

Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) in stable preterm newborns

Análise vetorial de impedância bioelétrica (BIVA) em recém-nascidos pré-termo estáveis

Ana Vitoria Barban Margutti¹, Carolina Reis Bustamante², Maísa Sanches², Marina Padilha²,
Rebeca Antunes Beraldo², Jacqueline Pontes Monteiro³, José Simon Camelo Jr.⁴

Resumo

Objetivo: Observar o comportamento dos vetores ponteados no gráfico de resistência e de reactância corrigidos pelo comprimento corporal (RXc) através da análise vetorial de impedância bioelétrica (BIVA) e os valores de ângulo de fase (AF) em recém-nascidos (RNs) pré-termo estáveis, considerando a hipótese que o RN pré-termo apresenta o seu comportamento vetorial na BIVA sugestivo de menor quantidade de água e de tecidos moles corporais, comparativamente à referência do RN a termo.

Métodos: Foi realizado estudo de corte transversal em RNs pré-termo, de ambos os sexos, que se encontravam em uma unidade de cuidados intermediários de um hospital terciário. Coletaram-se dados relacionados ao nascimento e à alimentação, bem como dados de bioimpedância elétrica (800 mA, 50 kHz). Os gráficos e as análises vetoriais foram realizados através do BIVA software.

Resultados: Um total de 108 RNs pré-termo foram estudados, separados por faixa etária (< 7 dias e ≥ 7 dias). A maioria dos RNs pré-termo encontrou-se fora da normalidade (acima dos intervalos de tolerância de 95%) existentes na literatura para RNs a termo, e observou-se uma tendência para a dispersão dos pontos no quadrante superior direito no gráfico RXc. O AF dos RNs < 7 dias foi de 4,92° (±2,18), e a dos RNs ≥ 7 dias, de 4,34° (±2,37).

Conclusão: Os RNs pré-termo se comportam de maneira semelhante entre si. A maioria deles possui menor quantidade absoluta de água corporal e apresenta menor quantidade tanto de massa livre de gordura quanto de massa gorda, em valores absolutos, quando comparados com os RNs a termo.

J Pediatr (Rio J). 2012;88(3):253-8: Prematuro, recém-nascido, impedância elétrica, composição corporal.

Abstract

Objective: To observe the behavior of the plotted vectors on the RXc (R – resistance – and Xc – reactance corrected for body height/length) graph through bioelectrical impedance analysis (BIVA) and phase angle (PA) values in stable premature infants, considering the hypothesis that preterm infants present vector behavior on BIVA suggestive of less total body water and soft tissues, compared to reference data for term infants.

Methods: Cross-sectional study, including preterm neonates of both genders, in-patients admitted to an intermediate care unit at a tertiary care hospital. Data on delivery, diet and bioelectrical impedance (800 mA, 50 kHz) were collected. The graphs and vector analysis were performed with the BIVA software.

Results: A total of 108 preterm infants were studied, separated according to age (< 7 days and ≥ 7 days). Most of the premature babies were without the normal range (above the 95% tolerance intervals) existing in literature for term newborn infants and there was a tendency to dispersion of the points in the upper right quadrant, RXc plan. The PA was 4.92° (±2.18) for newborns < 7 days and 4.34° (±2.37) for newborns ≥ 7 days.

Conclusion: Premature infants behave similarly in terms of BIVA and most of them have less absolute body water, presenting less fat free mass and fat mass in absolute values, compared to term newborn infants.

J Pediatr (Rio J). 2012;88(3):253-8: Premature infant, newborn infant, electrical impedance, body composition.

1. RD, MSc. Departamento de Puericultura e Pediatria, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP.
2. RD. Departamento de Puericultura e Pediatria, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, SP.
3. RD, MSc, PhD. Departamento de Puericultura e Pediatria, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, SP.
4. MD, MSc, PhD. Departamento de Puericultura e Pediatria, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, SP.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.

Como citar este artigo: Margutti AV, Bustamante CR, Sanches M, Padilha M, Beraldo RA, Monteiro JP, et al. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) in stable preterm newborns. *J Pediatr (Rio J)*. 2012;88(3):253-8.

Artigo submetido em 18.01.12, aceito em 19.03.12.

