

Bárbara Vieira Carneiro<sup>1</sup>, Guilherme Henrique Garcia<sup>1</sup>, Larissa Padrão Isensee<sup>2</sup>, Bruno Adler Maccagnan Pinheiro Besen<sup>1</sup>

## Otimização de condições para teste de apneia em paciente hipoxêmico com morte encefálica

*Optimization of conditions for apnea testing in a hypoxemic brain dead patient*

1. Unidade de Terapia Intensiva Clínica, Disciplina de Emergências Clínicas, Departamento de Clínica Médica, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

2. Unidade de Terapia Intensiva Clínica Médica, Divisão de Fisioterapia, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

### RESUMO

Relatamos o caso de um paciente que evoluiu com suspeita de morte encefálica associada à atelectasia e à hipoxemia moderada a grave, apesar de instituídos ventilação protetora, sistema de aspiração traqueal fechado, pressão positiva ao final da expiração moderada e manobra de recrutamento. Diante da não obtenção de pressão parcial de oxigênio adequada para o teste de apneia, optamos por pronar o paciente, utilizar pressão positiva expiratória final mais elevada, realizar nova manobra de recrutamento e ventilar com volume corrente mais elevado (8mL/kg), sem ultrapassar pressão de platô de 30cmH<sub>2</sub>O. O teste de apneia foi realizado em posição prona, com válvula de pressão positiva contínua nas

vias aéreas acoplada em tubo T. O atraso no diagnóstico foi de 10 horas; a doação de órgãos não foi possível devido à parada circulatória. Este relato demonstra as dificuldades para obtenção de níveis de pressão parcial de oxigênio mais altos para a realização do teste de apneia. Os atrasos que isso pode acarretar ao diagnóstico de morte encefálica e ao processo de doação de órgãos são discutidos, além de potenciais estratégias de otimização da pressão parcial de oxigênio para realização do teste, conforme as recomendações atuais.

**Descritores:** Morte encefálica; Cuidados críticos; Hipóxia; Decúbito ventral; Respiração artificial; Doadores de tecidos

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 9 de agosto de 2018

Aceito em 27 de novembro de 2018

**Autor correspondente:**

Bárbara Vieira Carneiro  
Unidade de Terapia Intensiva do Hospital das Clínicas  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo  
Avenida Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255, 6º andar, sala 6.040  
CEP: 05403-000 - São Paulo (SP), Brasil  
E-mail: babivc5@gmail.com

**Editor responsável:** Glauco Adrieno Westphal

DOI: 10.5935/0103-507X.20190015

### INTRODUÇÃO

“Morte encefálica” é a terminologia usada para expressar a condição de coma irreversível associada à ausência de reflexos de tronco e apneia persistente.<sup>(1)</sup> Seu diagnóstico e o manejo do potencial doador são comuns na terapia intensiva. O estabelecimento do diagnóstico é complexo e deve ser realizado de forma acurada. Trata-se de condição pouco compreendida por familiares e não especialistas, e que envolve preceitos médicos, éticos e legais.<sup>(2)</sup>

Em todo o mundo, as etapas para a definição de morte encefálica não são uniformes, com diferenças culturais e legais evidentes até mesmo dentro de um mesmo país. No Brasil, a Resolução do Conselho Federal de Medicina (CFM) 2.137/2017 determina a metodologia para o diagnóstico de morte encefálica.<sup>(3)</sup>

A nova resolução brasileira estabelece a realização de uma única prova de apneia por um dos médicos responsáveis pelo exame clínico, porém exige que os pacientes sejam ventilados com fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) de 100% por, no mínimo, 10 minutos, e que a ventilação mecânica seja otimizada de modo



a atingir pressão parcial de oxigênio ( $\text{PaO}_2$ )  $\geq 200\text{mmHg}$  e pressão parcial de dióxido de carbono ( $\text{PaCO}_2$ ) entre 35 e  $45\text{mmHg}$ .<sup>(3)</sup>

