

Aplicação do ângulo de fase em situações clínicas

Phase angle application in clinical settings

Aplicación del ángulo de fase em situaciones clínicas

Luana Maria Daniel Lopes Silva¹

Lúcia Caruso²

Lígia Araújo Martini³

Unitermos

Avaliação nutricional; impedância elétrica; desnutrição

Key words

Nutrition assessment; electric impedance; malnutrition

Unitérminos

Evaluación nutricional; impedancia eléctrica; desnutrición

Endereço para correspondência:

Lígia Araújo Martini

Departamento de Nutrição da FSP da USP
Avenida Dr. Arnaldo, 715 – Cerqueira César
CEP 01246-904 – São Paulo/SP
E-mail: lmartini@usp.br

Submissão

5 de junho de 2007

Aceito para publicação

27 de outubro de 2007

Resumo

A qualidade na assistência nutricional do paciente hospitalizado inclui a aplicação de parâmetros de avaliação nutricional para o diagnóstico e acompanhamento da intervenção proposta. Ao mesmo tempo, os objetivos dessa intervenção nutricional devem estar em consonância com a perspectiva de reabilitação imposta pela condição clínica. Neste contexto, o ângulo de fase (ÂF) determinado pela bioimpedância elétrica (BIA) tem sido utilizado na avaliação nutricional clínica. Consiste numa medida direta da estabilidade das células e reflete a contribuição de fluidos e membranas celulares do corpo humano, sendo, portanto, interpretado como indicador da integridade da membrana e preditor de massa celular corpórea. O objetivo deste trabalho foi investigar a viabilidade da aplicação do ÂF em situações clínicas, por meio de revisão da literatura. A aplicação do ÂF tem demonstrado grande eficiência na aferição dos compartimentos corporais em diversas situações clínicas, como desnutrição, traumas, neoplasias, pré e pós-operatório, doenças hepáticas e insuficiência renal. Nessas condições, tem sido associado com morbidade e mortalidade, sendo sugerido como indicador prognóstico e preditor de sobrevida. Papel este que apresenta grande relevância na avaliação nutricional de pacientes hospitalizados, por representar uma ferramenta útil para direcionar o planejamento e estabelecimento da terapia nutricional de cada paciente e um parâmetro de avaliação nutricional complementar aos demais habitualmente utilizados na prática clínica.

Abstract

The hospitalized patient's attendance nutritional qualities include the application of nutritional assessment parameters for the proposed intervention diagnostic and following. At the same time, the nutritional intervention mains must be in consonance with the rehabilitation perspective determined for the clinical condition. In this context, the phase angle determined by the bioelectrical impedance (BIA) has been used in clinical nutritional assessment, for being a direct measure of cell stability, and reflects the human body contribution of fluid and cellular membranes, thus being interpreted as a membrane integrity indicator and body cell mass predictor. The main of this study was to investigate the phase angle clinical application viability through literature revision. The phase angle application has been demonstrated large efficiency in the body compartments gauging in several clinical settings, such as malnutrition, trauma, cancer, surgery patients, hepatic and renal illness. In this conditions, the phase angle has been associated with morbidity and mortality and, for this reason, has been used as a prognostic indicator and survival predictor. This prognostic role has showed an important relevance in the hospitalized patients' nutritional assessment, by representing an useful tool in the nutritional therapy planning and stablishment to each patient, due to being a nutritional assessment parameter that complement the others frequently used in the clinical setting.