<http://dx.doi.org/10.2223/JPED.2198>

Introdução

A impedância bioelétrica (BIA) é um método de análise dos compartimentos corporais que se baseia na medida da condução iônica elétrica do tecido mole (fluidos corporais), admitindo que os tecidos gordurosos e ósseos sejam maus condutores elétricos¹. A análise da BIA apresenta dois parâmetros bioelétricos: resistência (R) e reactância (Xc) corporais, que, isoladamente, não permitem avaliar diretamente a água corporal total (ACT) e a água extracelular (AEC). Nesses casos, utilizam-se equações convencionais previstas para BIA², as quais pressupõem densidade e hidratação constantes da massa livre de gordura (MLG) e são aplicáveis somente nas populações específicas para as quais foram desenvolvidas³.

As mudanças de peso corporal em recém-nascidos (RNs) são de difícil interpretação, pois podem representar alterações tanto no tecido adiposo quanto no muscular ou na sua hidratação⁴. Sendo assim, não se pode considerar a hidratação constante da MLG, e julga-se inadequado o método convencional de BIA⁵. Como, nos primeiros 28 dias de vida, o *turnover* de água no RN é muito grande, o mesmo torna-se susceptível a distúrbios hidroeletrólitos. Conhecer detalhadamente a composição corporal durante o período pós-natal tardio pode ser importante para o cuidado nutricional e o tratamento^{6,7}.

Considerando-se a necessidade de superar os limites impostos pela BIA convencional e de utilizar padrões-ouro para a elaboração de equações preditivas, pode-se fazer uso da análise vetorial de impedância bioelétrica (BIVA). O método gráfico de resistência e reactância corrigidos pelo comprimento corporal (RXc) é baseado na análise da distribuição bivariável da impedância vetorial em uma população com características específicas e considerada saudável, com a utilização de medidas de impedância padronizadas pela estatura (H) do indivíduo, que são ponteadas como vetores bivariados⁸. É possível fazer três tipos de avaliação da BIVA: de um único vetor medido em um indivíduo pela primeira vez; de seguimento de um único paciente (medidas sucessivas/seriadas); e de grupos de sujeitos. Na BIVA, R e Xc, corrigidas para H, são ponteadas como vetores no plano RXc⁹.

A BIVA permite avaliar o paciente por medidas diretas de impedância vetorial e não depende de equações ou modelos, sendo afetada somente por erros nas medidas de impedância e pelas variáveis biológicas dos indivíduos⁹.

O ângulo de fase (AF) é importante na avaliação de gravidade e de prognóstico, ao refletir diferentes propriedades elétricas dos tecidos que são afetados por doenças, estado nutricional e hidratação⁹. É derivado matematicamente de um arco tangencial da relação entre Xc e R (Xc/R)^{2,10}. O AF reflete alterações na condutividade elétrica do corpo, indicando alterações na integridade das membranas celulares, assim como do espaço intercelular¹⁰. Estudos sugerem que os valores de AF, obtidos através da BIA, estão relacionados ao prognóstico (morbidade e mortalidade) do paciente¹¹. A avaliação do AF pode ser superior a outros indicadores nutricionais, antropométricos e séricos¹².

Estabeleceu-se a hipótese de que o RN pré-termo apresenta comportamento vetorial na BIVA sugestivo de

menor quantidade de água e de tecidos moles corporais comparativamente à referência do RN a termo. Portanto, o objetivo deste estudo foi observar o comportamento dos vetores dos RN pré-termo ponteados nos gráficos de referência RXc (R/H e Xc/H) relativos ao período neonatal^{4,13} e aos valores do AF.

Métodos

Trata-se de estudo descritivo transversal realizado na unidade de cuidados intermediários do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), entre fevereiro e outubro de 2009.

Participaram do mesmo 108 RNs pré-termo, de ambos os sexos, estáveis clinicamente. Não foram incluídos no estudo RNs a termo e pós-termo, RNs que apresentavam alguma doença que poderia interferir, direta ou indiretamente, na composição corporal pela mudança do volume intra ou extracelular e RNs portadores de malformações e/ou problemas genéticos que impediriam a avaliação adequada do peso, comprimento e BIA.

Foram coletados dados como sexo, idade gestacional ao nascimento (IG), peso e comprimento (ao nascer e atual), BIA (R e Xc) e alimentação (aleitamento materno ou fórmula infantil). Avaliou-se a adequação de IG dos neonatos ao nascimento através da curva de Alexander et al.¹⁴. Dados relacionados ao tipo de aleitamento dos RNs foram obtidos no prontuário médico, sendo classificados conforme recomendação da Organização Mundial da Saúde¹⁵.

