
AValiação da Bioimpedância em recém-nascidos pré-termos com síndrome do desconforto respiratório

Soraya Z. Calixto e Heitor S. Lopes

Laboratório de Bioinformática – CPGEI
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
Av. 7 de setembro, 3165 80230-901 Curitiba (PR)

e-mails: hslopes@pesquisador.cnpq.br e sorayazacharias@hotmail.com

Abstract: Given the physiological immaturity of the premature newborn and the use of unspecific ventilators and monitors for the newborn, there is still no safe parameter for indicating the use of the ventilatory prosthesis, as well for its removal, for this class of patients. In this work, measurements of resistance and capacitive reactance (of the whole body and of the thorax) were done in two groups of premature newborns with breath discomfort syndrome. Data from patients using ventilatory prosthesis and those in the control group were compared. Results show that bioimpedance can provide a safe quantitative reference for decision-making in the management of the ventilatory prosthesis for the premature newborn.

Palavras-chave: Bioimpedância, recém-nascido, síndrome do desconforto respiratório

Introdução

Os avanços tecnológicos nas Unidades de Terapia Intensiva Neonatal, associados à atuação de uma equipe multidisciplinar especializada, têm proporcionado uma redução na taxa de mortalidade, principalmente entre recém nascidos pré-termos (RNPTs).

A imaturidade orgânica como um todo é uma das primeiras barreiras a ser enfrentada pelo recém-nascido, sendo que, em muitos casos, seus sistemas ainda não estão completamente aptos à realização efetiva de suas funções. Para o RNPT o mais crítico é o sistema respiratório. Esta imaturidade, tanto fisiológica, quanto anatômica provoca no RNPT a respiração paradoxal, sobretudo quando associada a processos patológicos. Nestes casos é de suma importância o suporte ventilatório adequado. Porém, quando este suporte se torna prolongado ou utilizado de maneira inadequada, podem ocorrer diversas complicações pulmonares e sistêmicas, dificultando o processo de desmame.

A iniciativa de retirar um paciente da prótese ventilatória tornou-se tão importante quanto a decisão de instituí-la. No entanto, a descontinuação do suporte ventilatório no neonato é ainda uma questão em aberto [1], posto que as garantias de obtenção do sucesso no desmame da ventilação mecânica neonatal são menores do que as obtidas em adultos. Ao desenvolver o desmame no paciente adulto, o terapeuta possui

parâmetros cientificamente comprovados e aceitos pela Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB). Estes parâmetros avaliam a fisiologia e a mecânica pulmonar. Entretanto, não é possível acessar tais parâmetros em RNPTs, devido à ausência de equipamentos e procedimentos adequados aos mesmos.

A Bioimpedância abriu novas perspectivas na avaliação da composição corporal, por ser um método seguro, simples, confiável, preciso, rápido, de fácil execução e de baixo custo, cujo resultado é obtido imediatamente, podendo ser praticado à beira do leito em qualquer situação clínica ou faixa etária [2].

O objetivo deste trabalho é avaliar a utilidade da bioimpedância corporal e transtorácica como critério de desmame da prótese ventilatória de RNPTs com Síndrome do Desconforto Respiratório (SDR).

Materiais e Métodos

Aspectos Gerais – Trata-se de um estudo clínico prospectivo e comparativo, por meio da bioimpedância corporal e torácica em RNPTs, diagnosticados com SDR, internados na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) do Hospital Universitário Evangélico de Curitiba (HUEC). Todas as avaliações foram realizadas com a devida autorização da Diretoria Clínica, da Comissão de Ética Hospitalar e do responsável pelo recém-nascido.

Os RNPTs foram divididos em dois grupos conforme a gravidade da doença segundo o escore de Edwards e a tabela de Silerman-Andersen. O grupo A incluía 15 pacientes com SDR Grau II/III, com necessidade de suporte ventilatório invasivo e sem complicações secundárias à patologia de base. O grupo B também 15 pacientes com SDR Grau I/II, mas sem necessidade de suporte ventilatório. Este segundo grupo serviu como grupo de controle.

Objetiva-se mensurar valores de resistência, reatância capacitiva, impedância e ângulo de fase do corpo inteiro e do tórax. Deseja-se analisar o comportamento destas variáveis ao longo do tempo, com especial interesse no momento da descontinuidade do uso da prótese ventilatória, bem como comparar os dois grupos. A decisão de descontinuidade da prótese ventilatória foi de responsabilidade exclusiva do corpo clínico da UTIN, que não teve acesso aos valores de

bioimpedância medidos e não foi influenciado direta ou indiretamente por esta pesquisa.

