

Evelim Leal de Freitas Dantas Gomes<sup>1</sup>,  
 Camilla Malta dos Santos<sup>1</sup>, Anelise da Costa  
 Souza Santos<sup>2</sup>, Aline Gomes da Silva<sup>1</sup>, Mariza  
 Aparecida Malaquias França<sup>1</sup>, Dyele Souza  
 Romanini<sup>1</sup>, Manoela Cristina Veiga de Mattos<sup>1</sup>,  
 Andrea Fernanda Leal<sup>2</sup>, Dirceu Costa<sup>1</sup>

# Respostas autonômicas de recém-nascidos prematuros ao posicionamento do corpo e ruídos ambientais na unidade de terapia intensiva neonatal

*Autonomic responses of premature newborns to body position and environmental noise in the neonatal intensive care unit*

1. Universidade Nove de Julho - São Paulo (SP), Brasil.  
 2. Hospital do Mandaqui - São Paulo (SP), Brasil.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar as respostas fisiológicas e do sistema nervoso autônomo de recém-nascidos prematuros ao posicionamento do corpo e ruídos ambientais na unidade de terapia intensiva neonatal.

**Métodos:** Este foi um estudo quasi-experimental. O sistema nervoso autônomo de recém-nascidos foi avaliado com base na variabilidade da frequência cardíaca quando os recém-nascidos foram expostos ao ruído ambiental e colocados em diferentes posições: supina sem suporte, supina com restrição manual e prona.

**Resultados:** Cinquenta recém-nascidos prematuros foram avaliados (idade gestacional de  $32,6 \pm 2,3$  semanas, peso de  $1.816 \pm 493$  g e nível Brazelton de sono/vigília de 3 a 4). Identificou-se correlação positiva entre o ruído ambiental e a atividade simpática ( $R = 0,27$ ;  $p = 0,04$ ). O ruído ambiental médio foi de  $53 \pm 14$  dB. A frequência cardíaca foi mais elevada na posição supina do que nas posições com restrição manual e prona ( $148,7 \pm 21,6$ ;  $141,9 \pm 16$  e  $144 \pm 13$ , respectivamente;  $p = 0,001$ ). A atividade

simpática, representada por um índice de baixa frequência, foi mais elevada na posição supina ( $p < 0,05$ ) do que nas demais posições, e a atividade parassimpática (alta frequência, raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes e porcentagem dos intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50ms) foi mais elevada na posição prona ( $p < 0,05$ ) do que nas demais posições. A complexidade dos ajustes autonômicos (entropia aproximada e entropia da amostra) foi mais baixa na posição supina do que nas demais posições.

**Conclusão:** A posição prona e a posição com restrição manual aumentaram tanto a atividade parassimpática quanto a complexidade dos ajustes autonômicos em comparação com a posição supina, mesmo na presença de ruído ambiental maior do que o nível recomendado, o que tende a aumentar a atividade simpática.

**Descritores:** Frequência cardíaca/fisiologia; Decúbito ventral; Recém-nascido; Sistema nervoso autônomo; Ruído

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 30 de setembro de 2018  
 Aceito em 4 de março de 2019

## Autor correspondente:

Evelim Leal de Freitas Dantas Gomes  
 Universidade Nove de Julho  
 Rua Vergueiro, 235/249 - Liberdade  
 CEP: 01504-000 - São Paulo (SP), Brasil  
 E-mail: evelimfreitas@hotmail.com

**Editor responsável:** Werther Brunow de Carvalho

DOI: 10.5935/0103-507X.20190054

## INTRODUÇÃO

O sistema nervoso autônomo (SNA) é parte do sistema nervoso periférico e responsável pela homeostase automática do organismo. O SNA é subdividido em dois sistemas que atuam em sinergia: os sistemas nervosos simpático e o parassimpático.<sup>(1)</sup> O SNA se desenvolve rapidamente nos primeiros meses de vida. O sistema nervoso simpático começa a se desenvolver no início da gestação, e



o sistema nervoso parassimpático se desenvolve principalmente no período perinatal. Assim, o desenvolvimento e o controle do sistema nervoso parassimpático são suscetíveis a estímulos do ambiente, como excesso de ruídos e posicionamento do corpo.<sup>(2,3)</sup> Os primeiros 6 meses do período pós-natal são fundamentais para a maturação do sistema nervoso parassimpático.<sup>(4)</sup>