Medidas antropométricas foram obtidas paralelamente à BIA, seguindo a recomendação para a aplicação clínica de Kyle et al.⁹, com as limitações para essa faixa etária. Utilizou-se o aparelho de monofrequência RJL System® Model Quantum II (800mA e 50 kHz) para a medida de BIA. Eletrodos adesivos foram posicionados em pontos previamente padronizados na mão e no pé do RN, posicionado em decúbito dorsal. Os dados da BIA foram adquiridos no momento em que este permanecesse quieto, de preferência em sono calmo, evitando contato entre os membros superiores e o tronco, e entre os membros inferiores.

Valores de R e Xc foram aferidos em *triplicata* em todos os RNs e calculou-se o valor médio destas medidas. O aparelho era calibrado conforme indicação do fabricante (após 20 avaliações) através de um resistor de 500Ω disponibilizado pelo fabricante.

Para interpretação dos resultados, utilizou-se a BIVA, método baseado na análise da distribuição bivariável da impedância vetorial em uma população saudável, que usa a plotagem da medida direta dos componentes vetoriais R e Xc do RN avaliado. As medidas de impedância padronizadas pelo comprimento dos RNs pré-termo (expressos ambos R/H e Xc/H em Ω/m) são ponteadas como bivariáveis vetoriais com seus intervalos de tolerância, que são elipses no plano RXc⁸. Os RNs pré-termo podem ser monitorados rotineiramente em relação à variação do fluido corporal e do estado nutricional, sem fazer nenhuma pressuposição sobre valores da composição corporal.

Utilizou-se o BIVA Software 2002¹⁶ para pontear os dados dos RNs estudados nas elipses de tolerância no plano RXc e para as comparações entre grupos de RNs através de seus intervalos de confiança. Foram utilizadas duas populações de referência (RNs a termo) para pontear os dados no plano RXc: RNs saudáveis menores de 7 dias (< 7d)⁴ e RNs maiores ou igual a 7 dias de vida ($\geq 7d$)¹³.

O AF foi obtido através da relação arco-tangente Xc/R. Para transformar o resultado de radianos para graus ($^{\circ}$), o resultado obtido foi multiplicado por $180^{\circ}/\pi$ ¹⁷.

As variáveis estudadas foram apresentadas em média e desvio padrão. Calculou-se o coeficiente linear de correlação r (Pearson) entre as variáveis R/H e Xc/H. Os vetores foram analisados pelos testes T² de Hotelling e análise univariada (teste F). Foi utilizado intervalo de tolerância de 95% e nível de significância de 5% para todas as análises.

O presente estudo foi conduzido de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, e todos os procedimentos envolvendo seres humanos/pacientes foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos do HCFMRP-USP. Todas as mães ou responsáveis pelos RNs assinaram consentimento por escrito para participar do estudo.

Resultados

Foram estudados 108 RNs pré-termo, agrupados conforme a idade no momento do estudo, a fim de posterior análise comparativa com populações já descritas na literatura.

As características gerais dos RNs no momento do nascimento, tais como dados antropométricos, IG e adequação da IG; assim como dados referentes à alimentação dos RNs no momento do estudo, estão apresentadas na Tabela 1. Observam-se diferenças entre os dados de peso e de

comprimento por se tratar de grupos com situações clínicas e idade cronológica e gestacional distintas. Os dados de alimentação demonstram que há uma predominância da amamentação exclusiva no grupo < 7d, enquanto no grupo $\geq 7d$ predomina a amamentação continuada.

Na Tabela 2, estão apresentados os dados obtidos no momento da aferição da BIA, tais como peso, comprimento, Índice de Massa Corporal (IMC), R, Xc, R/H e Xc/H e AF, do presente estudo (< 7d e $\geq 7d$) e comparados com os estudos de Piccoli et al.⁴ e de Margutti et al.¹³. No momento da avaliação da BIA, os RNs < 7d apresentaram média de idade de $2,56 \pm 1,35$ dias; de peso, $2228,32 \pm 464,68$ gramas; e de comprimento $0,45 \pm 0,024$ metros. Já os RNs $\geq 7d$ apresentaram média de $14,70 \pm 7,22$ dias, $1775,32 \pm 370,35$ gramas e $0,42 \pm 0,028$ metros, respectivamente para idade, peso e comprimento. Valores médios de R e Xc corrigidos pelo comprimento de RNs pré-termo < 7d ou $\geq 7d$ são aparentemente maiores no presente estudo, em comparação aos estudos de Piccoli et al.⁴ e de Margutti et al.¹³.