Amostra de Pacientes – Foram avaliados 30 RNPTs com SDR, sendo 15 RNPT submetidos à ventilação mecânica (grupo A) e 15 que não foram submetidos ao suporte ventilatório (grupo B), internados na UTIN/HUEC, no período de agosto-novembro de 2004.

Para a participação no protocolo de pesquisa, um paciente deveria obedecer aos seguintes critérios de inclusão: RNPT de 28 até 36 semanas gestacionais, com SDR, peso superior a 1000 g e pacientes com nutrição via sonda orogástrica.

Em função de fatores que afetam diretamente a evolução da patologia, foram definidos os seguintes critérios de não-inclusão: RNPT extremo abaixo de 28 semanas gestacionais, RNPT de muito baixo peso, inferior a 1000 g, cardiopatia ou má-formação congênita, SDR grau IV (conforme o escore de Edwards), PCA de moderada a severa, e repercussão hemodinâmica.

Finalmente, para os pacientes já incluídos na pesquisa, foram definidos os seguintes critérios de exclusão: hipertensão pulmonar severa, sepse grave, enterocolite, outras complicações secundárias à patologia de base, pacientes com nutrição parenteral ou jejum prolongado, e pacientes com distúrbios eletrolíticos.

Avaliação Clínica – As mensurações dos índices de bioimpedância corporal foram realizadas, tanto no grupo A quanto no grupo B, após a internação e estabilização adequada dos pacientes. A temperatura ambiente manteve-se aproximadamente entre 22°C a 24°C durante todo o período de medição. No grupo A, realizaram-se medições duas vezes ao dia e quando necessário, sempre no período matutino e vespertino respeitando-se um jejum de duas horas. No grupo B, baseado nos dados obtidos em uma avaliação preliminar (projeto piloto), observou-se que não ocorria alterações significativas nos valores medidos num período de até três dias. Portanto, realizou-se somente uma mensuração na data da internação, sendo este o referencial “normal”.

Para as mensurações utilizou-se o bioimpedanciômetro da Biodynamics, modelo 101Q, de corrente alternada com 800 microampères a 50 kHz, que mede resistência e reatância capacitiva em Ω (Ohms). Foram utilizados eletrodos descartáveis de ECG de prata/cloreto de prata com gel de 2,7 x 2,8 cm (Tracets MP 3000). Os eletrodos foram cortados ao meio no sentido longitudinal, seguindo-se o procedimento sugerido por [3]. Foram realizadas duas formas de medida da bioimpedância: corporal e transtorácica. Na medição corporal os eletrodos foram posicionados dois a dois, nos membros superior e inferior, do lado direito do corpo, com distância padrão de 3 cm entre as bordas internas [3,4]. No dorso da mão o eletrodo de corrente foi posicionado logo abaixo da articulação metatarso falangeana e o eletrodo de tensão logo acima, respeitando-se a distância padrão entre suas bordas internas. A técnica foi repetida no dorso do pé. Na medição no tórax os eletrodos foram posicionados na

linha hemiclavicular: eletrodos de corrente posicionados logo abaixo da articulação acromoclavicular e eletrodos de tensão posicionados na 12ª vértebra torácica.

Para as medições, foram seguidas as normas do *National Institutes of Health*, colocando o paciente na posição supino e posicionados de maneira que os braços não viessem a tocar o tronco e nem as pernas entre si. Como nesta faixa etária ocorre predominância da musculatura flexora, o recém-nascido era imobilizado por uma assistente devidamente isolada com luvas cirúrgicas de látex, evitando-se, desta maneira, o contato direto com a pele e conseqüente interferência na medida. Quando se fazia necessário, o RNPT era tranquilizado por meio de sucção não nutritiva até ficar calmo. Para cada medição foram feitas três leituras, evitando-se medidas espúrias, e tomando-se a média.

Procedimento Estatístico – Depois de verificados os pressupostos de normalidade do conjunto de dados coletados, foi realizado o teste *t* de Student para a comparação entre os dois grupos com amostras independentes. Para as comparações envolvendo medidas em diferentes momentos do grupo A, foi aplicado o teste *t* para amostras relacionadas e os gráficos *Box-plot* para ilustrar a média e a variabilidade da amostra. O nível de significância é verificado pelo *p*-valor utilizado, que indica diferença significativa quando é inferior ao nível estipulado de 5%.