Ruídos, hipóxia e recém-nascidos com nascimento prematuro são comuns nas unidades de terapia intensiva (UTIs) neonatais e se associam com aumento de catecolaminas e da atividade simpática em neonatos.<sup>(5)</sup> Recém-nascidos prematuros têm maior dificuldade para desacelerar seus batimentos cardíacos na ocorrência de ruídos externos do que crianças nascidas a termo.<sup>(6)</sup> Os estímulos externos aos quais os neonatos prematuros são frequentemente sujeitos incluem dor, luz e ruídos, que são estressores capazes de causar instabilidade com relação ao controle fisiológico. O posicionamento do corpo é uma prática comum e necessário para o desenvolvimento dos recém-nascidos prematuros que não são capazes por si mesmos de resistir à força da gravidade, manter o alinhamento corpóreo na linha média, ou manter uma posição de flexão fisiológica - fundamentais para o adequado desenvolvimento neurológico. O posicionamento inadequado é outra fonte de estresse para esta população, afetando o comportamento e, provavelmente, o controle autonômico. Candia et al.<sup>(7)</sup> avaliaram os níveis de cortisol na saliva de recém-nascidos prematuros e identificaram níveis mais baixos quando os neonatos estavam em posição prona do que em outras posições, associando assim essa posição com a redução do estresse.

O posicionamento do corpo, o controle autonômico e o estresse ambiental na UTI neonatal ocorrem de forma simultânea. Segundo Peng et al.,<sup>(8)</sup> recém-nascidos prematuros apresentam mais estresse na posição supina do que na posição prona, o que se associa com melhor mecânica respiratória e menos estresse. Contudo, estudos demonstram que esta posição se associa com maior incidência de morte súbita infantil, menor variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e maior atividade simpática durante o sono. A hipótese é que, com relação às variáveis clínicas e respostas do SNA, neonatos prematuros em vigília, como as crianças no estudo de Peng et al.<sup>(8)</sup> que estão sujeitos aos estímulos ambientais habituais na UTI neonatal, podem beneficiar-se da posição prona e da posição supina com restrição manual para flexão, mantendo assim o corpo na linha média, em comparação com a posição supina sem suporte.

O objetivo do presente estudo foi avaliar as respostas fisiológicas e do SNA de recém-nascidos prematuros ao posicionamento corporal e aos ruídos na UTI neonatal.

## MÉTODOS

Conduzimos um estudo prospectivo quasi-experimental com um único grupo de recém-nascidos, no qual cada criança serviu como próprio controle para cada posição.

Este ensaio foi conduzido em conformidade com os preceitos estipulados na Declaração de Helsinque e no Código de Nuremberg, assim como com as normas que orientam as pesquisas que envolvem sujeitos humanos (Resolução 466/2012 do Ministério da Saúde do Brasil). O estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Humana do Hospital do Mandaqui e da Universidade Nove de Julho (certificado de aprovação: 1.613.732/2016).

O presente estudo foi conduzido na UTI neonatal do Hospital do Mandaqui. A amostra foi composta por 50 recém-nascidos com 32 a 40 semanas de idade corrigida, nascidos com idades gestacionais entre 30 e 36 semanas. O cálculo do tamanho da amostra foi realizado a partir de um estudo piloto com 15 recém-nascidos, nos quais se conduziu análise da correlação entre a atividade simpática e ruídos ( $r = 0,40$ ). Com utilização de um nível de significância bicaudal com  $p = 0,05$ , erro beta de 0,20, e poder de 80%, a amostra do estudo deveria ter pelo menos 47 neonatos. Incluíram-se 50 crianças para assegurar a obtenção do tamanho de amostra que foi calculado.