Dados de AF deste estudo de RNs < 7d são semelhantes aos de Piccoli et al.⁴. Embora não se possa afirmar o mesmo em relação aos valores de Margutti et al.¹³, nota-se uma grande variabilidade dos valores dos prematuros $\geq 7d$ (Tabela 2).

A Figura 1 ilustra a distribuição dos RNs estudados no plano RXc, separados por idade de ambos os sexos. O resultado pontual dos valores escore z de R e Xc, para todos os RNs estudados, independente da idade, apontou para uma dispersão vetorial no quadrante superior direito (QSD), condizente com estado de menor quantidade absoluta de água corporal e menor proporção de tecidos moles, quando comparados às populações de referência^{4,13}.

A Figura 2 demonstra a comparação gráfica entre os vetores dos grupos de RNs pré-termo < 7d e $\geq 7d$ com

Tabela 1 - Características gerais dos recém-nascidos estudados (menores de 7 dias e maiores ou iguais a 7 dias de vida) na ocasião do nascimento e no momento do estudo

Variáveis	Menores de 7 dias	Maiores ou iguais a 7 dias
Recém-nascidos (n)	68	40
Ao nascimento		
Comprimento (cm)	$44,8 \pm 2,4$	$41,6 \pm 2,9$
Peso (g)	$2.340,0 \pm 530,7$	$1.709,0 \pm 383,7$
IG (semanas)	$35,0 \pm 1,6$	$32,2 \pm 2,0$
AIG, n (%)	59 (86,7%)	37 (92,5%)
PIG, n (%)	7 (10,3%)	3 (7,5%)
GIG, n (%)	2 (2,9%)	0 (0,0%)
Momento do estudo		
Amamentação exclusiva, n (%)	35 (51,5%)	8 (20,0%)
Amamentação predominante, n (%)	9 (13,2%)	0 (0,0%)
Amamentação continuada, n (%)	22 (32,2%)	28 (70,0%)
Aleitamento artificial, n (%)	2 (2,9%)	4 (10,0%)

Tabela 2 - Características dos recém-nascidos menores de 7 dias estudados e comparação com dados obtidos na literatura para a mesma faixa etária (Piccoli et al.⁴) e dos maiores ou iguais a 7 dias do presente estudo e comparação com dados obtidos na literatura para a mesma faixa etária (Margutti et al.¹³); os dados são expressos em média \pm desvio padrão

	Recém-nascidos menores de 7 dias		Recém-nascidos maiores ou iguais a 7 dias	
	Presente estudo	Piccoli et al. ⁴	Presente estudo	Margutti et al. ¹³
Neonatos (n)	68	163	40	109
Idade (dias)	2,56 \pm 1,35	-	14,70 \pm 7,22	13,00 \pm 3,60
Comprimento (cm)	44,90 \pm 2,43	50,50 \pm 1,60	42,47 \pm 2,80	50,70 \pm 1,80
Peso (g)	2.228,32 \pm 464,68	3.223,00 \pm 357,00	1.775,32 \pm 370,35	3.297,90 \pm 415,20
IMC (kg/m ²)	10,96 \pm 1,49	12,60 \pm 1,00	9,71 \pm 1,00	13,80 \pm 1,20
R (Ω)	794,67 \pm 124,34	505,00 \pm 60,00	877,16 \pm 140,59	684,80 \pm 53,50
R/H (Ω /m)	1.780,67 \pm 324,75	1.002,00 \pm 128,00	2.083,83 \pm 424,68	1.351,90 \pm 119,30
Xc (Ω)	67,92 \pm 31,93	43,00 \pm 14,00	65,51 \pm 35,99	37,50 \pm 5,30
Xc/H (Ω /m)	151,54 \pm 70,54	85,00 \pm 27,00	154,70 \pm 83,52	74,00 \pm 10,80
Ângulo de fase	4,92 \pm 2,18	4,86 \pm 1,46	4,34 \pm 2,37	3,14 \pm 0,43
r	0,31	0,31	0,20	0,38

IMC = índice de massa corporal; r = coeficiente de correlação linear entre R/H e Xc/H; R = resistência; R/H = resistência/comprimento; Xc = reactância; Xc/H = reactância/comprimento.

suas respectivas referências de literatura por intervalos de confiança, demonstrando diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Discussão

No presente estudo foram estudados RNs pré-termo de ambos os sexos, estáveis clinicamente. A fim de verificar o estado de hidratação e o estado nutricional sem fazer nenhuma pressuposição sobre valores da composição corporal, foi utilizada a BIVA.

