:
Denise Cantarelli Machado
(Coordenador)



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria Acadêmica
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: proacad@pucrs.br
Site: www.pucrs.br/proacad