Resumen

La calidad en la asistencia nutricional del paciente hospitalizado incluye la aplicación de parámetros de evaluación nutricional para el diagnóstico y acompañamiento de la intervención propuesta. Al mismo tiempo, los objetivos de esta intervención nutricional deben estar en armonía con la perspectiva de reabilitación impuesta por la condición clínica. En este contexto, el ángulo de la fase determinado por la bioimpedancia eléctrica ha sido utilizado en la evaluación nutricional clínica. Consiste en una medida directa de estabilidad de las células y refleja la contribución de fluidos y membranas celulares del cuerpo humano, siendo, por lo tanto interpretado como indicador de integridad de la membrana y predictor de masa celular corporal. El objetivo de este trabajo, es investigar la viabilidad de la aplicación del ángulo de fase en situaciones clínicas, por medio de revisión de la literatura. La aplicación del ángulo

¹ Nutricionista, aprimoranda da Faculdade de Saúde Pública (FSP) da Universidade de São Paulo (USP)/Hospital Universitário (HU)

² Nutricionista do Serviço de Nutrição e Dietética (SND) do HU/USP e mestre em Nutrição Humana Aplicada pela USP

³ Nutricionista professora doutora do Departamento de Nutrição da FSP da USP

de fase ha demostrado gran eficiencia en el contraste de los compartimientos corporales en diversas situaciones clínicas como la desnutrición, traumas, neoplasias, pre y post operatorio, enfermedades hepáticas e insuficiencia renal. En estas condiciones, han sido asociados con morbilidad y mortalidad, siendo sugerido como indicador pronóstico y predictor de sobrevida. Este papel que presenta gran relevancia en la evaluación nutricional de pacientes hospitalizados, por representar una herramienta útil para dirigir la planificación y establecimiento de la terapia nutricional de cada paciente, por significar un parámetro de evaluación nutricional complementario a los demás habitualmente utilizados en la práctica clínica.

Introdução

A qualidade na assistência nutricional do paciente hospitalizado inclui a aplicação de parâmetros de avaliação nutricional para o diagnóstico e o acompanhamento da intervenção proposta. Ao mesmo tempo, os objetivos dessa intervenção nutricional devem estar em consonância com a perspectiva de reabilitação imposta pela condição clínica. Em muitos casos, não será possível a recuperação do estado nutricional, mas o retardo ou a manutenção do ritmo de depleção. Desse modo, um método de avaliação nutricional ideal deveria ser capaz de detectar as alterações funcionais orgânicas provocadas pela desnutrição e, assim, esta se tornaria um marcador das alterações no estado de saúde, as quais podem ser causadas por diferentes fatores e não somente pela ingestão inapropriada de nutrientes¹.

A associação entre desnutrição e morbidade trouxe à tona a relação entre estado nutricional e desenvolvimento de complicações e, com isso, indicadores nutricionais passaram a ser utilizados também como indicadores prognósticos em diversas situações clínicas².

Neste contexto, o ângulo de fase ($\hat{A}F$) obtido por meio da análise da bioimpedância elétrica (BIA) vem apresentando importante contribuição na identificação de pacientes em risco de desenvolver algum tipo de complicação³⁻⁵.

A BIA é um método prático, rápido e não-invasivo, utilizado para estimar os compartimentos corporais, inclusive a distribuição dos fluidos nos espaços intra e extracelulares⁶. Sua análise baseia-se na medida da resistência total do corpo à passagem de uma corrente elétrica de baixa amplitude (800 mA) e alta frequência (50 KHz), mensurando propriedades como impedância (Z), resistência (R), reactância (Xc) e o $\hat{A}F$ ⁷.

A resistência, medida que reflete a oposição à passagem da corrente pelo corpo, é inversamente proporcional à quantidade de fluidos. No corpo humano, os tecidos magros são altamente condutores, por conterem grande quantidade de água e eletrólitos, representando, portanto, um meio de baixa resistência elétrica. Já gordura e ossos, por apresentarem pequena quantidade de água e eletrólitos, caracterizam-se como maus condutores de corrente elétrica e, assim, como meios de alta resistência⁷.

A reactância, por sua vez, é a oposição ao fluxo da corrente elétrica causada pela capacitância, podendo ser entendida como um indicador da quantidade de massa celular corpórea ou massa magra. Dessa forma, está mais

relacionada com a estrutura e função das membranas celulares, podendo representar uma avaliação funcional, além de morfológica⁷.

