

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.

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos y la necesidad de medidas más precisas para evaluar la constitución corporal, especialmente el estado celular, han incrementado el uso de la bioimpedancia eléctrica (BIA) como marcador fisiológico en los últimos años. La BIA es un método no invasivo, práctico, reproducible, con una buena relación costo-beneficio, con procesamiento de información de alta velocidad. Entre las medidas que se obtienen al utilizar la BIA, se destaca el biomarcador ángulo de fase (AF), utilizado para estimar el líquido intra y extracelular, prediciendo con esta información la salud, el tamaño y la integridad celular. Los valores de medición de este biomarcador se presentan en grados, que comúnmente oscilan entre 0° y 10°, y algunos estudios mencionan valores de hasta 15°⁽¹⁾.

Los estudios muestran que los valores de AF se pueden utilizar como marcadores de afecciones celulares en diferentes situaciones clínicas, se ha comprobado su relación así como también varios estudios, tales como la correlación negativa entre el AF y el grado de insuficiencia cardíaca congestiva⁽²⁾. Inclusive, se comprobó una asociación positiva en pacientes críticos con AF bajo e insuficiencia renal, desnutrición, hipoalbuminemia, anemia, puntajes y APACHE II (*Acute Physiology and Chronic Health Disease Classification System II*)⁽³⁾.

Los valores de AF superiores a 4° están relacionados con la integridad de la membrana celular y, en consecuencia, con una mejor salud celular. Por otro lado, cuanto menor sea el valor de AF y cuanto más cerca de 0°, peor es la salud celular. Por lo tanto, valores bajos de AF se asocian a muerte celular o algún cambio en

la permeabilidad selectiva de la membrana, lo que indica un agravamiento de la enfermedad y un peor pronóstico, con un consecuente aumento de la morbimortalidad⁽⁴⁾.

Al ser interpretado como un indicador de la integridad de la membrana y un predictor de la masa celular corporal (MCC), es posible utilizar el AF para monitorear la evolución de las heridas y el proceso de cicatrización, o incluso para predecir la aparición de nuevas lesiones cutáneas⁽⁵⁾.

Un estudio reciente mostró que los valores de los ángulos de fase eran significativamente más bajos en el grupo de alto riesgo de lesión por presión en comparación con el grupo de control⁽⁶⁾. Por ende, ha aumentado en los últimos años el interés por utilizar el método de bioimpedancia para evaluar heridas⁽⁷⁾.

Las lesiones cutáneas son un grave problema de salud pública en todo el mundo, que aumenta los costos de los sistemas de salud y las tasas significativas de morbilidad y mortalidad⁽⁸⁾. Este hecho está directamente relacionado con algunas limitaciones de los métodos de evaluación y seguimiento de la cicatrización de heridas. La multicausalidad y la participación de factores, intrínsecos y extrínsecos, a menudo no se detectan cuando se utilizan métodos basados en inspecciones visuales y herramientas para medir el tamaño y la profundidad. Además, durante el retiro del apósito para su evaluación, puede haber movimientos que dañen y perjudiquen el proceso de cicatrización⁽⁷⁾.

En cuanto a las herramientas utilizadas para evaluar el riesgo de desarrollar lesiones cutáneas, existen diversas escalas disponibles y validadas internacionalmente, las más

utilizadas son las de Braden y Waterlow. La Escala de Braden se desarrolló como un medio para optimizar las estrategias de prevención y, así, reducir su incidencia⁽⁹⁾. La Escala Waterlow, en cambio, se diferencia por incluir un mayor número de variables de análisis, entre ellas, el estado nutricional traducido por la evaluación del Índice de Masa Corporal (IMC) y el apetito, además de algunas características de la piel⁽¹⁰⁾. Aunque fueron validadas, su uso debe estar estandarizado en la institución y el equipo debidamente capacitado para que haya una evaluación uniforme de los ítems de la escala.

Se sabe que el uso de escalas ha contribuido al avance en la evaluación de riesgos y prevención de la aparición de lesiones cutáneas en diferentes contextos. Sin embargo, las medidas fisiológicas del estado celular de estos pacientes reducen la interferencia del evaluador y aportan mayor precisión a estas estimaciones de riesgo y al seguimiento. Por lo tanto, el uso de BIA con el empleo de AF para evaluar el riesgo y monitorear la evolución de las lesiones daría a los profesionales de la salud mayor seguridad en la planificación de las conductas, ya que brindaría valores intrínsecos de empeoramiento o mejora del estado celular⁽¹¹⁾.

