

Phase angle for assessing lesion risk or healing: a systematic review

Ângulo de fase para avaliar risco ou cicatrização de lesões: revisão sistemática Ángulo de fase para evaluar el riesgo o la cicatrización de lesiones: revisión sistemática

Rodrigo França Mota¹
ORCID: 0000-0001-5762-9377

Barbara Pompeu Chistovam¹
ORCID: 0000-0002-9135-8379

Érica Brandão de Moraes¹
ORCID: 0000-0003-3052-158X

Cláudio José de Souza¹
ORCID: 0000-0001-7866-039X

Ana Paula Amorim Moreira¹
ORCID: 0000-0003-1047-0658

Graciele Oroski Paes²
ORCID: 0000-0001-8814-5770

1 Fluminense Federal University
2 Federal University of Rio de Janeiro

Editor: Paula Vanessa Peclat Flores
ORCID: 0000-0002-9726-5229

Submission: 12/20/2020
Approved: 04/26/2021

ABSTRACT

Objective: To assess the effectiveness of the phase angle measured by electrical bioimpedance as a predictor for healing evaluation in patients with skin lesions or risk of developing them. **Method:** A systematic review operationalized according to Joanna Briggs Institute methodology, PRISMA checklist recommendations. The sample included patients over 18 years old with varied skin lesions. **Results:** Four studies demonstrated the use of phase angle for the healing outcome and one study indicated a possible relationship between phase angle and the prediction of the onset and risk of pressure ulcer. Cut-off points were obtained for certain lesions. As it was not possible to perform a meta-analysis, it is proposed to conduct primary studies on the theme of this study. **Conclusion:** Although there are few scientific papers with the theme proposed, it was possible to demonstrate moderate evidence for the "healing" outcome and low evidence for the "risk of lesion" outcome. Registration in PROSPERO with number CRD420201549. **DESCRIPTORS:** Pressure Ulcer; Healing; Nursing; Electrical Impedance; Injuries and Lesions; Skin.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a efetividade do ângulo de fase medido por bioimpedância elétrica como preditor para avaliação de cicatrização em pacientes com lesões cutâneas ou risco de desenvolvê-las. **Método:** Revisão sistemática operacionalizada segundo metodologia Joanna Briggs Institute, recomendações checklist PRISMA. A amostra contemplou pacientes acima de 18 anos com lesões cutâneas variadas. **Resultados:** Quatro estudos demonstraram o uso do ângulo de fase para o desfecho cicatrização e um estudo apontou uma possível relação do ângulo de fase com previsão de surgimento e risco de lesão por pressão. Foram obtidos pontos de cortes para determinadas lesões. Por não ter sido possível metanálise, se propõe a realização de estudos primários sobre o tema deste estudo. **Conclusão:** Apesar de serem poucos os trabalhos científicos com o tema proposto, foi possível demonstrar evidência moderada para o desfecho "cicatrização" e baixa para o desfecho "risco de lesão". Registro no PROSPERO com número CRD420201549.

DESCRITORES: Lesão por Pressão; Cicatrização; Enfermagem; Impedância Elétrica; Ferimentos e Lesões; Pele.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la efectividad del ángulo de fase medido por bioimpedancia eléctrica como predictor para la evaluación de la cicatrización en pacientes con lesiones cutáneas o riesgo de desarrollarlas. **Método:** Revisión sistemática realizada según la metodología del *Joanna Briggs Institute*, recomendaciones checklist PRISMA. La muestra incluyó a pacientes mayores de 18 años con diferentes lesiones cutáneas. **Resultados:** Cuatro estudios demostraron el uso del ángulo de fase para el resultado cicatrización y un estudio señaló una posible relación entre el ángulo de fase y la previsión de la aparición y el riesgo de lesión por presión. Se obtuvieron puntos de corte para ciertas lesiones. Como no fue posible realizar un metaanálisis, se propone realizar estudios primarios sobre el tema de este estudio. **Conclusión:** Aunque hay pocos estudios científicos sobre el tema propuesto, fue posible demostrar evidencia moderada para el resultado "cicatrización" y baja para el resultado "riesgo de lesión". Inscripción en PROSPERO con número CRD420201549.

DESCRIPTORES: Lesión por Presión; Cicatrización; Enfermería; Impedancia Eléctrica; Heridas y Lesiones; Piel.

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e a necessidade de medidas mais precisas que avaliem a composição corporal, em especial o estado celular, fizeram com que a utilização da bioimpedância elétrica (BIA) como marcador fisiológico aumentasse nos últimos anos. A BIA é um método não invasivo, prático, reproduzível, com bom custo-benefício e ágil, com processamento de informações em alta velocidade. Dentre as medidas obtidas na realização da BIA, destaca-se o biomarcador ângulo de fase (AF), utilizado para estimar o líquido intra e extracelular, predizendo com essa informação a saúde, o tamanho e a integridade celular. Os valores de medição deste biomarcador são apresentados em graus, que variam comumente de 0° a 10°, sendo que alguns estudos mencionam valores até 15°⁽¹⁾. Estudos mostram que os valores de AF podem ser utilizados como marcadores das condições celulares em diversas situações clínicas, sendo comprovada sua relação e diversos estudos, tais como correlação negativa entre AF e grau de Insuficiência Cardíaca Congestiva⁽²⁾. Ainda, a associação positiva em pacientes críticos com AF baixo e insuficiência renal, desnutrição, hipoalbuminemia, anemia, pontuação e APACHE II (*Acute Physiology and Chronic Health Disease Classification System II*)⁽³⁾. Valores de AF acima de 4° estão relacionados à integridade da membrana celular e consequentemente, melhor saúde da célula. Da mesma forma, quanto mais baixo o valor do AF e mais próximo de 0° pior é a saúde celular. Portanto, valores baixos de AF estão associados à morte celular ou a alguma alteração na permeabilidade seletiva da membrana,

indicando um agravamento da doença e pior prognóstico, com consequente aumento da morbimortalidade⁽⁴⁾.

Sendo interpretado como indicador de integridade de membrana e preditor de massa celular corporal (MCC), é possível utilizar o AF para acompanhar a evolução de feridas e o processo de cicatrização, ou até mesmo prever o surgimento de novas lesões cutâneas⁽⁵⁾.