O $\hat{A}F$ é obtido por meio da relação entre medidas diretas de R e Xc, sendo calculado diretamente pela equação: $\hat{A}F = \arctan(Xc/R) \times 180^\circ/3.14$. O $\hat{A}F$ tem sido interpretado como indicador da integridade da membrana e da distribuição de água entre os espaços intra e extracelular e, por ser considerado preditor de massa celular, tem sido utilizado como indicador nutricional em adultos e crianças⁸. Seus valores podem variar de 0 a 90 graus, sendo que um indivíduo saudável pode apresentar valores de $\hat{A}F$ aproximadamente de 4 a 10 graus⁹.

Valores de $\hat{A}F$ menores representam baixa Xc e alta R e podem ser associados à morte celular ou a alguma alteração na permeabilidade seletiva da membrana; valores mais altos representam alta Xc e baixa R, podendo associar-se à maior quantidade de membranas celulares intactas, ou seja, maior massa celular corpórea¹⁰.

De fato, o uso da BIA tem demonstrado grande eficiência na aferição dos compartimentos corporais no meio clínico, constituindo-se um método de avaliação da composição corporal altamente aceito pela comunidade científica¹.

No entanto, a avaliação da composição corporal realizada pela BIA é baseada em equações de regressão que utilizam R e Xc como parâmetros para estimar água corporal total, massa magra ou massa livre de gordura, massa celular corporal e gordura corporal. Para isso, a BIA assume dois conceitos que têm sido motivo de críticas no meio científico: que a hidratação dos tecidos corporais é constante em todos os indivíduos (saudáveis, obesos, pacientes cirúrgicos, pacientes críticos, etc.) e que o corpo humano se comporta como um cilindro que conduz corrente elétrica homogeneamente¹¹.

Por tal motivo, a BIA não é considerada um bom método para avaliar a composição corporal em situações em que há alterações na hidratação do tecido⁶, considerando-se que seus resultados podem ser afetados por diversas condições comumente encontradas no meio clínico, como presença de edema, ascite, desidratação, soroterapia, utilização de diuréticos e estados extremos de obesidade (mórbida) e desnutrição (severa)^{12,13}.

Apesar de a desnutrição ser fator relevante no ambiente hospitalar, nenhuma das técnicas convencionais de avaliação do estado nutricional atualmente utilizadas, podem ser consideradas padrão-ouro, pois são incapazes de expressar o estado nutricional de modo fidedigno, uma vez que sofrem a

influência de inúmeros fatores relacionados a condição clínica (retenção hídrica, alterações metabólicas e outras).

A bioimpedância, que consiste num método relativamente simples, não-invasivo e de fácil aplicação, pode apresentar uma contribuição interessante. Os parâmetros da impedância, R e Xc, podem ser aplicados diretamente sem a utilização de equações, quantificados como $\hat{A}F$, em seu papel complementar de indicador prognóstico e preditor de sobrevida. Sua aplicação tem sido de grande utilidade, mesmo em situações em que há alteração na hidratação do tecido, como mostram os estudos realizados com pacientes cirúrgicos, com neoplasias, HIV, nefropatias e hepatopatias, nos quais os autores confirmam cada vez mais o papel do $\hat{A}F$ como importante marcador de mortalidade e morbidade¹⁴⁻²⁰.

O $\hat{A}F$ também apresenta significativa associação com taxa metabólica basal (TMB). Isto pode ser verificado no estudo de Marra et al. (2005) realizado em pacientes com anorexia nervosa, no qual o $\hat{A}F$ mostrou-se preditor da TMB em diferentes modelos de análise, não somente quando os parâmetros da BIA foram considerados individualmente, mas também em combinação com outros fatores como peso e idade ou massa livre de gordura.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar a viabilidade da aplicação do $\hat{A}F$ em situações clínicas, por meio de revisão da literatura.