Por ende, evaluar la efectividad de un marcador que pueda servir como indicador de valoración de riesgo y cicatrización de estas lesiones beneficiaría a muchos servicios al reducir la morbilidad y mortalidad por complicaciones causadas por lesiones cutáneas en pacientes hospitalizados o ambulatorios, además de reducir costos⁽¹²⁾. En este sentido, es relevante incorporar nuevas tecnologías, especialmente

las no invasivas, que apoyen acciones de prevención y tratamiento de lesiones cutáneas. En una búsqueda preliminar, no se encontraron en la literatura revisiones sistemáticas sobre el tema que incluyan el ángulo de fase medido por bioimpedancia eléctrica y lesiones/heridas cutáneas. Por consiguiente, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad del ángulo de fase medido por bioimpedancia eléctrica como predictor para la valoración de la cicatrización en pacientes con lesiones cutáneas o riesgo de desarrollarlas.

MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática según la metodología del *Joanna Briggs Institute*⁽¹³⁾. Además, hubo recomendaciones de la checklist PRISMA para revisiones sistemáticas con el fin de responder a la pregunta de investigación "¿El ángulo de fase medido por bioimpedancia eléctrica es efectivo para evaluar la mejoría, cicatrización y/o prever la aparición de lesiones cutáneas en pacientes?", según el acrónimo PICO donde P (paciente) = Pacientes con lesiones cutáneas o en riesgo de desarrollarlas; I (intervención) = ángulo de fase medido por bioimpedancia eléctrica; C (comparación) = no había ninguna para la pregunta; y O (resultado) = mejora de la lesión, cicatrización y/o previsión de la aparición en pacientes con riesgo de lesión⁽¹⁴⁾.

Protocolo y registro

El protocolo para el desarrollo de esta revisión se elaboró siguiendo cuidadosamente las guías de PROSPERO, International prospective register of systematic reviews, que es una base de datos internacional para el registro de

protocolos de revisiones sistemáticas⁽¹⁴⁾. Esta fuente de información sirve para contribuir a la calidad de la publicación científica, favoreciendo la transparencia de la investigación, reduciendo la duplicación y minimizando los sesgos en las revisiones. El protocolo está registrado con el número CRD420201549.

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron estudios que evaluaron a pacientes con lesión, independientemente del tipo, gravedad y patología de base, o estudios que evaluaron el riesgo de desarrollar una lesión. Los pacientes del estudio deben ser mayores de 18 años, sin restricciones de sexo, tener seguimiento en clínicas u hospitales para pacientes ambulatorios. Como intervención, se incluyeron estudios que utilizaron la evaluación del ángulo de fase medido por cualquier modelo de dispositivo BIA. Los resultados evaluados fueron: mejoría y cicatrización de las lesiones y riesgo de desarrollo de la lesión. Se consideraron estudios experimentales, principalmente, y observacionales, sin restricciones de tiempo y lenguaje.

Se excluyeron estudios que utilizaron animales para evaluar el AF, aquellos que evaluaron heridas mucosas u órganos internos del cuerpo

humano, y estudios que realizaron pruebas In Vitro para evaluar el potencial del ángulo de fase en la evaluación de lesiones y pronóstico relacionado con factores de riesgo intrínsecos.

Fuentes de información

La búsqueda se realizó el 18 de diciembre de 2019 y se actualizó el 14 de octubre de 2020 en las siguientes bases de datos bibliográficas electrónicas: *Medical Literature, Analysis, and Retrieval System Online* (MEDLINE), *Excerpta Medica DataBASE* (EMBASE), Literatura Latinoamérica y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), COCHRANE LIBRARY, *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL). La búsqueda de literatura gris se realizó en bases de datos de Tesis y Disertaciones y en *Google Scholar*.

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda incluyó términos controlados y palabras clave relacionadas con los elementos que componen la estrategia PICO, combinados con los operadores booleanos AND y OR. Los términos se han combinado y adaptado para su uso en cada base de datos, como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1 – Estrategias de búsqueda en las bases de datos. Niterói, RJ, Brasil, 2020.

Bases de datos	Estrategia de Búsqueda
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 'bioelectral 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))

Fuente: El autor.