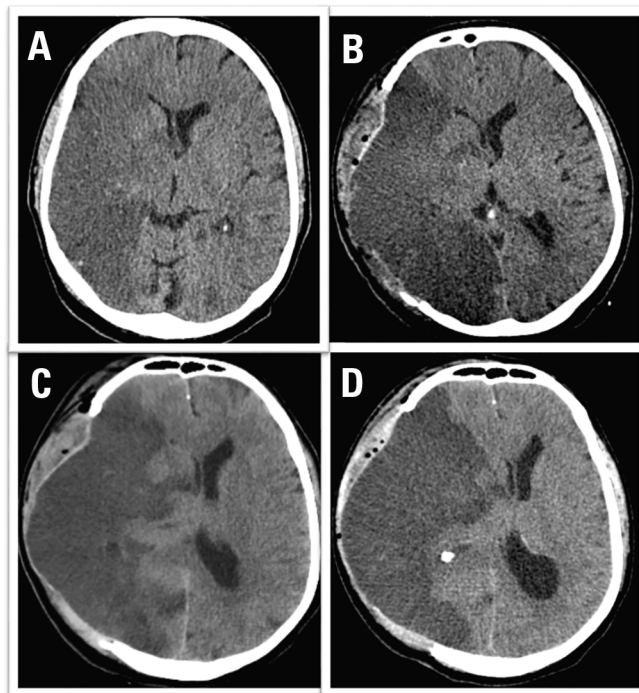
Relatamos, assim, o caso de um paciente que evoluiu com suspeita de morte encefálica associada à atelectasia e à hipoxemia moderada a grave. O objetivo deste relato é demonstrar as dificuldades para obtenção de níveis seguros de  $\text{PaO}_2$  para a realização do teste de apneia, além de potenciais estratégias de manejo da hipoxemia, que podem ser utilizadas para otimizar a oxigenação neste contexto.

## DESCRIÇÃO DO CASO

Homem de 57 anos, previamente hipertenso e diabético, em uso ambulatorial de hidroclorotiazida, enalapril e metformina, foi admitido no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo com quadro de disartria, heminegligência à esquerda e hemiplegia esquerda completa proporcionada. Após realizada a hipótese de acidente vascular cerebral (AVC), o protocolo AVC foi acionado. A tomografia computadorizada (TC) de crânio não demonstrou sinais de sangramento, e a angiotomografia de artérias intra e extracranianas demonstrou oclusão na origem da artéria cerebral média direita com extensão caudal para artéria carótida interna ipsilateral.

O paciente foi submetido à trombólise com 3 horas e 53 minutos. Durante o período de observação no departamento de emergência, o paciente evoluiu com rebaixamento do nível de consciência com necessidade de intubação orotraqueal. Na TC de crânio de controle, apresentava edema de hemisfério cerebral direito, compatível com síndrome da artéria cerebral média maligna (Figura 1). Foi indicada e realizada craniectomia descompressiva fronto-temporo-parietal direita com durotomia clássica em menos de 24 horas do *ictus*, e o paciente foi encaminhado à unidade de terapia intensiva (UTI) após o procedimento cirúrgico.

A despeito de realização de craniectomia extensa, o paciente evoluiu com deterioração neurológica progressiva nos dias subsequentes. Dado que o paciente tinha realizado a terapia mais efetiva para controle da hipertensão intracraniana sem sucesso, optamos por não realizar outras medidas para hipertensão intracraniana. No quarto dia de internação em UTI, evoluiu com perda dos reflexos de tronco, hipotensão e provável quadro de morte encefálica. A evolução tomográfica está descrita na figura 1. Neste momento, por volta das 8h, iniciamos medidas de suporte ao potencial doador e protocolo de morte encefálica e notificamos o Serviço de Procura de Órgãos e Tecidos do hospital.



**Figura 1** - Evolução tomográfica pré e pós-craniectomia descompressiva (cortes ao nível do septo pelúcido). (A) Tomografia computadorizada de crânio com 18 horas de evolução. (B) Tomografia computadorizada de crânio pós-operatória (36 horas de evolução), com bom resultado cirúrgico. (C) Tomografia computadorizada de crânio com 60 horas de evolução, com desvio de linha média moderado. (D) Tomografia computadorizada de crânio com 96 horas de evolução, com desvio de linha média importante.