Ângulo de fase: indicador prognóstico e preditor de sobrevida

O $\hat{A}F$ era originalmente utilizado como ferramenta para diagnosticar distúrbios metabólicos e realizar investigações relacionadas às associações deste com variáveis fisiológicas, como a TMB¹⁹.

No entanto, atualmente, vem assumindo papel complementar ao ser utilizado também como indicador prognóstico e preditor de sobrevida, por ser uma medida direta da estabilidade das células e refletir mudanças de água intra e extracelular, sendo, portanto, interpretado como indicador da integridade da membrana e preditor de massa celular corpórea^{8,21}.

Em pesquisas realizadas com pacientes hospitalizados, HIV positivos e AIDS, neoplasias, insuficiência renal crônica,

doença pulmonar obstrutiva crônica, cirrose hepática, bacteremia e pacientes criticamente doentes, os autores investigaram o papel do $\hat{A}F$ como indicador prognóstico, evidenciando associação positiva com o tempo de sobrevida desses pacientes, e também sugeriram que o $\hat{A}F$ poderia ser uma importante ferramenta para avaliar sinais clínicos e monitorar a progressão da doença, sendo até mesmo superior a outros indicadores, séricos ou antropométricos^{4,16,19,22-28}.

A Tabela 1 apresenta diferentes estudos realizados utilizando o $\hat{A}F$. Em estudos realizados por Gupta et al.^{16,17}, o $\hat{A}F$ mostrou-se um forte indicador prognóstico em pacientes com câncer de cólon e naqueles com câncer pancreático, ambos em estágio avançado da doença^{16,17}.

Selberg e Selberg¹⁹ verificaram resultados similares, ao investigarem a relação entre o $\hat{A}F$ de pacientes com cirrose hepática e o tempo de sobrevida dos mesmos. Os autores demonstraram que pacientes com $\hat{A}F$ menores que 5.4° tiveram o tempo de sobrevida significativamente mais baixo que os outros ($p < 0,01$), conforme Tabela 1.

Diversos estudos realizados com pacientes submetidos à terapia de hemodiálise crônica verificaram boa correlação entre o $\hat{A}F$ e os parâmetros nutricionais e índices de morbidade. Pelo fato de a desnutrição ser altamente presente nesses pacientes, o estado nutricional torna-se forte preditor de mortalidade^{3,11,15,29-32}. Resultados semelhantes foram mostrados por Guida et al.³², ao detectarem reduzidos índices de massa celular e $\hat{A}F$ em pacientes com sobrepeso e obesidade submetidos à hemodiálise, sugerindo que tais indivíduos podem estar em risco de desnutrição, apesar de apresentarem valores de índice de massa corporal (IMC) acima do limite de normalidade.

Avram et al.^{33,34}, Fein et al.³⁵ e Mushnick et al.³⁶ também apontam forte associação entre baixos valores de $\hat{A}F$ e o aumento da mortalidade em pacientes que realizam diálise peritoneal.

Barbosa-Silva e Barros 2005¹⁴, em estudo realizado com pacientes que seriam submetidos a cirurgias gastrointestinais, encontraram que, dentre todas as variáveis nutricionais utilizadas, como perda de peso maior que 10%, Avaliação Nutricional Subjetiva Global, massa extracelular e massa celular corporal, somente o $\hat{A}F$ manteve-se com valor prognóstico significativo após o ajuste com outros determinantes, como idade, sexo e presença de neoplasias (Tabela 1).

Tabela 1 - Aplicação do ângulo de fase ($\hat{A}F$) como indicador prognóstico e preditor de sobrevida.