Selección de estudios

Para la selección de estudios, los resultados de la búsqueda se enviaron a un programa de gestión de referencias llamado *Endnote Web* para eliminar artículos duplicados. A continuación, los estudios fueron seleccionados por dos revisores que evaluaron de forma independiente la inclusión de los estudios. En caso de dudas o desacuerdos, llegarían a un consenso o podrían invitar a un tercer revisor. Al principio, los artículos fueron seleccionados por título y resumen. Luego, aquellos que cumplieron con los criterios de elegibilidad fueron seleccionados para ser leídos en su totalidad. Se registró el motivo de exclusión de los artículos que fueron eliminados después de la lectura completa.

Extracción de datos

Para la extracción de datos se utilizó un instrumento desarrollado por los autores, que contiene la siguiente información: Autor(es), Año y País; Diseño de la Investigación; Método; Tipo de lesión; Hallazgos Principales.

Análisis de riesgo de sesgo y calidad de la evidencia

Para analizar el riesgo de sesgo se utilizaron las herramientas de análisis crítico del *Joanna Briggs Institute* específicas para cada tipo de estudio. Para calcular el porcentaje de respuestas positivas se consideró lo siguiente: número de ítems con respuesta "sí", dividido por el número total de ítems multiplicado por 100⁽¹³⁾. El análisis de la calidad de la evidencia

se realizó mediante el software *GRADEpro Guideline Development Tool*⁽¹⁴⁾.

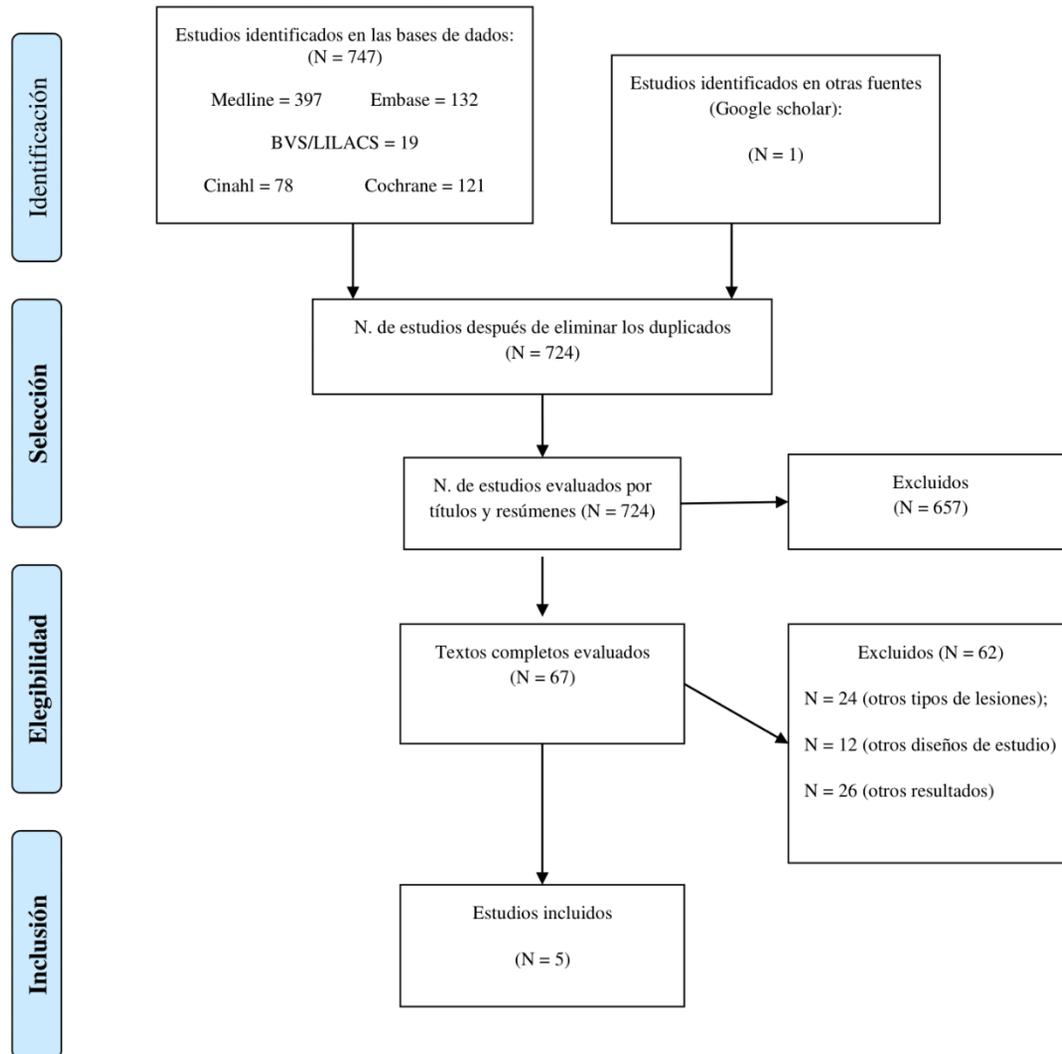
Resumen de Resultados

Los estudios se presentan en tablas que contienen la síntesis cualitativa de los datos. Debido a la heterogeneidad de los estudios y la diversidad de parámetros y equipos de medición, no fue posible realizar la síntesis cuantitativa con metanálisis.

