



## INFLUÊNCIA DA MASSA MAGRA E GORDA NO ÂNGULO DE FASE DE PACIENTES COM DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE

### INFLUENCE OF LEAN AND FAT MASS ON THE PHASE ANGLE OF PATIENTS WITH DUCHENNE MUSCULAR DYSTROPHY

Mariana Angélica de Souza Leon<sup>1</sup>, Rafael dos Anjos Aguiar<sup>2</sup>, Ana Claudia Mattiello-Sverzut<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fisioterapeuta, Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. <sup>2</sup>Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia Neurofuncional Adulto e Infantil pelo Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; docente da Universidade Paulista (UNIP). <sup>3</sup>PhD, Curso de Fisioterapia, Departamento de Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

\*Autor correspondente: Ana Claudia Mattiello-Sverzut, Email: [acms@fmrp.usp.br](mailto:acms@fmrp.usp.br).

Recebido: 15 jun. 2024

Aceito: 15 ago. 2024

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons.



**RESUMO: Objetivo:** realizar uma revisão narrativa de literatura a fim de explorar aspectos relacionados ao percentual de massa magra gorda (MG) e de massa livre de gordura (MLG) e sua relação com os valores do ângulo de fase (AF) em pacientes com Distrofia muscular de Duchenne (DMD). **Métodos:** Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, com busca em bancos de dados de ciências da saúde, utilizando os termos Duchenne Muscular Dystrophy; Bioelectrical Impedance, Body Composition. **Resultados:** A análise dos nove estudos inseridos mostrou que indivíduos com DMD apresentam maior porcentagem de MG, menor porcentagem de MLG e valores de AF inferiores à indivíduos saudáveis. A ausência de distrofina resulta em instabilidade na membrana muscular e consequentemente, redução do AF. **Conclusão:** As variáveis de MLG, MG e AF são modificadas com a progressão da DMD, não estando clara a relação entre elas. Sugere-se que futuros estudos explorem o potencial prognóstico e terapêutico do uso do AF na DMD, correlacionando-o com medidas de desempenho funcional e força muscular.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ângulo de fase. Composição Corporal. Distrofia muscular de Duchenne. Distrofina. Impedância Bioelétrica.

**ABSTRACT: Objective:** To realize a narrative review of the literature to explore aspects related to the percentage of lean fat mass (FM) and fat-free mass (FFM) and their relationship with phase angle (PA) in patients with Duchenne muscular dystrophy (DMD). **Methods:** A literature review was carried out, through a search in health science databases, using the terms Duchenne Muscular Dystrophy; Bioelectrical Impedance, Body Composition. **Results:** 9 studies met the selection criteria and were included in this review. The data indicate that individuals with DMD have a higher percentage of FM, a lower percentage of FFM and lower PA values than healthy subjects, where the absence of dystrophin results in instability in the muscle membrane and a subsequent decrease in PA. **Conclusion:** The FFM, MG and AF variables are modified with the progression of DMD, and the relationship between them is not clear. It is suggested that future studies explore the prognostic and therapeutic potential of the use of PA in DMD, correlating it with measures of functional performance and muscle strength.

**KEYWORDS:** Duchenne muscular dystrophy; Body Composition; Bioelectrical Impedance; Dystrophin; phase angle.

## INTRODUÇÃO

A Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) é uma doença genética degenerativa e progressiva caracterizada pela ausência na produção da proteína distrofina<sup>1</sup>. A distrofina é uma proteína estrutural do costâmero e auxilia na estabilização do sarcolema durante as contrações e em situações de estresse longitudinal, como alongamento<sup>2</sup>. A ausência de distrofina leva a perda da integridade da membrana celular e conseqüente degeneração da fibra, exaustão da capacidade regenerativa, fibrose e reposição gordurosa do tecido muscular<sup>2</sup>. Clinicamente, indivíduos com DMD apresentam fraqueza muscular progressiva, com perda da capacidade de deambulação entre 7 e 13 anos e óbito na segunda década de vida<sup>3,4</sup>.