Autores	População de estudo	N°	Resultados encontrados
Gupta et al. ¹⁷	Pacientes com neoplasia de cólon (estágio avançado)	52	$\hat{A}F \leq 5.57^\circ$, média de sobrevida = 8,6 m e $\hat{A}F > 5.57^\circ$, = 40,4 m
Gupta et al. ¹⁶	Pacientes com neoplasia de pâncreas (estágio avançado)	58	$\hat{A}F < 5.0^\circ$, média de sobrevida = 6,3 m e $\hat{A}F < 5.0^\circ$, = 10,2 m
Selberg e Selberg ¹⁹	Pacientes com cirrose hepática	305	$\hat{A}F < 5.4^\circ$, < tempo de sobrevida
Guida et al. ³²	Pacientes em hemodiálise	50	Associação + entre $\hat{A}F$ e índices de morbidade
Avram et al. ³⁴	Pacientes em diálise peritoneal	177	Associação + entre $\hat{A}F$ e risco de mortalidade
Barbosa-Silva e Barros ¹⁴	Pacientes submetidos à cirurgia gastrointestinal	225	Associação + entre $\hat{A}F$ e complicações pós-operatórias

N.° = número da amostra; m = meses; $\hat{A}F$ = ângulo de fase.

Considerações finais

O ÂF utilizado na avaliação nutricional de pacientes hospitalizados como indicador prognóstico e preditor de sobrevida, pode

representar uma ferramenta útil para auxiliar no planejamento e estabelecimento da terapia nutricional de cada paciente. Consiste, dessa forma, num parâmetro de avaliação nutricional com papel complementar aos habitualmente utilizados na prática clínica.

Referências bibliográficas

- Detsky AS, Smalley P, Chang J. The rational clinical examination. Is this patient malnourished? *JAMA* 1994;271:54-8.
- Jeejeebhoy KN. Nutritional assessment. *Nutrition* 2000;16:585-90.
- Pupim LB, Kent P, Ikizler TA. Bioelectrical impedance analysis in dialysis patients. *Miner Electrolyte Metab* 1999;25:400-6.
- Ott M, Fischer H, Polat H. Bioelectrical impedance analysis as a predictor of survival in patients with human immunodeficiency virus infection. *J Acquir Immune Defic Syndr* 1995;9:20-5.
- Toso S, Piccoli A, Gusella M, Menon D, Bononi A, Crepaldi G, et al. Altered tissue electric properties in lung cancer patients as detected by bioelectric impedance vector analysis. *Nutrition* 2000;16:120-4.
- Heymsfield SB, Matthews D. Body composition: research and clinical advances—1993 A.S.P.E.N research workshop. *JPEN* 1994;18:91-103.
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 2004;23:1226-43.
- Nagano M, Suita S, Fukuoka TY. The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutritional assessment in children. *J Pediatr Surg* 2000;35:1035-9.
- Barbosa-Silva MCG, Barros AJD, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RNJ. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr* 2005;82:49-52.
- Peters BSE, Jorgetti V, Martini LA. Body composition changes in hemodialysis patients with secondary hyperparathyroidism after parathyroidectomy measured by conventional and vector bioimpedance analysis. *Br J Nutr* 2006;95(2):353-7.
- Maggiore G, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes hemodialysis patients. *Kidney Int* 1996;50:2103-8.
- Lukaski, HC. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 1986;60(4):1327-32.
- de Lorenzo A, Barra PF, Sasso GF, Battistini NC, Deurenberg P. Body impedance measurements during dialysis. *Eur J Clin Nutr* 1991;45:321-5.
- Barbosa-Silva MCG, Barros AJD. Bioelectric impedance and individual characteristics as prognostic factors for post-operative complications. *Clinical Nutrition* 2005;24:830-8.
- Chertow GM, Lazarus JM, Lew NL, Ma L, Lowrie EG. Bioimpedance norms for the hemodialysis population. *Kidney Int* 1997;52:1617-21.
- Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, Vashi PG, Grutsch JF, Lammersfeld CA. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *British Journal of Nutrition* 2004;92:957-62.
- Gupta D, Lammersfeld CA, Burrows JL, Dahlk SL, Vashi PG, Grutsch JF, et al. Bioelectrical impedance phase angle: implications for prognosis in advanced colorectal cancer. *Am J Clin Nutrition* 2004;80:1634-8.
- Marra M, De Filippo E, Signorini A, Silvestri E, Pisanisi F, Contaldo F, et al. Phase angle is a predictor of basal metabolic rate in female patients with anorexia nervosa. *Physiol Meas* 2005;26:145-52.
- Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol* 2002;86(6):509-16.
- Toso S, Piccoli A, Gusella M, Menon D, Crepaldi G, Bononi A, et al. Bioimpedance vector pattern in cancer patients without disease versus locally advanced or disseminated disease. *Nutrition* 2003;19:510-4.
- Schwenk A, Beisenherz A, Romer K, Kremer G, Salzberger B, Elia M. Phase angle for bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 2000;72:496-501.
- Acosta EJ, Gómez-Tello V, Ruiz SS. Nutritional assessment of the severely ill patient. *Nutr Hosp* 2005;20(2):5-8.
- Bellizzi V, Scalfi L, Terracciano V, De Nicola L, Minutolo R, Marra M, et al. Early changes in bioelectrical estimates of body composition in chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2006;17(5):1481-7.
- Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dorhofer 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;Jul-Aug 30(4):309-16.
- GIBI Brazilian Group for Bioimpedance Study. Total body bioelectrical impedance measurement as a progressive outcome prediction and therapeutic index in the comparison between septic and non septic patients. A multicenter Brazilian study. *R metab Nutr* 1995;2:159-70.
- Mattar JA. Application of total body bioimpedance to the critically ill patient. *Brazilian Group for Bioimpedance Study. New Horiz* 1996;4:493-503.
- Piccoli A. Identification of operational clues to dry weight prescription in hemodialysis using bioimpedance vector analysis. The Italian Hemodialysis-Bioelectrical Impedance Analysis (HDBIA) Study Group. *Kidney International* 1998;53:1036-43.
- Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectrical impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1998;48:16-23.