RESULTADOS

Tras una búsqueda exhaustiva en las bases de datos, se encontraron 747 artículos científicos y se identificó 1 estudio adicional en otras fuentes, llegando a un total de 748 artículos. Se eliminaron 24 artículos, obteniendo 724 artículos para lectura de título y resumen. De estos, 67 fueron seleccionados para una lectura completa. Luego de la lectura completa de los textos, se incluyeron 5 estudios para la síntesis cualitativa como se muestra en la Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de flujo de búsqueda y selección de artículos. Niterói, RJ, Brasil, 2020.



Fuente: Checklist PRISMA.

El cuadro 2 muestra las características de los estudios incluidos. Los estudios se publicaron entre 2007 y 2019 y pertenecían a los Estados Unidos (EE. UU.), Australia, Colombia y Brasil. En cuanto al diseño del estudio, se incluyó un estudio cuasi experimental, dos estudios de cohortes, un estudio de casos y controles y un estudio transversal. Los equipos BIA utilizados en los estudios fueron: Quantum IV - RJL, Nutrigard 2000-M, ImpediMed - SFB7, 4000B - XITRON e InBody S10.

Con respecto a los resultados, cuatro evaluaron la cicatrización de heridas (E1, E2, E3, E4)⁽¹⁵⁻¹⁸⁾.

Uno (E5) evaluó la posible relación del AF con la previsión de la aparición y riesgo de lesión por presión (LPP), dado que identificó que valores bajos de este marcador biológico se correlacionaban con la aparición de estas lesiones⁽¹⁹⁾.

El estudio E1 probó el AF como una herramienta fisiológica alternativa para evaluar el tratamiento de heridas crónicas que no

cicatrizan⁽¹⁵⁾. En todos los pacientes, la medición del ángulo de fase BIA demostró ser eficaz, ya que reflejaba el estado intrínseco de la herida y proporcionaba una herramienta precisa para evaluar la salud de los tejidos regionales, proporcionando información valiosa para medir la eficacia de un tratamiento sistémico. En los pacientes cuyas heridas cicatrizaron, se observó un aumento positivo del AF. En pacientes con signos clínicos de deterioro debido a una infección, hubo una rápida disminución del AF. Al utilizar el suplemento nutricional durante la intervención, se observó que el AF comenzó a subir en las mediciones realizadas a partir del 6º día, la respuesta mejoró en 1 a 2 semanas de uso del suplemento.

En el estudio E2, no se demostró relación entre el AF y la cicatrización de heridas⁽¹⁶⁾. Durante la evaluación de los pacientes, se observó que los marcadores de resistencia en la frecuencia cero (indicio de edema) y la resistencia del líquido corporal total aumentaron significativamente con la cicatrización de pequeñas quemaduras, pero la resistencia del líquido intracelular y del ángulo de fase no cambiaron.

El estudio E3, realizado en pacientes con lesiones por presión (LPP), demostró que el AF fue eficaz en la evaluación de lesiones ya que

disminuyó significativamente en estos pacientes⁽¹⁷⁾. El AF total de los pacientes con LPP (3,4º [rango 2,7-4,2]) fue un 10% menor que en los pacientes sin LPP (3,8º [rango 3,2-4,3]). Los autores también demostraron que existe una correlación entre la escala de Norton y los valores de AF.

En otro estudio (E4), que evaluó el AF en las úlceras de los pies, los autores no pudieron demostrar la efectividad del uso del AF en el proceso de cicatrización⁽¹⁸⁾. A pesar de que hubo cicatrización en los pacientes, sin complicaciones, los parámetros de BIA no aumentaron durante el tratamiento, como se esperaba.

En el estudio E5, el AF mostró efectividad en la predicción del riesgo de lesiones cutáneas, demostrando que valores bajos de AF posiblemente se correlacionan con una disminución de la integridad celular y, en consecuencia, con la aparición de lesiones por presión, ya que de los 11 pacientes evaluados que desarrollaron LPP, 10 tenían un AF total inferior a 4º (estándar de oro para este estudio)⁽¹⁹⁾.