Estudo recente evidenciou que os valores dos ângulos de fase foram significativamente menores no grupo de alto risco para lesão por pressão em comparação ao grupo controle⁽⁶⁾. Assim sendo, o interesse na utilização do método de bioimpedância para avaliação de feridas tem aumentado nos últimos anos⁽⁷⁾.

As lesões cutâneas constituem um grave problema de saúde pública mundial, com aumento de custo para os sistemas de saúde e significativos índices de morbidade e mortalidade⁽⁸⁾. Tal fato tem relação direta com algumas limitações dos métodos de avaliação e acompanhamento da cicatrização de feridas. A multicausalidade e o envolvimento de fatores, intrínsecos e extrínsecos muitas vezes não são refletidos quando se usam métodos baseados em inspeções visuais e ferramentas de medição de tamanho e profundidade. Além disso, durante a remoção do curativo para a avaliação, pode haver movimentos que agridam e prejudiquem o processo de cicatrização⁽⁷⁾.

Em relação às ferramentas utilizadas na avaliação de risco de desenvolvimento de lesões cutâneas, existe uma variedade de escalas disponíveis e validadas internacionalmente, sendo as mais utilizadas as

de Braden e de Waterlow. A Escala de Braden foi desenvolvida como meio para otimizar estratégias de prevenção e, assim, diminuir sua incidência⁽⁹⁾. Já a Escala de Waterlow tem o diferencial de incluir um maior número de variáveis a serem analisadas, dentre elas, o estado nutricional traduzido pela avaliação do índice de Massa Corporal (IMC) e apetite, além de algumas características da pele⁽¹⁰⁾. Apesar de validadas, seu uso precisa ser padronizado na instituição e a equipe devidamente treinada para que haja uma avaliação uniforme dos itens da escala.

Sabe-se que o uso de escalas contribuiu para o avanço na avaliação do risco e prevenção do aparecimento de lesões cutâneas em diversos contextos. Contudo, medidas fisiológicas do estado celular desses pacientes, diminuem a interferência do avaliador e trazem maior precisão a essas estimativas de risco e acompanhamento. Relacionado a isso, o uso da BIA com a utilização do AF para avaliar risco e acompanhar a evolução das lesões daria mais segurança ao profissional de saúde, no planejamento de condutas, pois forneceria valores intrínsecos de piora ou melhora do estado celular⁽¹¹⁾.

Isto posto, avaliar a efetividade de um marcador que possa servir como indicador de avaliação de risco e cicatrização dessas lesões, beneficiaria muitos serviços reduzindo a morbimortalidade devido às complicações geradas pelas lesões de pele em pacientes hospitalizados ou a nível ambulatorial, além de reduzir os custos⁽¹²⁾. Nesse sentido, torna-se relevante a incorporação de novas tecnologias, sobretudo não invasivas, para subsidiar ações de prevenção e tratamento de lesões cutâneas.

Em uma busca preliminar, não foram encontradas na literatura revisões sistemáticas sobre a temática, envolvendo ângulo de fase medido por bioimpedância elétrica e lesões cutâneas/feridas. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a efetividade do ângulo de fase medido por bioimpedância elétrica como preditor para avaliação de cicatrização em pacientes com lesões cutâneas ou risco de desenvolvê-las.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão sistemática segundo a metodologia do *Joanna Briggs Institute*⁽¹³⁾. Ainda, ocorreram recomendações do checklist PRISMA para revisões sistemáticas a fim de responder a pergunta de pesquisa "O ângulo de fase medido por bioimpedância elétrica, é efetivo para avaliar a melhora, a cicatrização e/ou prever o surgimento de lesões cutâneas em pacientes?", de acordo com o acrônimo PICO onde P (paciente) = Pacientes com lesões cutâneas ou em risco para desenvolvê-las; I (intervenção) = Ângulo de fase medido por bioimpedância elétrica; C (comparação) = não houve para a pergunta; e O (desfecho) = Melhora da lesão, cicatrização e/ou previsão de surgimento em pacientes com risco de lesão⁽¹⁴⁾.

Protocolo e registro

Foi elaborado o protocolo para desenvolvimento da presente revisão seguindo criteriosamente as orientações do PROSPERO, *International prospective register of systematic reviews* que é um banco de dados internacional para registro de protocolos de revisões sistemáticas⁽¹⁴⁾. Essa fonte de informação serve para colaborar na qualidade da

publicação científica, favorecendo a transparência em pesquisa, reduzindo duplicidade e minimizando o viés nas revisões. O protocolo encontra-se registrado sob o número CRD420201549.

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos estudos que avaliaram pacientes com lesão, independentemente do tipo, gravidade e patologia de base, ou estudos que avaliaram o risco de desenvolvimento de alguma lesão. Os pacientes dos estudos deveriam ter idade a partir de 18 anos, sem restrição de sexo, acompanhados em ambulatorios ou hospitais. Como intervenção foram incluídos estudos que utilizaram a avaliação do ângulo de fase medido por qualquer modelo de aparelho de BIA. Os desfechos avaliados foram: melhora e cicatrização das lesões, e risco para o desenvolvimento de lesão. Foram considerados estudos experimentais prioritariamente, e observacionais, sem restrição de tempo e idioma.

Foram excluídos os estudos que utilizaram animais para avaliação do AF, os que avaliaram feridas de mucosas ou de órgãos internos do corpo humano, e, estudos que realizaram

testes In Vitro para avaliar o potencial do ângulo de fase na avaliação de lesões e prognósticos relacionados aos fatores de risco intrínsecos.

Fontes de informação

A busca foi realizada em 18 de dezembro de 2019, e atualizada em 14 de outubro de 2020, onde foram pesquisadas as seguintes bases de dados bibliográficas eletrônicas: *Medical Literature, Analysis, and Retrieval System Online* (MEDLINE), *Excerpta Medica DataBASE* (EMBASE), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), COCHRANE LIBRARY, *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL). A busca na literatura cinzenta foi realizada em Bancos de Teses e Dissertações e Google Scholar.

Estratégia de busca

A estratégia de busca incluiu termos controlados e palavras-chave relacionados aos itens que compõem a estratégia PICO, combinados com os operadores booleanos AND e OR. Os termos foram combinados e adaptados para uso em cada base de dados, conforme apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Estratégias de buscas nas bases de dados. Niterói, RJ, Brasil, 2020.