### Critérios de inclusão

Foram incluídos recém-nascidos com 32 a 40 semanas de idade corrigida; peso inferior a 2.500g e maior que 1.100g (incluiram-se apenas crianças com baixo peso e muito baixo peso para evitar excessiva manipulação de bebês com extremo baixo peso, além de assegurar a homogeneidade da amostra); estabilidade clínica, com ganho de peso nas últimas 72 horas; mais de 72 horas de vida; e em estágio 3 ou 4 na escala Brazelton de sono/vigília.<sup>(9)</sup>

### Critérios de exclusão

Não fizeram parte da amostra recém-nascidos em uso de ventilação mecânica invasiva ou não invasiva; em uso de oxigenoterapia; com instabilidade clínica e com infecção ativa.

## Procedimento experimental

### Mensuração do ruído ambiental na unidade de terapia intensiva neonatal

O nível de ruído foi medido próximo ao berço/incubadora da criança com utilização de um equipamento Sound Datalogger™ por 30 minutos durante os cuidados rotineiros na UTI neonatal.<sup>(10)</sup> Os dados foram subsequentemente analisados com utilização de um programa específico de computador e expressos em decibéis (dB). Quando a criança foi colocada em posição supina sem suporte, na posição em decúbito dorsal com restrições (Figura 1) ou em posição prona, o ruído foi medido em intervalos de 1 minuto por 10 minutos em cada posição, juntamente dos sinais vitais e da VFC.



Figura 1 - Restrição manual.

### Variabilidade da frequência cardíaca

As atividades simpática e parassimpática foram medidas com base na análise da VFC,<sup>(10)</sup> que foi determinada com utilização de um monitor portátil Polar™ V800. Os índices de VFC analisados no domínio tempo foram o intervalo R-R médio (iRR), o desvio padrão de todos os iRR (DPNN), a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os iRRs normais adjacentes (RMSDQ), a porcentagem de iRR adjacentes que diferiram em mais de 50ms (pNN50) e o índice triangular (número total de iRRs dividido pela altura máxima do histograma de todos os iRRs). Os índices de VFC analisados no domínio frequência foram baixa frequência (BF: 0,04 a 0,15Hz), alta frequência (AF: 0,15 a 0,4Hz), e a proporção BF/AF.<sup>(11)</sup> Mais ainda, avaliaram-se também os seguintes índices não lineares: desvio padrão 1 (DP1), desvio padrão 2 (DP2), entropia aproximada (EnAp) e entropia da amostra

(EnAm).<sup>(12,13)</sup> As leituras duraram 30 minutos: 10 minutos na posição supina sem suporte, 10 minutos na posição prona e 10 minutos durante restrição manual.

### Análise estatística

A análise estatística foi conduzida utilizando o programa Minitab 14. A normalidade dos dados foi determinada por meio de inspeção visual da curva com utilização do teste de Shapiro-Wilk. Utilizaram-se análise de variância de uma via (ANOVA) e teste *post-hoc* de Tukey para comparações das variáveis clínicas e VFC para as diferentes posições corporais. O nível de significância foi estabelecido como 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

A amostra foi composta de recém-nascidos prematuros com muito baixo peso, a maioria dos quais com escores de Apgar de 9 no quinto minuto após o nascimento. Os neonatos estavam hemodinamicamente estáveis, com respiração espontânea. A maior parte dos partos (56%) foi por procedimento de cesárea, e 44% dos partos foram normais. A tabela 1 apresenta as características da amostra.

Com relação às variáveis de VFC, encontrou-se maior atividade parassimpática na posição prona do que na posição supina em todos os domínios, com diferença significativa entre as duas posições no domínio frequência. Na análise das variáveis não lineares, restrição manual e posição prona promoveram maior complexidade dos ajustes autonômicos do que a posição supina, o que é considerado positivo do ponto de vista fisiológico. A tabela 2 apresenta as variáveis de VFC.

A figura 2 ilustra os níveis de ruído na UTI neonatal durante o período de avaliação, todos eles acima do nível recomendado de 45 dB.

Encontrou-se correlação positiva entre ruído ambiental e atividade simpática dos recém-nascidos (Figura 3).