Para modelagem das variáveis coletadas individualmente ao longo do tempo no grupo A utilizou-se de análise de dados longitudinais. Esta técnica consiste na obtenção de uma equação polinomial de grau arbitrário para explicar o comportamento de cada variável coletada em função do tempo (horas).

Resultados

A média percentual da idade gestacional de ambos os grupos foi de 32 semanas e o peso de 1250 g. Os RNPTs dos dois grupos foram submetidos ao boletim de Silverman-Andersen, sendo que a média percentual obtida no grupo A foi de 7 e no grupo B de 3. Cada paciente do grupo A foi acompanhado desde o início do suporte ventilatório invasivo até o momento que o paciente permaneceu em ar ambiente (AA), variando entre 10 a 20 mensurações.

Compararam-se todas as medidas obtidas do grupo A, desde o início do suporte ventilatório até 48 horas após a extubação (desde que o RNPT permaneça em AA), com as medidas do grupo B. Como no grupo B houve somente uma mensuração, ela apresenta-se de forma constante nos gráficos, afim de correlacioná-la com as outras análises obtidas no grupo A.

Análise Box-Plot – O gráfico *box-plot* da figura 1 compara a reatância capacitiva corporal entre os grupos A e B, mostrando a média e o desvio padrão. O grupo A foi acompanhado desde a intubação até 48 horas após descontinuidade da prótese ventilatória e o grupo B (controle) que permaneceu em AA. Obteve-se um *p*-valor significativo durante todo o período que os neonatos permaneceram no suporte ventilatório em

relação ao grupo B (referente às quatro medidas intermediárias da figura 1). Não houve p -valor significativo entre os RNPTs que permaneceram em AA de ambos os grupos (primeira e última medida da figura 1).

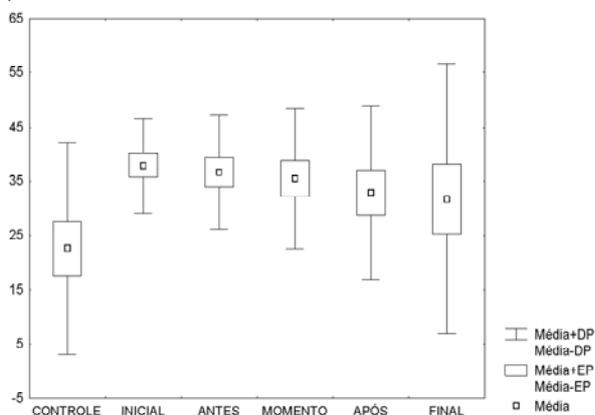


Figura 1: Gráfico *box-plot* da reatância corporal.

A análise da resistência corporal entre os grupos demonstrou um p -valor de significância estatística, quando comparada à mensuração inicial realizada no grupo A, com o grupo B no momento da introdução do suporte ventilatório (figura 2). Os dados obtidos do grupo A no momento em que os RNPTs estavam em AA não apresentaram diferença estatística quando comparados com o grupo B.

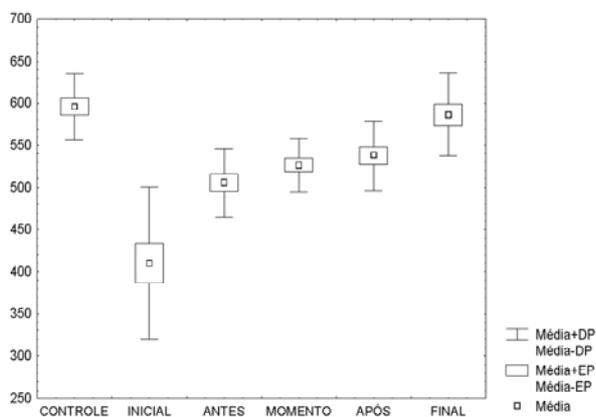


Figura 2: Gráfico *box-plot* da resistência corporal.

A reatância capacitiva torácica (gráfico não mostrado aqui) apresenta comportamento similar ao da reatância capacitiva corporal até o momento da extubação. Não é observado um p -valor de significância estatística, após extubação (p -valor inicial: 0,0142 e p -valor final: 0,0714).