Bases de dados	Estratégia de Busca
EMBASE	('decubitus'/exp OR 'bed sore':ti,ab OR 'bedsore':ti,ab OR 'decubital ulcer':ti,ab OR 'decubital ulcus':ti,ab OR 'decubitus':ti,ab OR 'decubitus ulcer':ti,ab OR 'decubitus ulceration':ti,ab OR 'decubitus ulcers':ti,ab OR 'decubitus ulcus':ti,ab OR 'decubus ulcer':ti,ab OR 'pressure sore':ti,ab OR 'pressure ulcer':ti,ab OR 'sore, pressure':ti,ab OR 'ulcer, pressure':ti,ab OR 'ulcus decubitus':ti,ab OR 'skin defect'/exp OR 'cutaneous lesion':ti,ab OR 'lesion, skin':ti,ab OR 'skin damage':ti,ab OR 'skin lesion':ti,ab OR wounds:ti,ab) AND ('phase angle':ti,ab OR bioimpedance:ti,ab OR 'bioelectrical impedance':ti,ab OR 'bioelectric impedance':ti,ab OR 'impedance'/exp OR 'electric impedance':ti,ab OR 'electric bioimpedance':ti,ab OR 'electrical bioimpedance':ti,ab OR 'electrical impedance':ti,ab OR

	'impedance':ti,ab OR 'body composition'/exp OR 'body composition':ti,ab OR 'composition, body':ti,ab) AND [embase]/lim NOT ([embase]/lim AND [medline]/lim)
MEDLINE	((Electric Impedance[mh] OR Body Composition[mh] OR Body Composition[tiab] OR Bioimpedance[tiab] OR "Bioelectrical Impedance Phase Angle"[tiab] OR "Bioelectric Impedance Phase Angle"[tiab] OR "Bioimpedance Phase Angle"[tiab] OR "Impedance Phase Angle"[tiab] OR "Phase Angle"[tiab]) OR (((bioelectric*[tiab] OR electric*[tiab]) AND (bioimpedance[tiab] OR impedance[tiab] OR resistance[tiab])) AND Phase Angle[tiab]) AND (Skin Ulcer[mh] OR Pressure Ulcer[mh] OR Decubitus Ulcer*[tiab] OR Pressure Sore[tiab] OR Bed Sore[tiab] OR Wound*[tiab] OR Ulcer*[tiab] OR Skin Lesion*[tiab] OR Skin Injurie*[tiab]))
BVS/ LILACS	(tw:(Bioimpedance OR "Body Composition" OR "Bioelectrical Impedance" OR "Bioelectrical Impedance Phase Angle" OR "Bioelectric Impedance Phase Angle" OR "Bioimpedance Phase Angle" OR "Impedance Phase Angle" OR "Phase Angle" OR "Impedancia eletrica" OR "Composicao corporal" OR "Angulo de fase de impedancia bioeletrica" OR "Angulo de fase de bioimpedancia" OR "Angulo de fase de impedancia" OR "Angulo de fase" OR "Impedancia electrica" OR Bioimpedancia OR "Composicion del cuerpo" OR "Angulo de fase de impedancia bioeletrica" OR "Angulo de fase de bioimpedancia" OR "Angulo de fase de impedancia" OR "Angulo de fase")) AND (tw:("Skin Ulcer" OR "Skin Ulcers" OR "Pressure Ulcer" OR "Pressure Ulcers" OR "Decubitus Ulcer" OR "Pressure Sore" OR "Bed Sore" OR Wound* OR Ulcer* OR "Skin Lesion" OR "Skin Lesions" OR "Skin Injurie" OR "Skin Injuries" OR "Ulcera cutanea" OR "Ulcera por Pressao" OR "Ulcera por decubito" OR "Lesoes de Pele" OR "Lesao por pressao" OR "Lesoes por pressao" OR "Lesoes de Pele" OR "Lesao de Pele" OR Ferida* OR Ulcera* OR "Lesao cutanea" OR "Lesoes cutaneas" OR "Ulcera de piel" OR "Ulcera por presion" OR "Lesiones de piel" OR "Lesion de piel" OR Herida* OR "Lesion por presion")) AND (db:("LILACS"))
CINAHL	((("Electric Impedance" OR "Body Composition" OR Bioimpedance OR "Bioelectrical Impedance Phase Angle" OR "Bioelectric Impedance Phase Angle" OR "Bioimpedance Phase Angle" OR "Impedance Phase Angle" OR "Phase Angle" OR "bioelectric impedance" OR "bioelectrical impedance" OR "electric impedance" OR "electrical impedance" OR "electric bioimpedance" OR "electrical bioimpedance" OR "electrical resistance" OR "electric resistance" OR impedance) AND ("Skin Ulcer" OR "Pressure Ulcer" OR "Decubitus Ulcer" OR "Pressure Sore" OR "Bed Sore" OR Wound* OR Ulcer* OR Skin Lesion* OR Skin Injurie*))
COCHRANE	(([mh "Pressure Ulcer"] OR "bed sore":ti,ab OR bedsore:ti,ab OR decubital ulcer*:ti,ab OR "decubital ulcer":ti,ab OR decubitus:ti,ab OR "decubitus ulcer":ti,ab OR "decubitus ulceration":ti,ab OR "decubitus ulcers":ti,ab OR "decubitus ulcer":ti,ab OR "decubus ulcer":ti,ab OR "pressure sore":ti,ab OR pressure ulcer*:ti,ab OR "pressure lesion":ti,ab OR "pressure lesions":ti,ab OR "ulcus decubitus":ti,ab OR "skin lesion":ti,ab OR "skin lesions":ti,ab OR "cutaneous lesion":ti,ab OR "skin damage":ti,ab OR "skin lesion":ti,ab OR "skin lesions":ti,ab OR wound*:ti,ab OR skin:ti) AND ("phase angle":ti,ab OR bioimpedance:ti,ab OR "bioelectral impedance":ti,ab OR "bioelectric impedance":ti,ab OR [mh "impedance"] OR "electric impedance":ti,ab OR "electric bioimpedance":ti,ab OR "electrical bioimpedance":ti,ab OR "electrical impedance":ti,ab OR impedance:ti,ab OR [mh "body composition"] OR "body composition":ti,ab))

Fonte: Próprio autor.