A figura 4 apresenta as frequências cardíacas médias em batimentos por minuto (bpm) nas posições supina, prona e restrita. Identificaram-se médias mais altas na posição supina do que nas outras duas posições (\*) ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi que a posição prona promoveu redução no comportamento de estresse<sup>(8,14,15)</sup> em razão da baixa estimulação visual, assim como dos conhecidos efeitos relativos à melhora da mecânica respiratória.<sup>(16)</sup> A redução dos estressores visuais, devida ao posicionamento, promove melhor autorregulação e

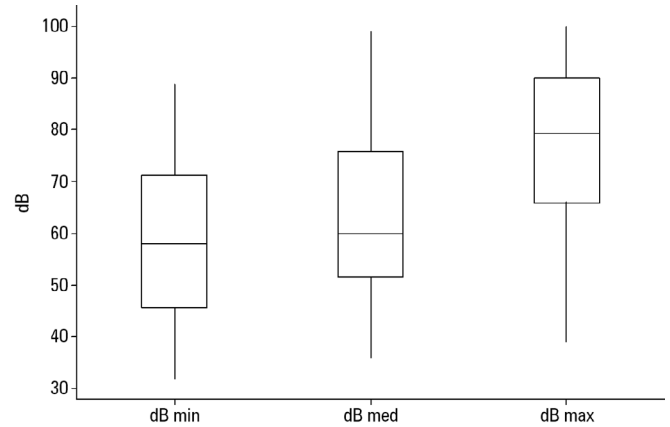
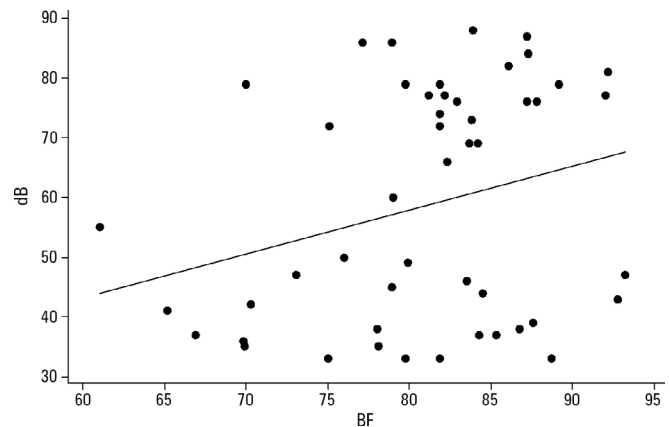
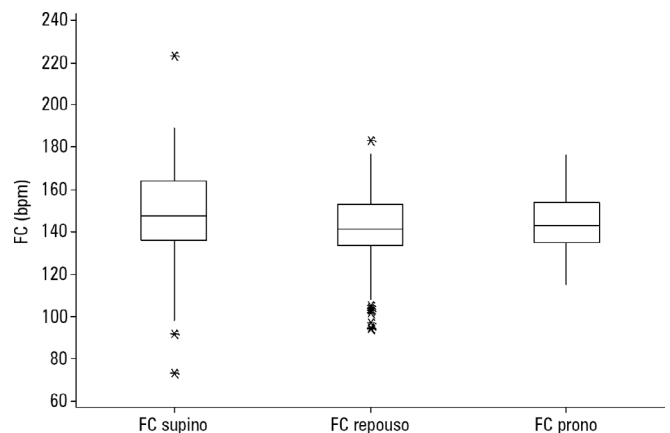
**Tabela 1** - Características da amostra do estudo

Variáveis	N (%)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Sexo					
Masculino	26 (52)				
Feminino	24 (48)				
Idade gradacional (semanas)					
		30	36	32,6	2,3
30	11 (22)				
31	2 (4)				
32	7 (14)				
33	7 (14)				
34	11 (22)				
35	10 (20)				
36	2 (4)				
Idade cronológica (dias)					
		3	28	9,23	9,5
APGAR (1 minuto)					
		5	9	6,65	2,26
APGAR (5 minutos)					
		5	10	8,42	1,3
Peso corpóreo ao nascer (g)					
		1.100	2.500	1.816,3	493,7
Peso corpóreo no estudo (g)					
		1.260	3.300	2.123,4	671,5
Tipo de parto					
Cesárea	28 (56)				
Normal	22 (44)				