A progressão da doença também poder ser acompanhada por um grave problema de saúde pública: a obesidade que, nessa população, é associada à inatividade física contínua e uso de corticoterapia por longo prazo<sup>3,5</sup>. Cerca de 50% dos pacientes com DMD desenvolvem obesidade precoce, que pode contribuir para a ocorrência de apneia obstrutiva do sono e fraturas, prejudicando ainda mais a qualidade de vida dessa população<sup>5</sup>. Deve haver foco na melhoria da qualidade da dieta na primeira infância, como estratégia de prevenção da obesidade e incentivo a hábitos saudáveis<sup>5</sup>.

Algumas alterações na composição corporal desses pacientes já são bem delineadas na literatura como, por exemplo, redução da massa magra e aumento da massa gorda<sup>6</sup>. Diante disso, a análise da composição corporal é um componente importante da avaliação de indivíduos com DMD, permitindo analisar os resultados de terapias que visam preservar a massa muscular e reduzir o aumento de tecido adiposo<sup>7</sup>. Considerando a irreversibilidade do quadro clínico da DMD, é fundamental a adoção de estratégias de avaliação que sejam capazes de identificar precocemente possíveis pontos de intervenção para a prevenção de complicações e para a melhora da qualidade de vida desses pacientes.

Dentre as variáveis mensuradas na avaliação da composição corporal, o ângulo de fase (AF) é uma medida que reflete diferentes propriedades elétricas dos tecidos corporais, podendo indicar alterações na integridade das membranas celulares<sup>8,9</sup>. Em comparação com indivíduos saudáveis, indivíduos enfermos frequentemente apresentam um AF baixo, fato este que está correlacionado com a gravidade da doença<sup>9,10</sup>. O AF mostrou ser um potencial preditor de prognóstico em diferentes doenças, como no câncer<sup>10</sup>; acidente vascular cerebral<sup>11</sup>; doenças cardiovasculares<sup>12</sup>; insuficiência renal<sup>13</sup>; Covid-19<sup>14</sup>, esclerose lateral amiotrófica<sup>15</sup>, esclerose sistêmica<sup>16</sup>. Com a progressão da DMD, as alterações na composição corporal podem gerar mudanças na condutividade elétrica do corpo e refletir nos valores do AF<sup>8,17,18</sup>.

Considerando que na DMD são observadas alterações celulares relacionadas à integridade estrutural do costâmero e alterações da composição corporal, este estudo objetiva realizar uma revisão narrativa de literatura a fim de explorar aspectos relacionados ao percentual de massa magra e de massa livre de gordura e sua relação com os valores do ângulo de fase, tendo em vista que este último parece ter um potencial valor prognóstico.

## MÉTODOS

### PESQUISA EM BANCOS DE DADOS

A partir da pergunta: “Na DMD, o prognóstico clínico guarda relação com a massa livre de gordura, massa gorda e o AF?”, foi realizada uma revisão narrativa de literatura, por meio de pesquisa em bancos de dados de ciências da saúde, PubMed, Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências

da Saúde (BIREME), Scielo, LILACS, PhysiotherapyEvidence Data Base (PEDro), utilizando os termos Duchenne Muscular Dystrophy; BioelectricalImpedance, Body Composition, como palavras chaves.

Os critérios de inclusão foram (1) a utilização da Análise de Impedância Bioelétrica em indivíduos com DMD, (2) realização da análise da variável Ângulo de fase e/ou outras da composição corporal, (3) artigo publicado nos últimos 20 anos (2001 a 2021), em português ou inglês. Os critérios de exclusão foram: (1) a não utilização da BIA monofrequencial (50 kHz) como método de análise de composição corporal, (2) estudos desenvolvidos em modelos animais, (3) outras miopatias com ausência de DMD na amostra, (4) estudos com indivíduos com DMD, mas com ausência da análise de composição corporal e (5) estudos em formato diferente de artigo (teses, monografias e similares).