Seleção dos Estudos

Para a seleção dos estudos, os resultados das buscas foram enviados a um programa de gerenciamento de referências chamado *Endnote Web* para remover os artigos duplicados. Em seguida, os estudos foram selecionados por dois revisores que avaliaram de forma independente a inclusão dos estudos. Em caso de dúvidas ou discordâncias, entrariam em consenso ou poderiam convidar um terceiro revisor. No primeiro momento, os artigos foram selecionados pelo título e resumo. Em seguida, os que atendiam aos critérios de elegibilidade foram selecionados para leitura na íntegra. Para os artigos excluídos após a leitura na íntegra, foi registrado o motivo de exclusão.

Extração dos Dados

Para a extração dos dados, foi utilizado um instrumento elaborado pelos autores, contendo as seguintes informações: Autor (es), Ano e País; Desenho da Pesquisa; Método; Tipo de lesão; Principais Achados.

Análise de risco de viés e qualidade da evidência

Para análise do risco de viés, foram utilizadas as ferramentas de análise crítica do Joanna Briggs Institute específicas para cada tipo de estudo. Para o cálculo do percentual de respostas positivas, foi considerado: número de itens com resposta "sim", dividido pelo total de itens vezes 100⁽¹³⁾. A qualidade da evidência foi realizada no software *GRADEpro Guideline*

Development Tool⁽¹⁴⁾.

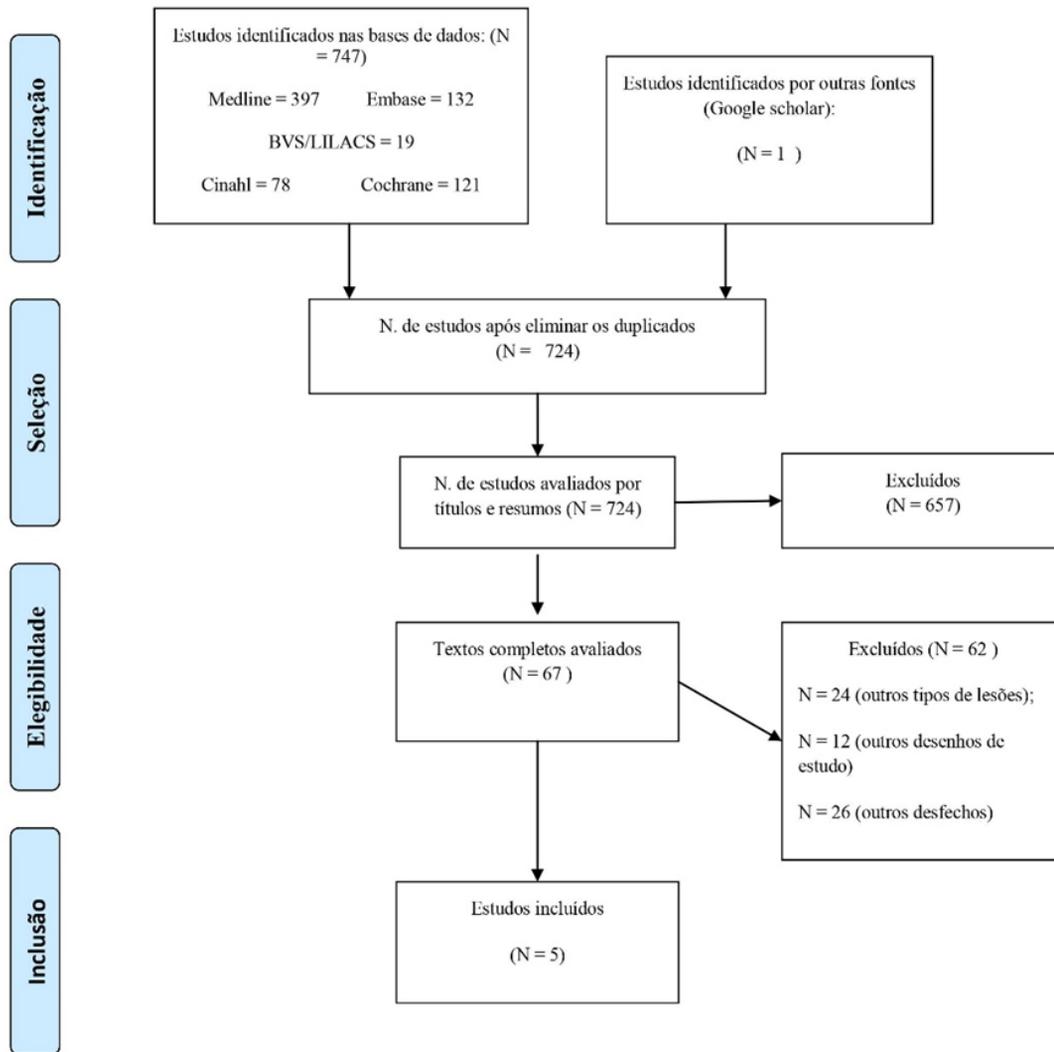
Síntese dos resultados

Os estudos estão apresentados em tabelas contendo a síntese qualitativa dos dados. Devido à heterogeneidade dos estudos e diversidade dos parâmetros de medida e equipamentos, não foi possível fazer a síntese quantitativa com metanálise.

RESULTADOS

Após uma busca abrangente nas bases de dados foram encontrados 747 trabalhos científicos e 1 estudo adicional foi identificado em outras fontes totalizando 748 artigos. Foram removidos 24 artigos, obtendo 724 artigos para leitura do título e resumo. Desses, 67 foram selecionados para leitura na íntegra. Após a leitura dos textos completos, 5 estudos foram incluídos para a síntese qualitativa como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de busca e seleção dos artigos. Niterói, RJ, Brasil, 2020.



Fonte: Checklist PRISMA.

O Quadro 2 mostra as características dos estudos incluídos. Os estudos foram publicados entre 2007 e 2019, e pertenciam aos países Estados Unidos da América (EUA), Austrália, Colômbia e Brasil. Quanto ao desenho de estudo, obteve-se um estudo quase experimental, dois estudos de coorte, um estudo de caso controle e um estudo transversal. Os equipamentos de BIA utilizados nos estudos foram: Quantum IV – RJL, Nutrigard 2000-M, ImpediMed - SFB7, 4000B – XITRON e InBody S10.