**Tabela 2** - Variabilidade da frequência cardíaca nas três posições

Variáveis	Supina	Restrita	Prona
Domínio tempo			
RR médio	466,1 ± 167,4	426,8 ± 52,7	433,9 ± 113,8
DPNN	27,02 ± 20,56	24,07 ± 13,52	29,52 ± 28,43
FC média	147,2 ± 25,1	142,20 ± 17,9	140,45 ± 20,7
RMSDQ	9,87 ± 9,4	9,81 ± 7,3	11,19 ± 7,7
pNN50	0,62 ± 0,20	1,12 ± 4,4	1,45 ± 4,2
Domínio frequência			
BF	82,24 ± 6,7*	80,49 ± 7,7	77,79 ± 9,4
AF	17,73 ± 6,7*	19,44 ± 7,6	21,57 ± 9,6
BF/AF	5,68 ± 32	5,08 ± 2,7	4,49 ± 2,9
Não linear			
DP1	6,08 ± 3,8	6,98 ± 5	7,54 ± 5,1
DP2	38,21 ± 28,9	33,41 ± 17,6	45,79 ± 52,9
EnAp	0,77 ± 0,28*†	0,96 ± 0,22	0,86 ± 0,29
EnAm	0,63 ± 0,36*†	0,88 ± 0,37	0,74 ± 0,36

RR - intervalo R-R; DPNN - desvio padrão médio de todos os intervalos R-R; FC - frequência cardíaca; RMSDQ - raiz quadrada média da soma das diferenças quadradas entre intervalos R-R; pNN50 - porcentagem de diferença entre os intervalos adjacentes R-R normais superiores a 50ms computados sobre o total da altura do histograma criado pela plotagem de todos os intervalos R-R; BF - baixa frequência; AF - alta frequência; DP - desvio padrão; EnAp - entropia aproximada; EnAm - entropia da amostra. \*  $p < 0,05$  para posição prona versus supina; †  $p < 0,05$  supina versus restrita. Dados expressos como média e desvio padrão.

**Figura 2** - Decibéis medidos na unidade de terapia intensiva neonatal. min - mínimo; med - médio; max - máximo.**Figura 3** - Correlação entre ruídos e atividade simpática do sistema nervoso autônomo. VFC - variabilidade da frequência cardíaca; BF - baixa frequência.**Figura 4** - Frequência cardíaca média (bpm) em diferentes posições. FC - frequência cardíaca.

homeostase, com conseqüente melhoria dos ajustes autonômicos.<sup>(8)</sup> Na verdade, encontraram-se, no presente estudo, aumento da atividade parassimpática e boa complexidade de ajustes, demonstrados pelas variáveis não lineares da VFC.

O estresse provocado pelo ambiente leva a um aumento no dispêndio de energia em recém-nascidos prematuros, o que exerce impacto negativo na integração neurológica, assim como no crescimento e no desenvolvimento. Os fatores que contribuem para o estresse ambiental na UTI neonatal são luz, ruídos e manipulação. Estudos prévios<sup>(10,17)</sup> identificaram que o nível de ruídos associado com os cuidados oferecidos na UTI neonatal ultrapassa os limites de 45dB recomendados pela *American Academy of Pediatrics*<sup>(9)</sup> e o nível de ruídos poderia até mesmo ultrapassar os limites máximos de segurança (70dB). O treinamento das equipes para redução de ruídos nas UTIs neonatais parece ser eficaz.

No presente estudo, identificaram-se resultados similares, nos quais o nível máximo de ruídos atingiu 90dB.<sup>(18,19)</sup>

Sahni<sup>(3)</sup> avaliou os efeitos da posição prona nos intervalos RR com realização de eletrocardiograma durante o sono em neonatos e identificou redução na atividade parassimpática, o que discorda dos nossos achados. Entretanto, encontraram-se diferenças na dinâmica cardiovascular entre os estados de sono e vigília. No presente estudo, as avaliações foram realizadas com os recém-nascidos em estágios 3 e 4 da escala Brazelton.