Quando se compara a média da resistência torácica entre os grupos, observa-se a significância somente na mensuração inicial, com p -valor 0,0265. Na análise realizada pré-extubação não foi verificada diferença significativa com p -valor 0,149.

Análise semelhante foi realizada para o ângulo de fase e para a impedância, tanto para dados das medidas corporais quanto torácicas. Os gráficos de ângulo de

fase corporal e torácico (também não mostrados aqui) indicaram um aumento dos valores iniciais e um decréscimo das médias a partir da extubação até 48 horas depois da retirada da prótese ventilatória. É importante salientar que o ângulo de fase torácico não teve significância estatística pós-extubação e o ângulo de fase corporal não teve significância estatística apenas 48 horas pós-extubação. Na análise dos gráficos de impedância corporal e torácica observou-se um comportamento similar em relação às médias de forma crescente. A impedância corporal não apresenta diferença estatística 48 horas após a extubação, enquanto que a impedância torácica não apresenta um p -valor significativo em todas as análises realizadas.

Análise de Dados Longitudinais do Grupo A – Os gráficos correspondentes a esta análise são mostrados nas figuras 3 e 4 para as medições corporais de reatância capacitiva e resistência dos pacientes. Para as medições torácicas os gráficos não são mostrados. A análise dos gráficos confirma os resultados obtidos anteriormente. Observa-se uma queda das reatâncias capacitivas corporal e torácica (mais abrupta na torácica). A resistência corporal aumenta após o momento da extubação (indicada pela seta), mantém-se em elevação e tende a uma queda, porém a resistência torácica eleva-se após a extubação e continua aumentando tendendo a se estabilizar.

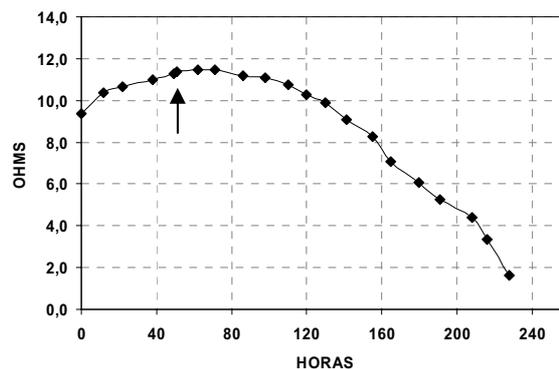


Figura 3: Análise longitudinal da reatância corporal.

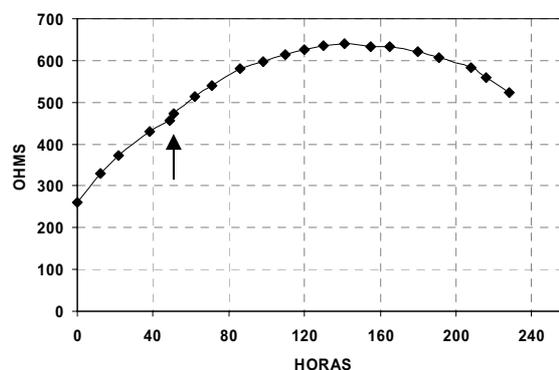


Figura 4: Análise longitudinal da resistência corporal.

Também foram analisados longitudinalmente o ângulo de fase e a impedância, tanto corporais quanto torácicos, mas os gráficos correspondentes não são mostrados aqui. Os ângulos de fase diminuíram

linearmente ao longo do tempo. O ângulo de fase corporal no início ficava em torno de $3,9^\circ$ e no final do experimento atingia $3,1^\circ$, enquanto que o ângulo de fase torácico no início era de $18,4^\circ$ tendo uma queda para 12° no final.

A impedância corporal tendeu a uma progressão nos seus valores, ficando próxima de 500Ω no momento da extubação, aumentando até por volta de 700Ω e estabilizando-se posteriormente em torno de 500Ω . A impedância torácica tendeu a uma elevação nos seus valores chegando a se estabilizar próximo de 55Ω no final do experimento. Entretanto, as duas variáveis não demonstraram resultados estatisticamente significativos.

Discussão e Conclusões

Conforme [5], a resistência à condução de uma corrente elétrica alternada é inversamente relacionada ao volume dos fluidos corpóreos (volume hídrico intra e extracelular). Esta observação foi confirmada quando se compara a primeira mensuração realizada no grupo A com o grupo B: a média da resistência corporal no grupo A foi de $410 \pm 90,32 \Omega$, enquanto que no grupo B foi $596 \pm 39,54 \Omega$. Observou-se também uma diferença estatisticamente significativa na resistência torácica do grupo A ($32,53 \pm 13,77 \Omega$) em relação ao grupo B ($46,13 \pm 14,37 \Omega$) com p -valor $< 5\%$. Este fato explica permeabilidade aumentada das barreiras endoteliais e epiteliais que, conforme [6], estão diretamente relacionadas com grau de prematuridade e a gravidade da SDR.