Em relação aos desfechos, quatro avaliaram cicatrização de feridas (E1, E2, E3, E4)⁽¹⁵⁻¹⁸⁾. Um (E5) avaliou a possível relação do AF com a previsão de surgimento e risco de lesão por pressão (LPP), pois identificou que baixos valores desse marcador biológico se correlacionaram com o surgimento dessas lesões⁽¹⁹⁾. O estudo E1 testou o AF como uma ferramenta fisiológica alternativa para avaliar o tratamento de feridas crônicas não cicatrizantes⁽¹⁵⁾. Em todos os pacientes, a medição do ângulo de

fase da BIA se mostrou efetiva, pois refletiu o estado intrínseco da ferida e forneceu uma ferramenta precisa para avaliar a saúde regional dos tecidos, fornecendo uma visão valiosa para medir a eficácia de um tratamento sistêmico. Nos pacientes cujas feridas cicatrizaram, foi observado um aumento positivo do AF. Já nos pacientes com sinais clínicos de deterioração por infecção houve rápida diminuição no AF. Com a utilização do suplemento nutricional durante a intervenção, foi observado que o AF começou a subir nas medições feitas a partir do 6º dia, com melhor resposta em 1 a 2 semanas de utilização do suplemento.

No estudo E2, não foi demonstrada associação do AF com a cicatrização de feridas⁽¹⁶⁾. Durante a avaliação dos pacientes, foi observado que os marcadores de resistência na frequência zero (indicativo de edema) e a resistência do fluido corporal total aumentaram significativamente com a cicatrização em pequenas queimaduras, mas a resistência do líquido intracelular e do ângulo de fase não mudaram.

O estudo E3, realizado em pacientes com lesão por pressão (LPP), demonstrou que o AF foi efetivo na avaliação das lesões uma vez que diminuiu significativamente nesses

pacientes⁽¹⁷⁾. O AF total de pacientes com LPP (3,4º [intervalo 2,7-4,2]) foi 10% menor em comparação aos pacientes sem LPP (3,8º [intervalo 3,2-4,3]). Os autores demonstraram ainda, que há correlação entre a escala Norton e valores do AF.

Em outro estudo (E4), que avaliou o AF em úlceras nos pés, os autores não conseguiram demonstrar efetividade na utilização do AF relacionado processo de cicatrização⁽¹⁸⁾. Apesar de ter havido cicatrização nos pacientes, sem complicações, os parâmetros da BIA não aumentaram durante o tratamento, conforme o esperado.

Já no estudo E5, o AF mostrou efetividade para prever o risco de lesões cutâneas, demonstrando que baixos valores de AF possivelmente estejam correlacionados à diminuição de integridade celular e, conseqüentemente, ao surgimento de lesões por pressão, já que dos 11 pacientes avaliados que desenvolveram a LPP, 10 apresentaram AF total abaixo do valor de 4º (padrão ouro para esse estudo)⁽¹⁹⁾.

Os autores deste estudo identificaram que as médias dos AFs examinados variaram de 2,09º a 4,53º, com média geral de 3,18º (+0,55º).

Quadro 2 – Características dos estudos sobre comportamento do AF em paciente com lesões de pele. Niterói, RJ, Brasil, 2020.

Identificação, Autor(es), Ano & País	Desenho da Pesquisa	Método	Equipamento para medição de AF	Tipo de lesão	Principais achados
E1 ⁽¹⁵⁾ Moore et al., 2011. USA.	Quase experimental	Foram incluídos 11 pacientes no estudo, 7 mulheres e 4 homens, com idade média de 62,54 anos. As	Quantum IV – RJL	Feridas crônicas não cicatrizadas. As etiologias (e números) das feridas foram	O AF foi eficaz na avaliação da cicatrização das feridas.

		medidas do ângulo de fase foram realizadas semanalmente por 12 semanas ou até o fechamento da ferida. A frequência utilizada não foi clara, autor relatou de 4 a 1000 kHz.		arteriais (1), venosas (3), neurotróficas (3), traumáticas (1), cirúrgicas (1) e infecciosas (2)	
E2 ⁽¹⁶⁾ Kenworthy et al., 2017 Austrália	Estudo de Coorte	Estudo com 28 pacientes maiores de 18 anos. Foi usado um valor de 50kHz na medição da BIA.	ImpediMed - SFB7 tetrapolar	Pequenas queimaduras de membros	O AF não foi significativamente associado com cicatrização da ferida.
E3 ⁽¹⁷⁾ Hengstermann et al 2007 USA	Estudo de Coorte	Foi determinado o estado nutricional em 484 (326 mulheres / 158 homens) idosos maiores de 65 anos multimórbidos. A BIA foi utilizada para avaliação da composição corporal e as LPPs foram divididas em estágios I-IV. A corrente elétrica utilizada foi de 50 kHz. Quatro eletrodos de superfície foram colocados no punho e tornozelo para fazer as medições.	Nutrigard 2000-M	LPP estágios I-IV	O AF demonstrou efetividade na redução da ferida ao comparar com a escala de Norton. Média de 3,4° em pacientes com lesão e 3,8° em pacientes sem lesão.
E4 ⁽¹⁸⁾ Gonzalez-Correa et al.,2009. Colômbia.	Estudo de Caso controle	Estudo realizado com 6 pacientes, sendo 3 homens, 3 mulheres, com idade média de 71 anos, com úlceras unilaterais de pé diabético em uma das pernas tratados com Triticum vulgareou com as	4000B - XITRON	Úlceras de perna	O AF não foi efetivo na avaliação de feridas. Média de 3,85° em pacientes com lesão acima de 51 anos e média de 7,4° em pacientes sem lesão entre 21 e 50 anos.

		medidas (resistência ou R, reatância ou Xc e ângulo de fase ou θ a 50 kHz) com período de acompanhamento de 5 semanas.			
E5 ⁽¹⁹⁾ Mota et al., 2019 Brasil	Estudo Transversal	Estudo realizado com 11 pacientes sendo 10 idosos acima de 65 anos, e apenas 01 jovem com 21 anos de idade, sendo 6 do sexo feminino. A frequência utilizada pelo aparelho nesse estudo foi de 50 kHz.	In Body S10	LPP	O AF foi efetivo para indicar diminuição de integridade celular, e consequentemente, risco de lesões por pressão. Média geral de 3,18°, média em idosos acima de 65 anos de 3,06° e o valor da média no paciente jovem de 4,3°.

Fonte: Próprio autor.

O Quadro 3 mostra o risco de viés por meio das ferramentas de análise crítica do JBI. Todos os estudos apresentaram itens que não foram atendidos e/ou que não estavam descritos de forma clara nos estudos, sendo que o estudo E4 obteve o maior percentual de respostas positivas (87,5%) e o estudo E1 o menor percentual (66,7%)⁽¹⁵⁻¹⁸⁾.