Los autores de este estudio identificaron que los promedios de los AF examinados oscilaron entre 2,09º y 4,53º, con un promedio general de 3,18º (+0,55º).

Cuadro 2 - Características de los estudios sobre el comportamiento del AF en un paciente con lesiones cutáneas. Niterói, RJ, Brasil, 2020.

Identificación, Autor(es), Año & País	Diseño de la investigación	Método	Equipo para la medición del AF	Tipo de lesión	Hallazgos principales
E1 ⁽¹⁵⁾ Moore et al., 2011.	Cuasi experimental	Se incluyeron en el estudio 11 pacientes, 7	Quantum IV – RJL	Heridas crónicas sin cicatrizar.	El AF fue eficaz para evaluar la

EE. UU.		mujeres y 4 hombres, con una edad media de 62,54 años. Las mediciones del ángulo de fase se realizaron semanalmente durante 12 semanas o hasta que se cerró la herida. La frecuencia utilizada no estaba clara, el autor informó de 4 a 1000 kHz.		Las etiologías (y número) de las heridas fueron arteriales (1), venosas (3), neurotróficas (3), traumáticas (1), quirúrgicas (1) e infecciosas (2)	cicatrización de las heridas.
E2 ⁽¹⁶⁾ Kenworthy et al., 2017 Australia	Estudio de Cohorte	Estudio con 28 pacientes mayores de 18 años. Se utilizó un valor de 50 kHz en la medición de BIA.	ImpediMed - SFB7 tetrapolar	Pequeñas quemaduras en las extremidades	El AF no se asoció significativamente con la cicatrización de las heridas.
E3 ⁽¹⁷⁾ Hengstermann et al 2007 EE. UU.	Estudio de Cohorte	Se determinó el estado nutricional de 484 (326 mujeres / 158 hombres) adultos mayores de 65 años multimórbidos. Se utilizó BIA para evaluar la composición corporal y las LPP se dividieron en etapas I-IV. La corriente eléctrica utilizada fue de 50 kHz. Se colocaron cuatro electrodos de superficie en la muñeca y el tobillo para realizar las mediciones.	Nutrigard 2000-M	LPP etapas I-IV	El AF demostró efectividad en la reducción de la herida al compararlo con la escala de Norton. La media fue de 3,4° en pacientes con lesión y 3,8° en pacientes sin lesión
E4 ⁽¹⁸⁾ Gonzalez-Correa et al., 2009. Colombia.	Estudio de Caso control	Estudio realizado con 6 pacientes, 3 hombres, 3 mujeres, con una edad media de 71 años, con úlceras	4000B - XITRON	Úlceras en las piernas	El AF no fue efectivo para evaluar las heridas. La media fue de 3,85° en pacientes mayores de 51 años con

		unilaterales de pie diabético en una de las piernas tratadas con <i>Triticum vulgare</i> o con las medidas (resistencia o R, reactancia o Xc y ángulo de fase o θ a 50 kHz) con un período de seguimiento de 5 semanas.			lesión y de 7,4° en pacientes entre 21 y 50 años sin lesión.
E5 ⁽¹⁹⁾ Mota et al., 2019 Brasil	Estudio Transversal	Estudio realizado con 11 pacientes, 10 adultos mayores de 65 años y solo 01 joven de 21 años, 6 eran de sexo femenino. La frecuencia utilizada por el dispositivo en este estudio fue de 50 kHz.	In Body S10	LPP	El AF fue efectivo para indicar una disminución de la integridad celular y, en consecuencia, un riesgo de lesiones por presión. La media general fue de 3,18°, la media para las personas mayores de 65 años fue de 3,06° y para el paciente joven de 4,3°.

Fuente: El autor.

El cuadro 3 muestra el riesgo de sesgo utilizando las herramientas de análisis crítico de JBI. Todos los estudios presentaron ítems que no se cumplieron y/o que no se describieron claramente en los estudios, siendo el estudio E4 el que presentó el mayor porcentaje de respuestas positivas (87,5%) y el estudio E1 el porcentaje más bajo (66,7%)^(15,18).

El E5 no menciona si los grupos fueron homogéneos en sus características. Por lo tanto, el factor de confusión no puede evaluarse claramente, ya que lo mismo ocurre cuando el efecto estimado de exposición a la intervención está sesgado por la presencia de alguna diferencia entre los grupos de comparación⁽¹⁹⁾. En la evaluación del estudio

E2, así como en el estudio E3, no estaba claro quién era el grupo de control⁽¹⁶⁾. Además, en los estudios E2 y E4 no fue posible identificar si existían factores de confusión^(16,18).