Foram encontrados valores médios de R/H e Xc/H (Ω /m) maiores, em termos absolutos, quando comparados aos estudos de Piccoli et al.⁴ e de Margutti et al.¹³.

Estudos de composição corporal de RNs conduzidos por Pludowsky et al.¹⁸ e Ahmad et al.¹⁹ demonstraram que RNs pré-termo apresentam quantidade absoluta de MLG e massa de gordura (MG) significativamente menor do que os RNs a termo. Entretanto, é necessário interpretar tal afirmativa cautelosamente, pois estudo de Camelo Jr. et al. (dados ainda não publicados), realizado neste serviço, avaliou a composição corporal pelo método de diluição de isótopos estáveis, utilizando deutério, e concluiu que crianças a termo, com restrição de crescimento intrauterino (RCIU), têm menor porcentagem de gordura e maior porcentagem de massa magra quando comparadas a crianças adequadas para idade gestacional (AIGs) às custas de maior quantidade de ACT. Isso é explicado pelo fato dos pequenos para idade gestacional (PIGs) apresentarem maior porcentagem de MLG. Porém, semelhante porcentagem de massa magra seca, ou seja, a maior porcentagem de

MLG, deve-se a uma maior quantidade de água. Assim, apesar de RCIU e prematuridade serem condições distintas, acredita-se que o mesmo ocorra ao se comparar RNs pré-termo com a termo.

Espera-se que RNs prematuros apresentem maior quantidade relativa de água quando comparados a RNs a termo, devido à maior hidratação da MLG. Entretanto, em termos absolutos, a quantidade de ACT em RNs prematuros é menor em relação aos RNs a termo, conforme demonstrado no presente estudo, devido à menor quantidade de massa corporal total. Nossos dados demonstraram valores maiores no plano RXc, que corresponde ao QSD, equivalente a menor quantidade de tecidos moles e água.

Apesar dos RNs apresentarem a mesma faixa etária cronológica dos RNs a termo dos grupos de referência, o comportamento vetorial é significativamente diferente, sugerindo menor quantidade absoluta de ACT e MLG, embora do ponto de vista relativo, percentual, espere-se o contrário.

Comparando-se o grupo < 7 d do presente estudo com a população de Piccoli et al.⁴, observa-se que o AF encontrado é semelhante. Entretanto, tal semelhança não é observada entre o grupo ≥ 7 d e o estudo de Margutti et al.¹³, tal discrepância de valores pode ser explicada parcialmente pela grande variabilidade neste grupo e pela baixa correlação entre R/H e Xc/H. Acredita-se que RNs pré-termo possam ter pior prognóstico quando comparados com os RNs a termo durante a fase mais aguda de doenças. Dessa forma, seria de se esperar que o valor de AF encontrado para pré-termos fosse menor do que para os a termo. Porém, os valores desse estudo foram aparentemente maiores para ≥ 7 d, o que pode indicar fase de melhora e estabilidade clínica.