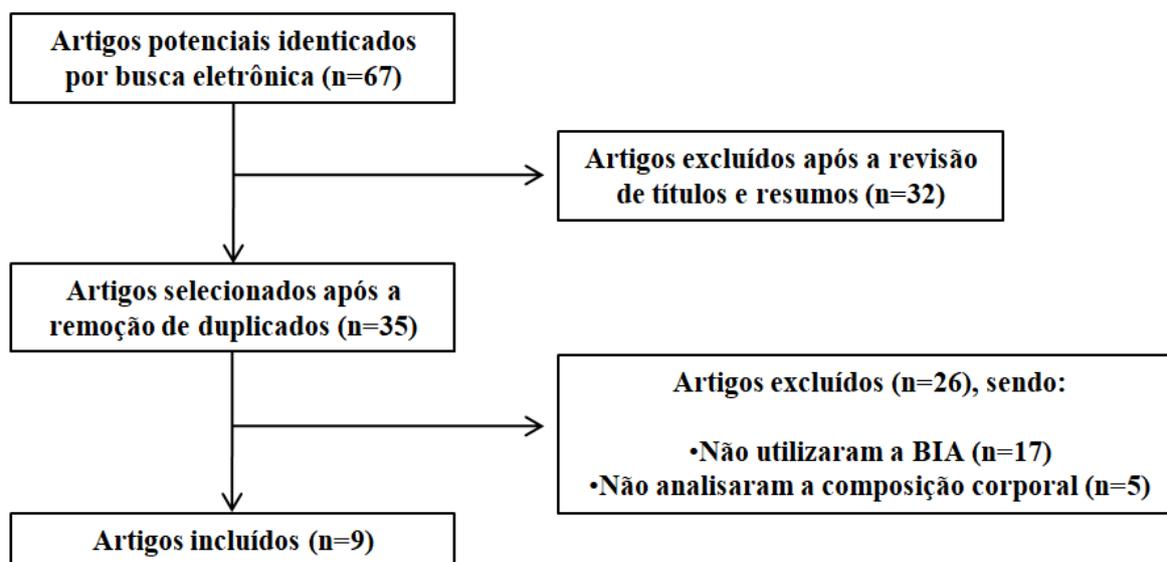
## ANÁLISE DOS ARTIGOS

Os trabalhos foram analisados quanto aos seus objetivos, métodos (grupos de estudo, métodos de avaliações) e resultados (resultados obtidos com a análise de impedância bioelétrica, comparação entre grupos, análise do ângulo de fase).

## RESULTADOS

### SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Na busca inicial, foram identificados 67 potenciais estudos publicados nos últimos 20 anos (2001 a 2021). Análise inicial indicou que 32 estudos eram duplicados, 17 estudos não utilizaram a BIA monofrequencial para avaliação da composição corporal, cinco estudos envolveram indivíduos com DMD, contudo não realizaram a análise de composição corporal, três estudos foram realizados com animais e um estudo não envolveu indivíduos com DMD (Figura 1).



**Figura 1:** Fluxograma de seleção dos artigos. n: número de artigos; BIA: bioimpedância elétrica.

Portanto, nove estudos preencheram os critérios de seleção e foram analisados quanto aos seus objetivos, métodos e resultados. Os dados obtidos foram descritos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Síntese dos artigos inseridos na revisão

Artigo	Amostra	Principais resultados relacionados ao AF ou outras variáveis da composição corporal
(MOK et al., 2006) <sup>19</sup>	11 pacientes com DMD (idade média de 10,0 ± 2,5 anos).	Alguns métodos de avaliação da composição corporal podem superestimar a MLG e a MG em pacientes com DMD. A BIA deve ser usada na avaliação de pacientes com DMD para detecção precoce do acúmulo de gordura. Não houve análise do AF.
(MOK et al., 2010) <sup>10</sup>	26 pacientes com DMD (idades entre 3 e 11 anos).	Pacientes com DMD apresentaram IMC médio de 15,4 Kg/cm <sup>2</sup> sem presença de pacientes obesos. A % de MG aumenta com o avanço da idade. Não houve análise do AF.
(JACQUES et al., 2018) <sup>22</sup>	76 participantes, sendo 16 saudáveis e 50 com algum tipo de distrofia muscular).	Pacientes com distrofia apresentaram mais massa gorda que pessoas saudáveis (cerca de 34-46%). Pacientes com DMD apresentaram menos MLG que os demais tipos de distrofia (cerca de 21 a 28% a menos). Não houve análise do AF.
(SOUZA et al., 2014) <sup>28</sup>	3 pacientes com DMD (idades de 6, 7 e 8 anos).	O percentual de massa magra variou entre 12 e 27,5% e o de massa gorda entre 72,5 e 89,5%. A % de massa gorda aumentou conforme a idade. Os pacientes de maior idade apresentaram menores escores da MFM e maior gasto energético. Não houve análise do AF.
(BARJA; PÉREZ, 2016) <sup>20</sup>	40 pacientes com distrofia muscular (idade média 13,6 ± 3,3 anos).	A avaliação nutricional convencional superestimou a % de MG e subestimou o GER. O consumo real de energia de pacientes com distrofia: 1452 (1033-2476) foi maior do que o recomendado: 1300 (900-1900) kcal / dia, p <0,001. Não houve análise do AF.
(SAURE et al., 2018) <sup>23</sup>	63 pacientes com DMD (idades entre 5,4 e 18,7 anos).	Os pacientes cadeirantes apresentaram maior porcentagem de MG que pacientes deambuladores (72% vs 46%, p <0,05). Não houve análise do AF.
(VERMEULEN et al., 2019) <sup>8</sup>	43 pacientes com DMD (idades entre 2,7 e 19,8 anos).	Pacientes com DMD apresentaram AF inferior aos valores de referência.
(SOUZA et al., 2020) <sup>6</sup>	20 pacientes com DMD (idades entre 4 e 12 anos).	Pacientes com pior desempenho nos testes funcionais menor valor de ângulo de fase quando comparados a pacientes com melhor desempenho nos testes funcionais.
(GRILLO et al., 2020) <sup>21</sup>	46 pacientes com DMD (idades entre 5 e 20 anos).	A BIA é um método capaz de estimar a porcentagem de massa livre de gordura em pacientes com DMD. Pacientes apresentaram IMC médio de 17 Kg/cm <sup>2</sup> e massa gorda em média de 30% da massa corporal. Não houve análise do AF.