En el estudio E1, no estaba claro si los participantes fueron incluidos en comparaciones similares⁽¹⁵⁾. Los autores informaron que el tratamiento era estándar para todos, incluso el uso de suplementos, pero las lesiones de diferentes etiologías pueden generar sesgos en el estudio.

Cuadro 3 – Análisis del riesgo de sesgo en los estudios. Niterói, RJ, Brasil, 2020.

Riesgo de Sesgo	Estudios (porcentaje de respuestas positivas)	
Estudio transversal	E5 (75%)	
1. ¿Se definieron claramente los criterios de inclusión?	Sí	
2. ¿Se describieron en detalle los sujetos y los escenarios de los estudios?	Sí	
3. ¿Se midió la exposición de forma válida y fiable?	No está claro	
4. ¿Los criterios y estándares utilizados fueron objetivos para medir la condición?	Sí	
5. ¿Se identificaron factores de confusión?	No está claro	
6. ¿Había estrategias para lidiar con los factores de confusión?	Sí	
7. ¿Se midieron los resultados de forma válida y confiable?	Sí	
8. ¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?	Sí	
Cohorte	E2 (72,7%)	E3 (81,8%)
1. ¿Los dos grupos eran similares y fueron reclutados de la misma población?	No está claro	No está claro
2. ¿Se midieron las exposiciones de manera similar para asignar a las personas a grupos expuestos y no expuestos?	Sí	Sí
3. ¿Se midió la exposición de forma válida y confiable?	No está claro	Sí
4. ¿Se identificaron factores de confusión?	No está claro	No
5. ¿Se registraron estrategias para hacer frente a los factores de confusión?	Sí	Sí
6. ¿Los grupos/participantes desconocían el resultado al comienzo del estudio (o en el momento de la exposición)?	Sí	Sí
7. ¿Se midieron los resultados de forma válida y confiable?	Sí	Sí
8. ¿Se informó el tiempo de seguimiento y fue lo suficiente largo y suficiente como para que se produjera el resultado?	Sí	Sí
9. ¿Se completó el seguimiento y, en caso contrario, se describieron e investigaron las razones por las cuales no se continuó con el seguimiento?	Sí	Sí
10. ¿Se utilizaron estrategias para hacer frente a un seguimiento incompleto?	Sí	Sí
11. ¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?	Sí	Sí
Casos y controles	E4 (87,5%)	
1. ¿Fueron los grupos comparables, excepto en presencia de enfermedad en los casos o ausencia de enfermedad en los controles?	Sí	
2. ¿Se emparejaron adecuadamente los casos y los controles?	Sí	
3. ¿Se utilizaron los mismos criterios para identificar casos y controles?	Sí	
4. ¿Se midió la exposición de manera estándar, válida y confiable?	Sí	
5. ¿Se midió la exposición de la misma manera para los casos y los controles?	Sí	
6. ¿Se identificaron factores de confusión?	No	
7. ¿Se registraron estrategias para hacer frente a los factores de confusión?	Sí	
8. ¿Se evaluaron los resultados de manera estándar, válida y confiable para casos y controles?	Sí	
9. ¿El período de interés de la exposición fue lo suficientemente largo como para ser significativo?	Sí	
10. ¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?	Sí	
Cuasi experimental	E1 (66,7%)	
1. ¿Está claro en el estudio cuál es la 'causa' y cuál es el 'efecto' (es decir, no hay confusión sobre qué variable va primero)?	Sí	
2. ¿Los participantes fueron incluidos en comparaciones similares?	No	

3. ¿Los participantes fueron incluidos en las comparaciones que recibieron tratamiento/atención similar, además de la exposición o intervención de interés?	No
4. ¿Había un grupo de control?	No
5. ¿Hubo múltiples mediciones del resultado antes y después de la intervención/exposición?	Sí
6. ¿Se completó el seguimiento y, en caso contrario, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en cuanto a su seguimiento?	Sí
7. ¿Se incluyeron los resultados de los participantes en las comparaciones que se midieron de la misma manera?	Sí
8. ¿Se midieron los resultados de forma fiable?	Sí
9. ¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?	Sí

Fuente: Adaptación del *Joanna Briggs Institute*.