A posição supina se associa com mais episódios de despertar e maior dispêndio de energia do que na posição prona. Bell et al.<sup>(20)</sup> mediram o dispêndio de energia por meio de calorimetria direta e indireta, e identificaram que o dispêndio de energia foi 10% mais baixo na posição prona do que na posição supina. Em contraste, a posição prona se associa com maior risco de morte súbita infantil e, portanto, não deve ser utilizada no ambiente doméstico sem supervisão. Em um ambiente com supervisão, como na UTI neonatal, a posição prona pode ser adotada com segurança e oferece numerosos benefícios, como posição de flexão, melhor mecânica respiratória,<sup>(21)</sup> melhor organização neuromotora e melhores ajustes autonômicos.<sup>(22,23)</sup>

A posição prona e a posição em decúbito lateral não são seguras, pois podem favorecer a inspiração de gases expirados e reduzir a taxa de perda de calor corpóreo, levando assim à hipoxemia, à hipercapnia e a um aumento da temperatura corpórea, predispondo a criança ao risco de síndrome da morte súbita infantil; portanto, estas duas posições não devem ser utilizadas durante o sono. A maior parte dos estudos têm avaliado a posição prona durante

o sono; no presente estudo os recém-nascidos estavam despertos (Brazelton 3 a 4), o que é um fator divergente, já que ocorrem alterações nas respostas autonômicas nos diferentes estágios do sono e vigília.<sup>(24)</sup>

Shepherd et al.<sup>(25)</sup> avaliaram o fluxo sanguíneo cerebral e a extração de oxigênio em recém-nascidos extremos e moderados, e, na população extrema, ocorreu redução no fluxo sanguíneo cerebral e ligeiro aumento da extração de oxigênio na posição prona, o que sugere necessidade maior neste grupo de se avaliar a posição do que no grupo moderado. No grupo de recém-nascidos moderados e lactentes,<sup>(26)</sup> esta alteração não ocorreu. Sugerimos avaliação estrita da clínica e idade gestacional da criança para utilizar a posição prona. Há diferenças em termos de ajustes durante o sono e vigília, e, quando em vigília, a posição prona parece ter benefícios em termos tanto de ajustes autonômicos quanto de redução do estresse.

A ideia de oferecer conforto postural aos neonatos prematuros para aliviar o estresse não é nova, porém poucos estudos demonstraram que a resposta ao posicionamento por meio do SNA e os tamanhos das populações analisadas raramente ultrapassaram 30 pacientes. Cong et al.<sup>(27)</sup> avaliaram as respostas autonômicas de recém-nascidos à dor, comparando crianças na incubadora e as com o Método Canguru (contato pele com pele), demonstrando que a estabilidade dos ajustes autonômicos após a dor era rapidamente obtida quando o bebê estava em posição confortável.

Todos os benefícios do posicionamento nesta população e os efeitos danosos do estresse ambiental no cérebro do prematuro são amplamente reconhecidos. Este foi um dos primeiros estudos a demonstrar que práticas aparentemente simples de posicionar o recém-nascido também melhoram os ajustes autonômicos, apesar da ocorrência de ruídos normais no ambiente da UTI neonatal.

O desenvolvimento do sistema nervoso parassimpático ocorre no período perinatal. Estímulos adequados resultam em desenvolvimento ideal deste sistema, enquanto estímulos adversos podem exercer um efeito negativo em seu desenvolvimento, com a possibilidade de futuras anormalidades na infância e na vida adulta.<sup>(4)</sup> A complexidade dos ajustes autonômicos é um marcador de boa saúde cardiovascular, e esta complexidade está normalmente reduzida em situações patológicas, o que demonstra sua importância.<sup>(23,28-30)</sup>

As limitações deste estudo estão relacionadas à avaliação da VFC, pois ela é influenciada por muitos fatores; portanto, adaptamos vários dos critérios de inclusão. Além disto, a avaliação da VFC por si só com métodos não lineares, tanto no domínio tempo quanto no domínio

frequência, não é capaz de caracterizar os parâmetros dinâmicos da VFC. O caráter não estacionário da VFC torna limitado o uso de abordagens estacionárias no estudo da VFC, como no caso de métodos tradicionais, embora nos proporcionem informações a respeito do comportamento do SNA.

Outra dificuldade para estudar esta população específica é que devem se evitar procedimentos invasivos, o que limita avaliações mais precisas. Finalmente, não se adotaram quaisquer fármacos que pudessem ter interferido com

as respostas autonômicas, de forma que se adotaram critérios de inclusão mais rigorosos.