DMD: distrofia muscular de Duchenne. BIA: Bioimpedância elétrica. MLG: massa livre de gordura. MG: massa gorda. AF: ângulo de fase. % porcentagem. GER: gasto energético de repouso. IMC: índice de massa corporal.

## SÍNTESE DESCRITIVA

Dos nove estudos que contemplaram os critérios de seleção e foram inseridos nesta revisão narrativa, quatro <sup>7,19-21</sup> comparam o método BIA com outros métodos como a Medida da espessura das dobras cutâneas (ST), diluição de água rotulada (WD), Absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) para avaliação da composição corporal, estimando os % de MLG e MG em indivíduos com DMD, demonstrando que a BIA mostrou ser um método válido, acessível e barato para a avaliação e manejo clínico dos pacientes.

Um dos estudos mostrou que pacientes com DMD possuem menor porcentagem de MLG que pacientes com outros tipos de distrofia ou saudáveis <sup>22</sup>. Outro estudo mostrou que pacientes cadeirantes possuem maior porcentagem de MG que pacientes deambuladores<sup>23</sup>.

Apenas dois estudos analisaram o AF de indivíduos com DMD, e os dados mostram que indivíduos com DMD, apresentaram valores de AF baixos em relação aos valores de referência <sup>6,8</sup>.

Nenhum dos estudos correlacionou o AF com outras variáveis da composição corporal. E apenas um estudo mostrou indícios de correlação do AF com medidas funcionais. Segundo os autores, indivíduos com o maior AF, apresentaram menor tempo de execução em teste de caminhada de dez metros e maior pontuação total de MFM <sup>6</sup>.

## DISCUSSÃO

A análise da composição corporal é um componente importante da avaliação de indivíduos com distrofia muscular de Duchenne (DMD). Por meio da análise da composição corporal é possível estimar resultados de terapias que visam preservar a massa muscular quando se analisa a massa livre de gordura. Por outro lado, o aumento da massa gorda pode correlacionar-se à progressão da doença que, em seu curso clínico, evolui com degeneração muscular e substituição deste por tecido conjuntivo e gorduroso <sup>24</sup>.

Existem diversos métodos de avaliação da composição corporal, sendo que os principais identificados neste estudo foram: BIA, absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), diluição de água rotulada (WD) e medidas de pregas cutâneas (ST) <sup>7,19,21</sup>. Os métodos WD e DXA são considerados acurados e precisos para a avaliação da resposta à terapia ou monitoramento longitudinal, porém são caros e necessitam de equipamentos tecnológicos<sup>7,19</sup>. Alternativamente, a BIA é um método válido e mais acessível sob a ótica clínica e financeira, para estimar o percentual de massa livre de gordura (MLG) em populações saudáveis e populações com doenças específicas <sup>21</sup>.