29. Chertow GM, Jacobs DO, Lazarus JM. Phase angle predicts survival in hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 1997;7:204-7.
30. Johansen KL, Kaysen GA, Young BS, Hung AM, Silva MD, Chertow GM. Longitudinal study of nutritional, body composition, physical function in hemodialysis patients. *Am Clin Nutr* 2003;77:842-6.
31. Chertow GM, Lowrie EG, Wilmore DW, Gonzalez J, Lew NL, Ling J, et al. Nutritional assessment with bioelectrical impedance analysis in maintenance hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 1995;6:75-81.
32. Guida B, De Nicola L, Pecoraro P, Trio R, Di Paola F, Iodice C, et al. Abnormalities of bioimpedance measures in overweight and obese hemodialyzed patients. *Int J Obes* 2001;25:265-72.
33. Avram MM, Sreedhara R, Fein PA, Oo KK, Chattopadhyay J, Mittman N. Survival of hemodialysis and peritoneal dialysis over 12 years with emphasis on nutritional parameters. *Am J Kidney Dis* 2001;37:S77-S80.
34. Avram MM, Fein PA, Rafiq MA, Schloth T, Chattopadhyay J, Mittman N. Malnutrition and inflammation as predictors of mortality in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 2006;70:S4-S7.
35. Fein PA, Gundumalla G, Jordan A, Matza B, Chattopadhyay J, Avram MM. Usefulness of bioelectrical impedance analysis in monitoring nutrition status and survival in peritoneal dialysis patients. *Adv Periton Dial* 2002;18:195-9.
36. Mushnick R, Fein PA, Mittman N, Goel N, Chattopadhyay J, Avram MM. Relationship of bioelectrical impedance parameters to nutrition and survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int Suppl* 2003;64:53-6.