A deficiência do surfactante alveolar resulta em aumento da tensão superficial e da força de retração elástica, levando à instabilidade e colapso alveolar [7]. À medida que ocorre a formação de atelectasias, observa-se diminuição da complacência pulmonar e da capacidade residual funcional, aumentando o *shunt* intrapulmonar. Isto leva à hipoxemia, hipercapnia e a acidose. Com a hipoxemia e a acidose ocorrem vasoconstrição e menor perfusão pulmonar. Isto causa maior pressão nas artérias pulmonares e conseqüente *shunt* direito-esquerdo extra-pulmonar, através do forame oval e/ou canal arterial. A conseqüência direta é um aumento no líquido intracelular.

Os valores iniciais da reatância, tanto torácica quanto corporal, estão mais elevados na primeira análise no grupo A, quando comparados com o grupo B. Este dado confirma o aumento da permeabilidade alvéolo-capilar, com maior extravasamento de líquidos e proteínas para a luz alveolar e, na ativação do surfactante, ocorre piora da instabilidade alveolar na SDR moderada a grave.

O estudo realizou mensurações de resistência e reatância tanto torácica quanto corporal no Grupo A. Isto ocorreu desde o momento da intubação e durante todo o processo de desmame até o RNPT permanecer em AA. Foi observado um aumento gradativo da resistência corporal até o momento da extubação (figura 6), e o inverso ocorreu com a reatância capacitiva (figura 5).

A reatância capacitiva é significativamente maior e a resistência significativamente menor nos pacientes com SDR moderada / grave, quando comparados com um paciente “normal” (segundo o padrão descrito anteriormente neste trabalho). Isto demonstra claramente que este é um parâmetro útil para a avaliação da gravidade da SDR nestes pacientes.

Os valores de reatância capacitiva e resistência se aproximam daqueles correspondentes aos pacientes que não necessitam de suporte ventilatório (grupo B) à medida que o paciente melhora, sugerindo que estes parâmetros podem realmente ser relevantes na decisão de extubar o RNPT.

A reatância capacitiva e a resistência tanto corporal quanto torácica no paciente pós-extubação e em AA, são semelhantes aos valores encontrados no grupo de controle, demonstrando que elas tendem à normalidade à medida que o paciente evolui clinicamente para um estado mais saudável.

Como conclusão final, este estudo indica que a bioimpedância pode ser utilizada como critério quantitativo na avaliação inicial e na evolução do RNPT com SDR, auxiliando na decisão de iniciar e interromper a ventilação mecânica.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os pacientes que anonimamente participaram desta pesquisa e ao CNPQ pela bolsa de pesquisa protocolo número 305720/2004.

Referências

- [1] Calixto, S.Z., Lopes, H.S., Aquim, E.E., (2005) “Desmame da prótese ventilatória de recém-nascidos: uma questão em aberto” *Fisioterapia Brasil*, v. 6, n.3, p. 217-222.
- [2] Hoffer, E.C. (1969) “Correlation of whole-body impedance with total body water volume” *Journal of Applied Physiology*, v. 27, p. 531-534.
- [3] Grazioso, C. (1990) “Antropometry and bioelectrical impedance analysis in newborn with intrauterine growth retardation” *Basic Life Sciences*, v. 55, p. 51-54.
- [4] Gartner, A., Sarda, P. Dupuy, R.P. et al. (1994) “Importance of electrode position in bioelectrical impedance analysis” *The American Journal of Clinical Nutrition*, v 48, p. 425-32.
- [5] Kenneth, R.F., Lukaski, H. (1996) “Whole-body impedance what does it measure?” *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 64, p. 388-396.
- [6] Avery, G.B., Mead, J. (1999) “Surface properties in relation to atelectasis and hyaline membrane disease” *American Journal of Diseases of Children*, v. 97, p. 517-526.
- [7] Cochrane, C.G. (1999) “Surfactant lavage treatment in a model of respiratory distress syndrome” *Chest*, v. 116, p. 85-87.