O E5 não menciona se os grupos eram homogêneos em suas características. Portanto, o fator de confusão não pode ser avaliado com clareza, pois o mesmo ocorre quando o efeito estimado de exposição à intervenção é tendencioso pela presença de alguma diferença

entre os grupos de comparação⁽¹⁹⁾. Na avaliação do estudo E2, assim como no estudo E3, não ficou claro quem era o grupo controle⁽¹⁶⁾. Além disso, nos estudos E2 e E4 não foi possível identificar se houve fatores de confusão^(16,18).

No estudo E1, não ficou claro se os participantes foram incluídos em comparações semelhantes⁽¹⁵⁾. Os autores relataram que o tratamento foi padrão para todos inclusive no uso de suplemento, porém as lesões de etiologias diversas podem trazer vieses ao estudo.

Quadro 3 – Análise do risco de viés dos estudos. Niterói, RJ, Brasil, 2020.

Risco de Viés	Estudos (percentual respostas positivas)
Estudo transversal	E5 (75%)
1. Os critérios de inclusão foram claramente definidos?	Sim
2. Os sujeitos e cenário dos estudos foram descritos em detalhes?	Sim

3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?	Não está claro	
4. Os critérios e padrões usados foram objetivos para medição da condição?	Sim	
5. Foram identificados fatores de confusão?	Não claro	
6. Havia estratégias para lidar com fatores de confusão?	Sim	
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?	Sim	
8. Foi utilizado a análise estatística apropriada?	Sim	
Coorte	E2 (72,7%)	E3 (81,8%)
1. Os dois grupos foram semelhantes e recrutados na mesma população?	Não está claro	Não está claro
2. As exposições foram medidas de maneira semelhante para atribuir pessoas para grupos expostos e não expostos?	Sim	Sim
3. A exposição foi medida de maneira válida e confiável?	Não está claro	Sim
4. Foram identificados fatores de confusão?	Não está claro	Não
5. As estratégias para lidar com fatores de confusão foram declaradas?	Sim	Sim
6. Os grupos / participantes estavam livres do resultado no início do estudo (ou em o momento da exposição)?	Sim	Sim
7. Os resultados foram medidos de maneira válida e confiável?	Sim	Sim
8. O tempo de acompanhamento foi relatado e suficiente para ser longo e o suficiente para o resultado ocorrer?	Sim	Sim
9. O acompanhamento foi concluído e, se não, foram os motivos da perda do acompanhamento descrito e explorado?	Sim	Sim
10. Foram utilizadas estratégias para lidar com o acompanhamento incompleto?	Sim	Sim
11. A análise estatística apropriada foi usada?	Sim	Sim
Caso controle	E4 (87,5%)	
1. Os grupos foram comparáveis, exceto na presença de doença nos casos ou ausência de doença nos controles?	Sim	
2. Os casos e controles foram correspondidos adequadamente?	Sim	
3. Foram usados os mesmos critérios para identificação de casos e controles?	Sim	
4. A exposição foi medida de maneira padrão, válida e confiável?	Sim	
5. A exposição foi medida da mesma maneira para casos e controles?	Sim	
6. Foram identificados fatores de confusão?	Não	
7. As estratégias para lidar com fatores de confusão foram declaradas?	Sim	
8. Os resultados foram avaliados de maneira padrão, válida e confiável para casos e controles?	Sim	
9. O período de interesse da exposição foi longo o suficiente para ser significativo?	Sim	
10. A análise estatística apropriada foi usada?	Sim	
Quase experimental	E1 (66,7%)	
1. Está claro no estudo qual é a 'causa' e qual é o 'efeito' (ou seja, não há confusão sobre qual variável vem primeiro)?	Sim	
2. Os participantes foram incluídos em comparações semelhantes?	Não	
3. Os participantes foram incluídos em quaisquer comparações que receberam tratamento/cuidado semelhante, além da exposição ou intervenção de interesse?	Não	
4. Havia um grupo de controle?	Não	
5. Houve múltiplas medições do resultado antes e pós a intervenção/exposição?	Sim	
6. O seguimento foi completo e, se não, foram as diferenças entre os grupos em termos de seu seguimento adequadamente descritos e analisados?	Sim	

7. Os resultados dos participantes foram incluídos em quaisquer comparações medidas da mesma forma?	Sim
8. Os resultados foram medidos de forma confiável?	Sim
9. Utilizou-se a análise estatística adequada?	Sim

Fonte: Adaptação do *Joanna Briggs Institute*.

O Quadro 4 mostra a qualidade da evidência dos estudos incluídos na revisão. Para o desfecho “cicatrização” os estudos mostraram evidência moderada com total de 529 participantes. Para o desfecho “risco de lesão” a evidência foi fraca, com um estudo de 11 participantes.

Quadro 4 – Qualidade da evidência. Niterói, RJ, Brasil, 2020.

Desfechos	Nº de participantes (estudos)	GRADE	Impacto
Cicatrização de lesão avaliado com: AF por BIA	529 (3 estudos observacionais e 1 estudo quase experimental)	⊕⊕⊕○ MODERADA	O desfecho cicatrização foi demonstrado em quatro estudos com o uso do AF como parâmetro no acompanhamento de lesões.
Risco de Lesão avaliado com: AF por BIA	11 (1 estudo observacional)	⊕⊕○○ BAIXA	O desfecho risco de lesão foi demonstrado em um estudo, com amostra reduzida, que mostrou associação do AF e risco de desenvolvimento de lesões por pressão.

Fonte: *Software GRADEpro Guideline Development Tool*.

DISCUSSÃO

O tratamento de lesões cutâneas já vem ao longo do tempo passando por profundas transformações, desafiando o conhecimento técnico-científico dos profissionais de saúde que são responsáveis por esse cuidado, seja em qualquer nível de atenção à saúde⁽²⁰⁾.

Em vários países, estudos têm sido desenvolvidos para investigar não somente a utilização de coberturas, mas também novas tecnologias voltadas para o tratamento de lesões cutâneas, por esse motivo, são importantes as realizações de revisões sobre a produção científica na área de saúde que trate esse tema relacionado aos tipos de tecnologias

para fundamentar a prática assistencial em cuidados preventivo ou curativo das lesões cutâneas, pois a implementação do cuidado requer uma combinação de tecnologias que conduzam à qualidade de vida do ser humano⁽²⁰⁾.