## CONCLUSÃO

A posição prona e a restrição manual para recém-nascidos prematuros aumentam tanto a atividade parassimpática quanto a complexidade dos ajustes autonômicos em comparação com a posição supina, mesmo na presença de maior nível de ruídos ambientais do que o recomendado, que tende a aumentar a atividade simpática.

## ABSTRACT

**Objective:** Evaluate the physiological and autonomic nervous system responses of premature newborns to body position and noise in the neonatal intensive care unit.

**Methods:** A quasi-experimental study. The autonomic nervous system of newborns was evaluated based on heart rate variability when the newborns were exposed to environmental noise and placed in different positions: supine without support, supine with manual restraint and prone.

**Results:** Fifty premature newborns were evaluated (gestational age:  $32.6 \pm 2.3$  weeks; weight:  $1816 \pm 493$ g; and Brazelton sleep/awake level: 3 to 4). A positive correlation was found between environmental noise and sympathetic activity ( $R = 0.27$ ,  $p = 0.04$ ). The mean environmental noise was  $53 \pm 14$ dB. The heart rate was higher in the supine position than in the manual restraint and prone positions ( $148.7 \pm 21.6$ ,  $141.9 \pm 16$  and  $144 \pm 13$ , respectively) ( $p = 0.001$ ). Sympathetic activity, represented by a low frequency index, was higher in

the supine position ( $p < 0.05$ ) than in the other positions, and parasympathetic activity (high frequency, root mean square of the sum of differences between normal adjacent mean R-R interval and percentage of adjacent iRR that differed by more than 50ms) was higher in the prone position ( $p < 0.05$ ) than in the other positions. The complexity of the autonomic adjustments (approximate entropy and sample entropy) was lower in the supine position than in the other positions.

**Conclusion:** The prone position and manual restraint position increased both parasympathetic activity and the complexity of autonomic adjustments in comparison to the supine position, even in the presence of higher environmental noise than the recommended level, which tends to increase sympathetic activity.

**Keywords:** Heart rate/physiology; Prone position; Infant, newborn; Autonomic nervous system; Noise

## REFERÊNCIAS

- Lucchini M, Fifer WP, Sahni R, Signorini MG. Novel heart rate parameters for the assessment of autonomic nervous system function in premature infants. *Physiol Meas*. 2016;37(9):1436-46.
- Santos J, Pearce SE, Stroustrup A. Impact of hospital-based environmental exposures on neurodevelopmental outcomes of preterm infants. *Curr Opin Pediatr*. 2015;27(2):254-60.
- Sahni R, Schulze KF, Kashyap S, Ohira-Kist K, Fifer WP, Myers MM. Postural differences in cardiac dynamics during quiet and active sleep in low birthweight infants. *Acta Paediatr*. 1999;88(12):1396-401.
- Yiallourou SR, Witcombe NB, Sands SA, Walker AM, Horne RS. The development of autonomic cardiovascular control is altered by preterm birth. *Early Hum Dev*. 2013;89(3):145-52.
- Salavitarab A, Haidet KK, Adkins CS, Susman EJ, Palmer C, Storm H. Preterm infants' sympathetic arousal and associated behavioral responses to sound stimuli in the neonatal intensive care unit. *Adv Neonatal Care*. 2010;10(3):158-66.
- Shepherd KL, Yiallourou SR, Horne RS, Wong FY. Prone sleeping position in infancy: Implications for cardiovascular and cerebrovascular function. *Sleep Med Rev*. 2018;39:174-86.
- Candia MF, Osaku EF, Leite MA, Toccolini B, Costa NL, Teixeira SN, et al. Influence of prone positioning on premature newborn infant stress assessed by means of salivary cortisol measurement: pilot study. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(2):169-75.
- Peng NH, Chen LL, Li TC, Smith M, Chang YS, Huang LC. The effect of positioning on preterm infants' sleep-wake states and stress behaviours during exposure to environmental stressors. *J Child Health Care*. 2014;18(4):314-25.
- Brazelton TB. Neonatal behavior assessment scale. In: *Clinics in developmental medicine*. 2nd ed; nº 88. London: Spastics International Medical Publications; 1984.
- Noise: a hazard for the fetus and newborn. American Academy of Pediatrics. Committee on Environmental Health. *Pediatrics*. 1997;100(4):724-7.

11. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5):1043-65.
12. Pincus SM. Approximate entropy as a measure of system complexity. *Proc Natl Acad Sci*. 1991;88(6):2297-301.
13. Piskorski J, Guzik P. Geometry of the Poincaré plot of RR intervals and its asymmetry in healthy adults. *Physiol Meas*. 2007;28(3):287-300.
14. Antunes LC, Rugolo LM, Crocci AJ. [Effect of preterm infant position on weaning from mechanical ventilation]. *J Pediatr (Rio J)*. 2003;79(3):239-44. Portuguese.
15. Jarus T, Bart O, Rabinovich G, Sadeh A, Bloch L, Dolfin T, et al. Effects of prone and supine positions on sleep state and stress responses in preterm infants. *Infant Behav Dev*. 2011;34(2):257-63.
16. Gillies D, Wells D, Bhandari AP. Positioning for acute respiratory distress in hospitalised infants and children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;(7):CD003645.
17. Venkataraman R, Kamaluddeen M, Amin H, Lodha A. Is less noise, light and parental/caregiver stress in the neonatal intensive care unit better for neonates? *Indian Pediatr*. 2018;55(1):17-21.
18. Calikusu Incekar M, Balci S. The effect of training on noise reduction in neonatal intensive care units. *J Spec Pediatr Nurs*. 2017;22(3).
19. Cardoso SM, Kozłowski LC, Lacerda AB, Marques JM, Ribas A. Newborn physiological responses to noise in the neonatal unit. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2015;81(6):583-8.
20. Bell EF, Johnson KJ, Dove EL. Effect of body position on energy expenditure of preterm infants as determined by simultaneous direct and indirect calorimetry. *Am J Perinatol*. 2017;34(5):493-8.
21. Johnston C, Zanetti NM, Comaru T, Ribeiro SNDS, Andrade LB, Santos SL. I Brazilian guidelines for respiratory physiotherapy in pediatric and neonatal intensive care units. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(2):119-29.
22. Sahni R, Schulze KF, Ohira-Kist K, Kashyap S, Myers MM, Fifer WP. Interactions among peripheral perfusion, cardiac activity, oxygen saturation, thermal profile and body position in growing low birth weight infants. *Acta Paediatr*. 2010;99(1):135-9.
23. Ariagno RL, Mirmiran M, Adams MM, Saporito AG, Dubin AM, Baldwin RB. Effect of position on sleep, heart rate variability, and QT interval in preterm infants at 1 and 3 months' corrected age. *Pediatrics*. 2003;111(3):622-5.
24. Moon RY; Task Force on Sudden Infant Death Syndrome. SIDS and Other Sleep-Related Infant Deaths: Evidence Base for 2016 Updated Recommendations for a Safe Infant Sleeping Environment. *Pediatrics*. 2016;138(5).
25. Shepherd KL, Yiallourou SR, Odoi A, Brew N, Yeomans E, Willis S, et al. Effects of prone sleeping on cerebral oxygenation in preterm infants. *J Pediatr*. 2019;204:103-110.e1.
26. Wu TW, Lien RI, Seri I, Noori S. Changes in cardiac output and cerebral oxygenation during prone and supine sleep positioning in healthy term infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2017;102(6):F483-9.
27. Cong X, Cusson RM, Walsh S, Hussain N, Ludington-Hoe SM, Zhang D. Effects of skin-to-skin contact on autonomic pain responses in preterm infants. *J Pain*. 2012;13(7):636-45.
28. Goto K, Mirmiran M, Adams MM, Longford RV, Baldwin RB, Boeddiker MA, et al. More awakenings and heart rate variability during supine sleep in preterm infants. *Pediatrics*. 1999;103(3):603-9.
29. Galland BC, Taylor BJ, Bolton DP, Sayers RM. Heart rate variability and cardiac reflexes in small for gestational age infants. *J Appl Physiol*. 2006;100(3):933-9.
30. Fyfe KL, Yiallourou SR, Wong FY, Odoi A, Walker AM, Horne RS. The effect of gestational age at birth on post-term maturation of heart rate variability. *Sleep*. 2015;38(10):1635-44.