A manutenção da MLG em pacientes com DMD é um fator importante, pois relaciona-se com à função muscular e qualidade de vida <sup>21,25</sup>. Em seu estudo, Grilo et al. (2020) observaram um elevado percentual de MG (30,1 ± 18,5) em indivíduos com DMD em comparação à valores de referência propostos por outros autores <sup>21</sup>. No mesmo sentido, outros estudos observaram também um excessivo percentual de MG em pacientes com DMD, onde valores de 19,8 a 41,4% de MG foram encontrados em diferentes faixas etárias <sup>7,19</sup>.

Jacques et al., (2018) analisaram a atividade física por acelerometria e os percentuais de MLG e MG de indivíduos com diferentes tipos de distrofias e controles. Os autores relatam que os grupos de paciente com distrofias musculares tiveram de 34-46% mais MG do que o grupo controle. Neste mesmo estudo, o grupo com DMD apresentou 21-28% menos MLG do que todos os outros grupos, sendo ainda observado que o comportamento sedentário de indivíduos com DMD foi associado com o percentual de MLG. Para Barja et al. (2016), a perda de MLG e o aumento da MG em crianças com doenças

neuromusculares pode agravar a progressão da doença. Segundo os autores, a obesidade leva ao aumento do trabalho respiratório, sobrecarregando os músculos respiratórios previamente debilitados, acentuando concomitantemente a imobilidade e a perda de massa óssea, que prejudicam o processo de reabilitação<sup>23</sup>. A desnutrição, por outro lado, tende a agravar a progressão da doença, favorecendo infecções respiratórias que afetam a função pulmonar<sup>26</sup>.

Especificamente em pacientes com DMD, a porcentagem de MG parece também estar relacionada à piora funcional. Os indivíduos com DMD tendem a apresentar uma fraqueza muscular progressiva dos membros inferiores, progredindo de extremidades proximais para distais, o que leva à repercussões funcionais como marcha anormal, quedas frequentes e dificuldade para subir escadas, evoluindo com a perda da marcha<sup>24</sup>. Segundo Saure et al. (2018), o percentual de MG foi significativamente maior nos indivíduos com DMD que perderam a marcha do que naqueles cuja marcha estava preservada (72% vs 46%,  $p < 0,05$ ). Além da MG e MLG, outra importante variável da composição corporal é o AF<sup>8,25</sup>. De acordo com Vermeulen et al. (2019), meninos com DMD apresentam valores de AF inferiores aos valores de seus pares saudáveis. Em seu estudo, os autores observaram que indivíduos com DMD com idades entre 2 e 9 anos apresentaram valores de AF inferiores a 3,0°. Em crianças saudáveis com idades entre 5 e 9 anos, os valores de AF variou entre 4° e 4,3°<sup>27</sup>.

Em diferentes tipos de doenças, a análise do AF tem valor prognóstico relacionando-se à progressão da doença, incidência de complicações pós-operatórias, tempo de internação e mortalidade<sup>9</sup>. Na DMD, pacientes com maior escore funcional e com melhor desempenho nos testes funcionais apresentaram maior ângulo de fase<sup>6</sup>. Com a progressão da DMD, há a acentuação da degeneração celular e conseqüentemente, maior declínio funcional e menor ângulo de fase<sup>6</sup>. Esses achados podem sugerir que o AF também possui importante valor prognóstico na DMD<sup>6</sup>.

Assim, os dados apresentados pelos estudos demonstram que a perda da integridade da membrana celular e a conseqüente degeneração das fibras musculares podem influenciar a composição corporal destes indivíduos, com maior percentual de MG e menor percentual de MLG, quando comparados aos indivíduos saudáveis<sup>22</sup>. Nesta mesma morbidade, a ausência da proteína distrofina resulta em instabilidade nas membranas das células musculares guardando relação com a diminuição do AF<sup>8</sup>.

Em estágios mais avançados da DMD, os valores de AF continuam sendo inferiores aos observados em indivíduos saudáveis (1), a porcentagem de MG é significativamente maior e, os valores de AF e do desempenho funcional são menores<sup>6,23</sup>.

Considerando que o AF é influenciado pela idade<sup>27</sup>, a principal limitação desta revisão refere-se à amostra dos estudos inseridos que incluíram pacientes de diferentes faixas etárias.