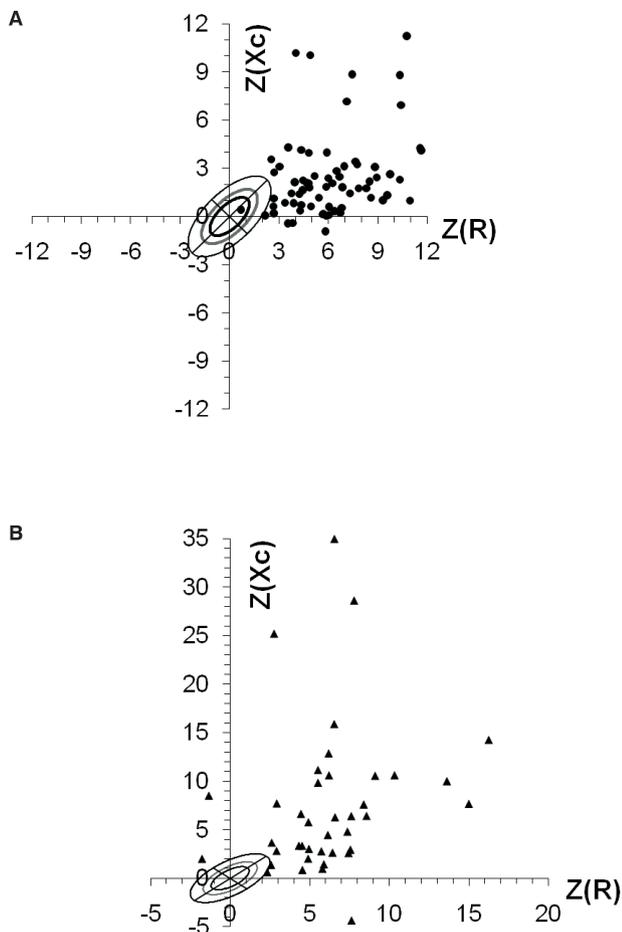


Figura 1 - Distribuição dos recém-nascidos no plano gráfico RXc-escore após as transformações das medidas de impedância em escore z com a respectiva população de referência: Z(R), Escore de Resistência; Z(Xc), Escore de Reactância. A) Menores de 7 dias de vida; B) maiores ou igual a 7 dias de vida

Nagano et al.²⁰, em estudo no Japão, demonstraram a utilidade do AF na avaliação nutricional de lactentes. Contudo, não se pode descartar uma limitação do AF na avaliação de gravidade e no prognóstico em prematuros. Estudos clínicos correlacionam baixos AF com morbidade e mortalidade em pacientes críticos¹², porém, são escassos na literatura estudos sobre AF em RNs.

Através da análise dos resultados, foi possível concluir que os RNs pré-termo se comportam de maneira semelhante entre si e a maioria deles possui menor quantidade absoluta de ACT e apresentam menor quantidade tanto de MLG e MG, quando comparados com os RNs a termo. Especulamos que a avaliação seriada até a IG, corrigida até o termo, possa demonstrar a normalização dos vetores, o que deverá ser observada em estudo futuro.

É importante ressaltar que a maioria dos RNs pré-termo encontra-se acima dos intervalos de tolerância de 95% existentes na literatura para RNs a termo.

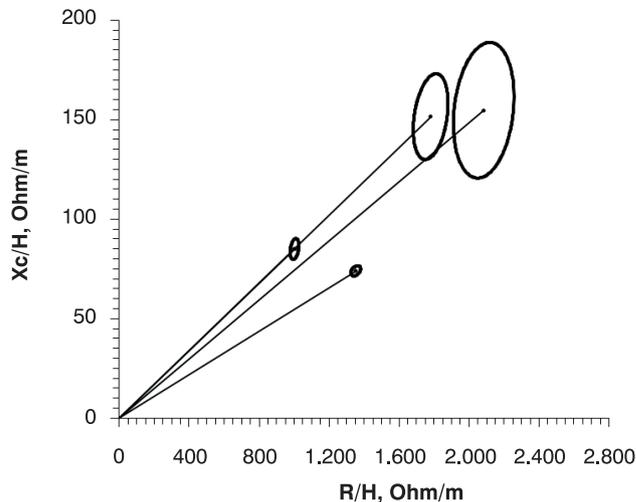


Figura 2 - Gráfico dos vetores da impedância com as elipses de 95% de confiança de recém-nascidos. R (resistência); R/H (resistência/comprimento); Xc, (reactância); Xc/H, (reactância/comprimento) (teste T² de Hotelling). A) Piccoli et al.⁴ - recém-nascidos saudáveis (menores de 7 dias); B) presente estudo - recém-nascidos pré-termo (menores de 7 dias); C) Margutti et al.¹³ - recém-nascidos saudáveis (maiores ou iguais a 7 dias); D) presente estudo - recém-nascidos pré-termo (maiores ou iguais a 7 dias)

Diante do exposto, podem ser criadas curvas específicas para a população de RNs pré-termo, visto que eles se comportam de maneira distinta dos RNs a termo. Ressalte-se o fato de que a prematuridade constitui-se em situação de anormalidade.