Nesse contexto, a presente revisão sistemática trouxe estudos que abordaram a utilização da tecnologia bioimpedância elétrica e medida do ângulo de fase associado a lesões cutâneas. A utilização desse método fazendo uso da medida do biomarcador AF foi sugerida neste estudo para avaliar a efetividade de prever o risco de desenvolver e de acompanhar a cicatrização de lesões cutâneas, sendo que somente três

artigos científicos conseguiram demonstrar que a utilização desse biomarcador foi efetivo para estas associações^(15,17,19). Apesar de não existirem revisões especificamente com o enfoque deste estudo, alguns autores já relacionaram a ocorrência de lesão por pressão e modificações na composição corporal⁽²⁰⁾. Tal fato traz novas possibilidades de atuação do enfermeiro na gestão do cuidado em pacientes com lesões cutâneas. No entanto, para que se possa recomendar tal utilização, novos estudos primários são necessários, com desenhos experimentais randomizados e controlados. Assim seria possível a realização de uma metanálise para avaliar as medidas de efeito de forma mais precisa.

Por meio dos dados extraídos nesta revisão, foi identificado que quatro produções científicas abordaram lesões crônicas. Um estudo avaliou feridas crônicas de etiologias variadas (arteriais, venosas, neurotróficas, traumáticas, cirúrgicas e infecciosas)⁽¹⁵⁾. O outro avaliou pacientes com queimaduras e dois estudos abordaram LPP^(17,18,19). Somente uma produção científica abordou lesões agudas causadas por queimaduras pequenas de início recente, menor que quatro dias. A diversidade de lesões cutâneas, em estágios e características diferentes, trouxe grande heterogeneidade na revisão, impossibilitando a realização de uma metanálise.

O AF vem sendo estudado por autores como marcador biológico para avaliar prognósticos de patologias clínicas, como é o exemplo de um estudo transversal e prospectivo que avaliou a correlação entre valores de ângulo de fase e variáveis nutricionais e clínicas em pacientes cirróticos com perfil sarcopênico⁽¹⁾. Neste

estudo, concluiu-se que baixos valores de AF podem ser bons preditores para o diagnóstico de cirrose e sugerem sua utilização como um marcador viável para sarcopenia em pacientes com este perfil, pois além de ser um método de fácil acesso, tem uma boa reprodutibilidade e baixo custo⁽²¹⁾. Corroborando com os estudos, para o desfecho "cicatrização", um grupo de autores mostraram relação positiva entre cicatrização e aumento nas medidas do AF em pacientes com lesões cutâneas^(15,17). A aquisição dessa tecnologia nos serviços de saúde pode auxiliar o enfermeiro na tomada de decisão, juntamente com outras medidas de avaliação de risco, como as escalas já validadas.

Houve também uma diferença de idade entre as populações dos estudos, onde foi possível perceber que o valor do AF pode ser influenciado pela faixa etária e sexo, corroborando outros autores que discutem como uma possível limitação do uso do AF como um marcador prognóstico em vários contextos da prática clínica, a necessidade dos valores de referência serem ajustado para sexo e idade⁽²²⁾. No mesmo estudo, os autores sustentam que em um indivíduo saudável o AF pode apresentar valores entre 4 e 10 graus. Outros autores encontraram valores que oscilaram de 5 a 15 graus⁽²³⁾. Diante dessas referências, observamos nos resultados obtidos nesta revisão sistemática que as médias dos valores encontrados nos estudos estiveram abaixo dos valores de referências dos respectivos autores.

Alguns estudos incluídos na revisão conseguiram definir pontos de corte para o AF em cada estudo^(17,19). Foi identificado que

pacientes com LPP idosos, acima de 65 anos, tiveram médias de AF de 3,4° e sem LPP de 3,8°⁽¹⁷⁾. O estudo de Mota e colaboradores⁽¹⁹⁾, que também avaliou LPP demonstrou que o ponto de corte de uma média geral do AF foi de 3,18 para jovens e adultos. Já no estudo que avaliou lesões cutâneas crônicas, o ponto de corte do AF para pacientes maiores de 51 anos foi de 3,85°⁽¹⁸⁾. Futuros estudos primários sobre AF e lesões cutâneas, poderão usar esses valores como base para um ponto de corte, destacando ainda três estudos que mostraram ser efetivos para acompanhamento das lesões como preditores para avaliação de risco (E5)⁽¹⁹⁾. O desenvolvimento e/ou cicatrização de lesões cutâneas (E1, E3)^(15,17). Assim, é possível corroborar com estudos que avaliam a relação do ângulo de fase como biomarcador prognóstico de desfechos clínicos^(1,24,25).

Foi possível perceber com os dados analisados neste estudo que o AF medido por bioimpedância elétrica tem um comportamento de responder a melhora ou piora das lesões cutâneas, o que pode ser explicado pelo motivo de o AF estar associado à saúde da célula, tanto em relação à quantidade de líquido intra e extracelular quanto à integridade da membrana fosfolipídica⁽²⁶⁾.

Esta revisão sistemática cumpriu todo o rigor metodológico, no entanto possui algumas limitações relacionadas aos estudos incluídos. Foram encontrados poucos estudos com temas que abordassem AF e lesões cutâneas (feridas e/ou lesões de pele) e que atendessem os critérios de inclusão. Os estudos incluídos apresentaram fragilidades metodológicas, com amostras reduzidas e formas de medição do AF distintas. Tal fato foi evidenciado na análise do

risco de viés, e análise da qualidade da evidência para os desfechos cicatrização e risco. A comparação dos resultados por meio de uma metanálise, aumentaria o poder amostral, no entanto, os estudos mostraram grande heterogeneidade, devido às diferenças nos resultados e nos equipamentos utilizados. Devido ao número reduzido de estudos que atendessem aos critérios de elegibilidade, propõe-se a realização de novas pesquisas com o tema abordado nesse estudo, por ser relevante e de suma importância para o cuidado em saúde aos pacientes que são acometidos por lesões cutâneas.

CONCLUSÃO

Esta revisão forneceu uma síntese da avaliação da efetividade do ângulo de fase para avaliar o risco de desenvolvimento de lesões cutâneas, e no caso de lesões já instaladas, para avaliar a efetividade no acompanhamento do processo de cicatrização. Apesar de serem poucos os trabalhos científicos com o tema proposto, foi possível demonstrar evidência moderada para o desfecho "cicatrização" e baixa para o desfecho "risco de lesão". Não foi possível realizar metanálise neste estudo.