El cuadro 4 muestra la calidad de la evidencia de los estudios incluidos en la revisión. Para el resultado "cicatrización" los estudios mostraron evidencia moderada con un total de 529 participantes. Para el resultado "riesgo de lesión" la evidencia fue débil, con un estudio de 11 participantes.

Cuadro 4 – Calidad de la evidencia. Niterói, RJ, Brasil, 2020.

Resultados	Nº de participantes (estudios)	GRADE	Impacto
Cicatrización de la lesión evaluada con: AF por BIA	529 (3 estudios observacionales y 1 estudio cuasi experimental)	⊕⊕⊕○ MODERADA	El resultado de la cicatrización se demostró en cuatro estudios que utilizaron el AF como parámetro en el seguimiento de las lesiones.
Riesgo de Lesión evaluado con: AF por BIA	11 (1 estudio observacional)	⊕⊕○○ BAJA	El resultado riesgo de lesión se demostró en un estudio, con una muestra reducida, que mostró una asociación entre el AF y el riesgo de desarrollar lesiones por presión.

Fuente: *Software GRADEpro Guideline Development Tool*.

DISCUSIÓN

El tratamiento de las lesiones cutáneas ha ido experimentando profundos cambios a lo largo del tiempo, desafiando el conocimiento técnico-científico de los profesionales de la salud responsables de esta atención, en todos los niveles de la asistencia sanitaria⁽²⁰⁾.

En varios países se han desarrollado estudios para investigar no solo el uso de recubrimientos, sino también nuevas tecnologías orientadas al tratamiento de lesiones cutáneas, por ello es importante realizar revisiones sobre la producción científica en el área de la salud que se ocupe de este tema vinculado a los tipos de tecnologías para

apoyar la práctica asistencial en el cuidado preventivo o curativo de las lesiones cutáneas, ya que la implementación del cuidado requiere de una combinación de tecnologías orientadas a la calidad de vida del ser humano⁽²⁰⁾.

En este contexto, la presente revisión sistemática aportó estudios que abordaron el uso de la tecnología de bioimpedancia eléctrica y la medición del ángulo de fase asociado a las lesiones cutáneas. El uso de este método que utiliza la medida del biomarcador AF fue sugerido en este estudio para evaluar la efectividad para predecir el riesgo de desarrollar lesiones cutáneas y monitorear la cicatrización de las mismas. Solo tres artículos científicos fueron capaces de demostrar que el uso de este biomarcador fue eficaz para estas asociaciones^(15,17,19). A pesar de que no existen revisiones enfocadas específicamente en este estudio, algunos autores ya han vinculado la aparición de lesiones por presión con cambios en la constitución corporal⁽²⁰⁾. Este hecho trae nuevas posibilidades de acción para que los enfermeros manejen la atención de los pacientes con lesiones cutáneas. Sin embargo, para recomendar su uso, es necesario que se realicen más estudios primarios, con diseños experimentales aleatorizados y controlados. Entonces sería posible realizar un metanálisis para evaluar las medidas de efecto con mayor precisión.

A través de los datos extraídos en esta revisión, se identificó que cuatro producciones científicas abordaron las lesiones crónicas. Un estudio evaluó heridas crónicas de diversas etiologías (arteriales, venosas, neurotróficas, traumáticas, quirúrgicas e infecciosas)⁽¹⁵⁾. Otro evaluó pacientes con quemaduras y dos

estudios abordaron LPP^(17,18,19). Solo una producción científica abordó lesiones agudas causadas por pequeñas quemaduras de aparición reciente, menos de cuatro días. La diversidad de lesiones cutáneas, en diferentes estadios y con diferentes características, produjo una gran heterogeneidad en la revisión, imposibilitando la realización de un metaanálisis.

Hay autores que están estudiando el AF como marcador biológico para evaluar el pronóstico de patologías clínicas, como, por ejemplo, en un estudio transversal y prospectivo que evaluó la correlación entre los valores del ángulo de fase y las variables nutricionales y clínicas en pacientes cirróticos con perfil sarcopénico⁽¹⁾. En este estudio se concluyó que valores bajos de AF pueden ser buenos predictores para el diagnóstico de cirrosis y sugieren su uso como marcador viable de sarcopenia en pacientes con este perfil, porque además de ser un método de fácil acceso, tiene buena reproducibilidad y bajo costo⁽²¹⁾. Confirmando los estudios, para el resultado "cicatrización", un grupo de autores demostró una relación positiva entre la cicatrización y el aumento de las medidas de AF en pacientes con lesiones cutáneas^(15,17). La adquisición de esta tecnología en los servicios de salud puede ayudar al enfermero en la toma de decisiones, junto con otras medidas de evaluación de riesgos, como las escalas ya validadas.