Finalmente, ainda que o AF tenha um valor prognóstico na DMD, novos estudos devem ser conduzidos para confirmar estes achados em diferentes etapas do desenvolvimento da doença, assim como, correlacionando-o com medidas da função motora e de força muscular. É possível que, em posse de tais resultados, as terapias que visam preservar a massa muscular e reduzir o aumento de tecido adiposo possam ser controladas por seus respectivos profissionais de saúde.

## CONCLUSÃO

O conjunto de artigos científicos utilizado nessa revisão narrativa indicou que as alterações nos percentuais de MLG e MG observados na DMD guardam relação com os valores de AF. As três variáveis são modificadas com a progressão da doença. Porém, ainda não está claro se tais modificações são desenvolvidas descrevendo uma relação direta entre elas. Para tanto, o potencial prognóstico e

terapêutico do uso do AF na DMD necessita ser explorado cientificamente por meio de novos estudos e, correlacionado com medidas de desempenho funcional e força muscular.

## REFERÊNCIAS

1. Annexstad EJ, Fagerheim T, Holm I, Rasmussen M. Molecular and Clinical Characteristics of a National Cohort of Paediatric Duchenne Muscular Dystrophy Patients in Norway. *J Neuromuscul Dis* 2019; 6: 349–59. DOI: 10.3233/JND-190402
2. Jaka O, Casas-Fraile L, López De Munain A, Sáenz A. Costamere proteins and their involvement in myopathic processes. *Expert Rev Mol Med* 2015; 17. DOI:10.1017/erm.2015.9.
3. Waldrop MA, Flanigan KM. Update in Duchenne and Becker muscular dystrophy. *Curr Opin Neurol* 2019; 32: 722–7. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000739.
4. Leon MADS, Roza DL Da, Davoli GBDQ, Baptista CRDJA De, Sobreira CFDR, Mattiello-Sverzut AC. Generation of percentile curves for strength and functional abilities for boys with Duchenne muscular dystrophy. *Muscle and Nerve* 2023; 68: 198–205. DOI: 10.1002/mus.27921.
5. Billich N, Adams J, Carroll K, et al. The Relationship between Obesity and Clinical Outcomes in Young People with Duchenne Muscular Dystrophy. *Nutrients* 2022; 14: 1–15. DOI: 10.3390/nu14163304
6. Souza MA de, Cezarani A, Lizzi EA da S, et al. The use of the gait profile score and gait variable score in individuals with Duchenne Muscular Dystrophy. *J Biomech* 2020; 98. DOI:10.1016/j.jbiomech.2019.109485.
7. Mok E, Letellier G, Cuisset J-M, Denjean A, Gottrand F, Hankard R. Assessing change in body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: anthropometry and bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry. *Clin Nutr* 2010; 29: 633–8. DOI: 10.1016/j.clnu.2010.03.011.
8. Vermeulen KM, Lopes MMGD, Grilo EC, et al. Bioelectrical impedance vector analysis and phase angle in boys with duchenne muscular dystrophy. *Food Nutr Res* 2019; 63: 1–9. DOI: 10.29219/fnr.v63.1615.
9. Martins PC, Alves Junior CAS, Silva AM, Silva DAS. Phase angle and body composition: A scoping review. *Clin Nutr ESPEN* 2023; 56: 237–50. DOI: 0.1016/j.clnesp.2023.05.015.
10. Gulin J, Ipavic E, Mastnak DM, Breclj E, Edhemovic I, Kozjek NR. Phase angle as a prognostic indicator of surgical outcomes in patients with gastrointestinal cancer. *Radiol Oncol* 2023; 57: 524–9. DOI: 10.2478/raon-2023-0060.
11. Yoshimura Y, Wakabayashi H, Nagano F, et al. Phase angle is associated with sarcopenic obesity in post-stroke patients. *Clin Nutr* 2023; 42: 2051–7. DOI: 10.1016/j.clnu.2023.08.018.
12. Yokomachi J, Fukuda T, Mizushima Y, et al. Clinical usefulness of phase angle as an indicator of muscle wasting and malnutrition in inpatients with cardiovascular diseases. *Asia Pac J Clin Nutr* 2023; 32: 297–307. DOI: 10.6133/apjcn.202309\_32(3).0001.
13. Kang SH, Do JY. Phase Angle as a Risk Factor for Mortality in Patients Undergoing Peritoneal Dialysis. *Nutrients* 2023; 15. DOI:10.3390/nu15234991.