O estudo traz contribuições, com potencial de inovação para a área de enfermagem, por meio da possibilidade de incorporar uma nova tecnologia na avaliação de lesões cutâneas, incluindo medidas mais precisas que traduzam o estado celular nessas avaliações, podendo instrumentalizar o enfermeiro na melhor tomada de decisão e planejamento de ações de gestão do cuidado a fim de minimizar danos aos pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Pena NF, Mauricio SF, Rodrigues AMS, Carmo AS, Coury NC, Correia MITD et al. Association Between Standardized Phase Angle, Nutrition Status, and Clinical Outcomes in Surgical Cancer Patients. *Nutr Clin Pract*. 2019;34(3):381-386.
2. Alves FD, Souza GC, Clausell N, Biolo A. Papel prognóstico do ângulo de fase em pacientes hospitalizados com insuficiência cardíaca descompensada. *Nutrição*. 2016;35:1530-4.
3. Jansen AK, Gattermann T, Fink JC, Saldanha MF, Rocha CDN, Moreira THS et al. Low standardized phase angle predicts prolonged hospitalization in critically ill patients. *Clin Nutr ESPEN*. 2019;34:68-72.
4. Mattiello R, Amaral MA, Mundstock E, Ziegelmann PK. Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clin Nutr*. 2020;39(5):1411-7.
5. Pileggi VN, Scalize ARH, Camelo Junior JS. Ângulo de fase e critérios da Organização Mundial de Saúde na avaliação do estado nutricional em crianças com osteogênese imperfeita. *Rev Paul Pediatr*. 2016;34(4):484-8.
6. Silva JG, Oliveira KF, Ferreira MBG, Pacheco FA, Calegari IB, Barbosa MH. Composição corporal e ocorrência de lesão por pressão: revisão integrativa. *Rev Baiana Enferm*. 2019;33:e28790.
7. Kekonen A, Bergelin M, Eriksson JE, Vaalasti A, Ylänen H, Viik J. Bioimpedance measurement based evaluation of wound healing. *Physiol Meas*. 2017;38(2017):1373-83.
8. Oliveira FP, Oliveira BGRB, Santana RF, Silva BP, Candido JSC. Classificações de intervenções e resultados de enfermagem em pacientes com feridas: mapeamento cruzado. *Rev Gaúcha Enferm*. 2016;37(2):e55033.
9. Zimmermann GS, Cremasco MF, Zanei SSV, Takahashi SM, Cohrs CR, Whitaker IY. Predição de risco de lesão por pressão em pacientes de unidade de terapia intensiva: revisão integrativa. *Texto & Contexto Enferm*. 2018;27(3):e3250017.
10. Borghardt AT, Prado TN, Araújo TM, Rogenski NMB, Bringente MEO. Avaliação das escalas de risco para úlcera por pressão em pacientes críticos: uma coorte prospectiva. *Rev Latino-Am Enferm*. 2015;23(1):28-35.
11. Kekoren A, Bergelin M, Johansson M, Joon NK, Bobacka J, Viik J. Bioimpedance Sensor Array for Long-Term Monitoring of Wound Healing from Beneath the Primary Dressings and Controlled Formation of H₂O₂ Using Low-Intensity Direct Current. *Sensors (Basel)*. 2019;19(11):2505.
12. Vieira CPB, Araújo TME. Prevalence and factors associated with chronic wounds in older adults in primary care. *Rev Esc Enferm USP*. 2018;52:e03415.
13. Aromataris E, Munn Z. (Editors). *JBIC Manual for Evidence Synthesis*. Adelaide: JBI; 2020.
14. Galvão TF, Pansani TSA, Harrad D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol Serv Saúde*. 2015;24(2):335-42.
15. Moore MF, Dobson N, Castellino L, Kapp S. Phase Angle, an Alternative Physiological Tool to Assess Wound Treatment in Chronic Nonhealing Wounds. *J Am Col Certif Wound Spec*. 2011;3(1):2-7. [included in the review]
16. Gamerith C, Luschnig D, Ortner A, Pietrzik N, Guse J-H, Burnet M et al. Monitoring wound healing in minor burns: a novel approach. *Burns*. 2018;44(1):70-6. [included in the review]
17. Hengstermann S, Fischer A, Steinhagen-Thiessen E, Schulz RJ. Nutrition status and pressure ulcer: what we need for nutrition screening. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2007;31(4):288-94. [included in the review]
18. Gonzalez-Correa CA, Rivera-Garzón RA, Martínez-Táutica S. Electric impedance and the healing of diabetic foot ulcers. *J. Phys*. 2019;1272:012009. [included in the review]
19. Mota RF, Christovam BP, Norberto ZN, Nascimento DC, Xavier MPSA, Nascimento Júnior SS et al. Há relação entre baixos valores de ângulo de fase e

- desenvolvimento de lesão por pressão? In: Strickler A. Ciência, tecnologia e inovação: desafio para um mundo global. Ponta Grossa, PR: Atena; 2019. [included in the review]
20. Vieira CPB, Pinheiro DMP, Luz MHBA, Araújo TME, Andrade EMLR. Wound care technologies used by nurses. Rev Enferm UFPI. 2017;6(1):65-70.
 21. Silva DES, Waitzberg DL, Jesus RP, Oliveira LPM, Torrinas RS, Belarmino G. Phase angle as a marker for sarcopenia in cirrhosis. Clin Nutr ESPEN. 2019;32:56-60.
 22. Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer RP, Later W, Wiese S, Müller MJ. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2006;30(4):309-16.
 23. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN Jr. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. Am J Clin Nutr. 2005;82(1):49-52.
 24. Silva TK, Perry IDS, Brauner JS, Weber OCB, Souza GC, Vieira SRR. Performance evaluation of phase angle and handgrip strength in patients undergoing cardiac surgery: Prospective cohort study. Aust Crit Care. 2018;31(5):284-290.
 25. Martin L, Lagergren J, Blomberg J, Johar A, Bosaeus I, Lagergren P. Phase angle as a prognostic marker after percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) in a prospective cohort study. Scand J Gastroenterol. 2016;51(8):1013-6.
 26. Gonzalez MC, Barbosa-Silva TG, Bielemann RM, Gallagher D, Heymsfield SB. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. Am J Clin Nutr. 2016;103(3):712-6.