También hubo una diferencia de edad entre las poblaciones de los estudios, donde se pudo detectar que el valor del AF puede estar influenciado por la edad y el sexo, coincidiendo con otros autores que discuten la necesidad de ajustar los valores de referencia según el sexo

y la edad cómo una posible limitación del uso del AF como marcador pronóstico en diversos contextos de la práctica clínica⁽²²⁾. En el mismo estudio, los autores sostienen que en un individuo sano el AF puede presentar valores entre 4 y 10 grados. Otros autores encontraron valores que oscilaron entre 5 y 15 grados⁽²³⁾. Por consiguiente, observamos en los resultados obtenidos en esta revisión sistemática que los promedios de los valores encontrados en los estudios estuvieron por debajo de los valores de referencia de los respectivos autores.

Algunos estudios incluidos en la revisión lograron definir puntos de corte para el AF en cada estudio^(17,19). Se identificó que los pacientes adultos mayores con LPP, mayores de 65 años, tenían un AF medio de 3,4° y los sin LPP uno de 3,8°⁽¹⁷⁾. El estudio de Mota et al.⁽¹⁹⁾, que también evaluó la LPP, demostró que el punto de corte para una media general de AF era 3,18 para jóvenes y adultos. En el estudio que evaluó las lesiones cutáneas crónicas, el punto de corte de AF para pacientes mayores de 51 años fue de 3,85°⁽¹⁸⁾. Los estudios primarios futuros sobre AF y lesiones cutáneas pueden usar estos valores como base para un punto de corte, incluso se destacan tres estudios que han demostrado ser efectivos para monitorear lesiones como predictores para la evaluación de riesgos (E5)⁽¹⁹⁾, el desarrollo y/o cicatrización de lesiones cutáneas (E1, E3)^(15,17). De esta forma, es posible comprobar con estudios que evalúan la relación del ángulo de fase como biomarcador pronóstico de resultados clínicos^(1,24,25).

Es evidente, según los datos analizados en este estudio, que el AF medido por bioimpedancia eléctrica coincide con la mejoría o el

empeoramiento de las lesiones cutáneas, esto se debe a que el AF está asociado a la salud de la célula, tanto a la cantidad de líquido intra y extracelular como a la integridad de la membrana fosfolipídica⁽²⁶⁾.

Esta revisión sistemática cumplió con todo el rigor metodológico, sin embargo, tiene algunas limitaciones relacionadas con los estudios incluidos. Se encontraron pocos estudios con temas que abordaran el AF y las lesiones cutáneas (heridas y/o lesiones cutáneas) y que cumplieran con los criterios de inclusión. Los estudios incluidos mostraron debilidades metodológicas, con muestras reducidas y diferentes formas de medir el AF. Lo cual se manifestó en el análisis del riesgo de sesgo y en el análisis de la calidad de la evidencia para los resultados de cicatrización y riesgo. La comparación de resultados a través de un metaanálisis aumentaría el poder de muestreo, sin embargo, los estudios han mostrado una gran heterogeneidad, debido a diferencias en los resultados y en el equipo utilizado. Debido al escaso número de estudios que cumplieron con los criterios de elegibilidad, se propone realizar más investigaciones con el tema abordado en este estudio, ya que se lo considera relevante y extremadamente importante para la atención de la salud de los pacientes afectados por lesiones cutáneas.

CONCLUSIÓN

Esta revisión proporcionó un resumen de la evaluación de la efectividad del ángulo de fase para evaluar el riesgo de desarrollar lesiones cutáneas y, en el caso de lesiones ya instaladas, para evaluar la efectividad en el seguimiento del proceso de cicatrización.

Aunque hay pocos estudios científicos con el tema propuesto, fue posible demostrar evidencia moderada para el resultado "cicatrización" y baja para el resultado "riesgo de lesión". No fue posible realizar un metanálisis en este estudio.

El estudio contribuye, con potencial de innovación al área de enfermería, a través de la posibilidad de incorporar una nueva

tecnología en la evaluación de lesiones cutáneas, incluyendo medidas más precisas que traduzcan el estado celular en estas evaluaciones, dándole herramientas al enfermero para una mejor toma de decisiones y planificación de acciones de gestión de la atención con el fin de minimizar el daño a los pacientes.

REFERENCIAS

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, Binguente 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-Táutiva 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.