Como limitação do estudo, deve-se salientar que os pré-termos estudados apresentam uma grande diferença de IG ao nascimento quando comparados aos RNs a termo das referências (Piccoli et al.⁴ e Margutti et al.¹³) e sendo assim, é correto afirmar que há grande diferença na quantidade de água entre as referências e os pré-termos deste estudo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Professor Antonio Piccoli, da Universidade de Padua, Itália, que gentilmente cedeu o BIVA Software 2002; disponível em: apiccoli@unipd.it. Ao CNPq e FAPESP pelo apoio financeiro.

Referências

1. Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. J Am Coll Nutr. 1992;11:199-209.
2. De Palo T, Messina G, Edefonti A, Perfumo F, Pisanello L, Peruzzi L, et al. Normal values of the bioelectrical impedance vector in childhood and puberty. Nutrition. 2000;16:417-24.

3. Heymsfield SB, Matthews D. [Body composition: research and clinical advances - 1993 A.S.P.E.N. research workshop](#). JPEN J Parenter Enteral Nutr. 1994;18:91-103.
4. Piccoli A, Fanos V, Peruzzi L, Schena S, Pizzini C, Borgione S, et al. Reference values of the bioelectrical impedance vector in neonates in the first week after birth. *Nutrition*. 2002;18:383-7.
5. 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;82:49-52.
6. Ferreira DM, Souza MN. [Bioelectrical impedance spectroscopy for the assessment of body fluid volumes of term neonates](#). Braz J Med Biol Res. 2004;37:1595-606.
7. Dung NQ, Fusch G, Armbrust S, Jochum F, Fusch C. [Body composition of preterm infants measured during the first months of life: bioelectrical impedance provides insignificant additional information compared to anthropometry alone](#). Eur J Pediatr. 2007;166:215-22.
8. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. [A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph](#). Kidney Int. 1994;46:534-9.
9. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. [Bioelectrical impedance analysis - part II: utilization in clinical practice](#). Clin Nutr. 2004;23:1430-53.
10. Scheltinga MR, Jacobs DO, Kimbrough TD, Wilmore DW. Alterations in body fluid content can be detected by bioelectrical impedance analysis. *J Surg Res*. 1991;50:461-8.
11. Pupim LC, Ribeiro CB, Kent P, Ikizler TA. Atualização em diálise: uso da impedância bioelétrica em pacientes em diálise. *J Bras Nefrol*. 2000;22:249-56.
12. Azevedo ZM, Silva DR, Dutra MV, Elsas MI, Barbosa-Silva MC, Fonseca VM. Associação entre ângulo de fase, PRISM I e gravidade da sepse. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19:297-303.
13. Margutti AV, Monteiro JP, Camelo JS Jr. [Reference distribution of the bioelectrical impedance vector in healthy term newborns](#). Br J Nutr. 2010;104:1508-13.
14. Alexander GR, Himes JH, Kaufman RB, Mor J, Kogan M. A United States national reference for fetal growth. *Obstet Gynecol*. 1996;87:163-8.
15. World Health Organization. Indicators for assessing breastfeeding practices. Geneva: WHO; 1992.
16. Piccoli A, Pastori G. BIVA software. Padova: Department of Medical and Surgical Sciences, University of Padova, Italy; 2002. Available from: apiccoli@unipd.it
17. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. [Bioelectric impedance phase angle and body composition](#). Am J Clin Nutr. 1988;48:16-23.
18. Płudowski P, Czech-Kowalska J, Del Rio L, Di Gregorio S, Vicente P, Dobrzanska A, et al. Bone mass, density and body composition in preterm and full-term born children-preliminary results. *Bone*. 2007;40:S71.
19. Ahmad I, Nemet D, Eliakim A, Koeppl R, Grochow D, Coussens M, et al. [Body composition and its components in preterm and term newborns: a cross-sectional, multimodal investigation](#). Am J Hum Biol. 2010;22:69-75.
20. Nagano M, Suita S, Yamanouchi T. [The validity of bioelectrical impedance phase angle for nutritional assessment in children](#). J Pediatr Surg. 2000;35:1035-9.

Correspondência:

José Simon Camelo Jr.
Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto,
Universidade de São Paulo
Av. dos Bandeirantes, 3900, 7º andar
CEP 14049-900 - Ribeirão Preto, SP
Tel.: (16) 3602.2478
Fax: (16) 3602.2700
E-mail: jscamelo@fmrp.usp.br