14. Rosas-Carrasco O, Núñez-Fritsche G, López-Teros MT, et al. Low muscle strength and low phase angle predicts greater risk to mortality than severity scales (APACHE, SOFA, and CURB-65) in adults hospitalized for SARS-CoV-2 pneumonia. *Front Nutr* 2022; 9: 4–11. DOI: 10.3389/fnut.2022.965356.
15. Desport JC, Marin B, Funalot B, Preux PM, Couratier P. Phase angle is a prognostic factor for survival in amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler* 2008; 9: 273–8. DOI:10.1080/17482960801925039.
16. Radić M, Kolak E, Đogaš H, et al. Body composition parameters in systemic sclerosis—a systematic review and meta-analysis. *Rheumatology* 2024; 63: 16–25. DOI: 10.1093/rheumatology/kead418.
17. Pineda-Juárez JA, Lozada-Mellado M, Ogata-Medel M, et al. Body composition evaluated by body mass index and bioelectrical impedance vector analysis in women with rheumatoid arthritis. *Nutrition* 2018; 53: 49–53. DOI: 10.1016/j.nut.2018.01.004.
18. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bösy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - Clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr* 2012; 31: 854–61. DOI:10.1016/j.clnu.2012.05.008.
19. Mok E, Béghin L, Gachon P, Daubrosse C, Fontan J, Cuisset J. Estimating body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: comparison of bioelectrical impedance analysis and. *Am J Clin Nutr* 2006; 83: 65–9. DOI:10.1093/ajcn/83.1.65.
20. Barja S, Pérez R. Clinical assessment underestimates fat mass and overestimates resting energy expenditure in children with neuromuscular diseases. *Clin Nutr ESPEN* 2016; 15: 11–5. DOI:10.1016/j.clnesp.2016.03.079.
21. Grilo EC, Cunha TA, Costa ÁDS, et al. Validity of bioelectrical impedance to estimate fat-free mass in boys with Duchenne muscular dystrophy. *PLoS One* 2020; 15: 1–12. DOI: [10.1371/journal.pone.0241722](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241722).
22. Jacques MF, Onambele-Pearson GL, Reeves ND, Stebbings GK, Smith J, Morse CI. Relationships between muscle size, strength, and physical activity in adults with muscular dystrophy. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2018; 9: 1042–52. DOI: [10.1002/jcsm.12347](https://doi.org/10.1002/jcsm.12347).
23. Saure C, Caminiti C, Weglinski J, de Castro Perez F, Monges S. Energy expenditure, body composition, and prevalence of metabolic disorders in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev* 2018; 12: 81–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2017.08.006>.
24. Maciel Pizzato T, Jesus Alves de Baptista CR de, Martinez EZ, Sobreira CF da R, Mattiello-Sverzut AC. Prediction of Loss of Gait in Duchenne Muscular Dystrophy Using the Ten Meter Walking Test Rates. *J Genet Syndr Gene Ther* 2016; 7: 1–6. DOI:10.4172/2157-7412.1000306.
25. Davis J, Samuels E, Mullins L. Nutrition Considerations in Duchenne Muscular Dystrophy. *Nutr Clin Pract* 2015; 30: 511–21. DOI: <https://doi.org/10.1177/0884533615586202>.
26. Pane M, Vasta I, Messina S, et al. Feeding problems and weight gain in Duchenne muscular dystrophy. *Eur J Paediatr Neurol* 2006; 10: 231–6. DOI:10.1016/j.ejpn.2006.08.008.
27. Mattiello R, Mundstock E, Ziegelmann PK. Brazilian Reference Percentiles for Bioimpedance Phase Angle of Healthy Individuals. 2022; 9: 1–7. DOI: [10.3389/fnut.2022.912840](https://doi.org/10.3389/fnut.2022.912840).

28. Souza MA, Ferreira ME, de Baptista CRJA, Mattiello-Sverzut AC. Gasto energético na marcha de crianças com distrofia muscular de Duchenne: estudo de caso. *Fisioter Pesq.* 2014;21(2):193-198. DOI: 10.1590/1809-2950/63621022014