## O problema

Durante as horas subsequentes ao quadro compatível com morte encefálica, o paciente evoluiu com instabilidade hemodinâmica. Realizamos expansão volêmica e iniciamos noradrenalina associada à vasopressina. O ecocardiograma à beira do leito não demonstrava alterações importantes da função ventricular esquerda ou direita. Optamos por iniciar ressuscitação hormonal com hormônio tireoideano pela via enteral (levotiroxina 100mg), hidrocortisona (50mg a cada 6 horas) e infusão de glicose e insulina (0,5U/kg/hora). O paciente atingiu estabilidade hemodinâmica, porém com dose moderada de vasopressores.

A despeito da estabilização hemodinâmica, o paciente também apresentou hipoxemia moderada ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \sim 110$ ), dificultando o início do teste de apneia. Não havia evidências clínicas de infecção respiratória. Ao ultrassom pulmonar, observamos colapso pulmonar em ambas as bases pulmonares, o que não foi observado em radiografia de tórax do dia anterior (Figura 2).

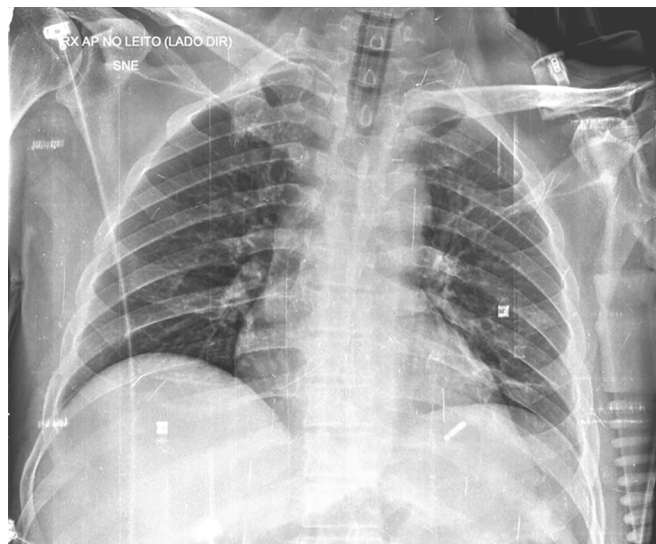


Figura 2 - Radiografia de tórax em incidência antero-posterior, no leito.

## A solução

Mantivemos o paciente em modo volume-controlado com frequência respiratória (FR) de 22irpm, pressão positiva expiratória final (PEEP) de 5cmH<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> de 1, volume corrente (VC) de 370mL, com PaO<sub>2</sub> inicial de 109mmHg. Colocamos sistema de aspiração fechado. Tentamos a realização de manobra de recrutamento com elevação da PEEP até 20cmH<sub>2</sub>O, que foi interrompida

devido à instabilidade hemodinâmica e à piora da oxigenação. Neste momento, mantivemos a PEEP final em 8cmH<sub>2</sub>O.

Para atingir níveis mais seguros de PaO<sub>2</sub>, optamos por realizar posição prona. Após pronado, com FR de 22irpm, PEEP de 8cmH<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> de 0,4 e VC de 370mL, obtivemos relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> de 171mmHg.

Dado que não atingimos os valores estipulados pela nova resolução, mantendo o paciente em posição prona, optamos por utilizar PEEP mais alta (15cmH<sub>2</sub>O) associada à manobra de recrutamento e elevamos a FiO<sub>2</sub> para 1, mantendo FR em 22irpm e VC em 370mL. Obtivemos, assim, PaO<sub>2</sub> de 165mmHg.

Em última tentativa, optamos por aumentar o VC até o limite da pressão de platô (8mL/kg para platô máximo de 30cmH<sub>2</sub>O), com VC de 480mL, mantendo os demais parâmetros. Com estas medidas, obtivemos PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> de 241mmHg e PaCO<sub>2</sub> de 41mmHg, iniciando o teste de apneia.

A tabela 1 resume os parâmetros ventilatórios e os achados gasométricos em cada uma das etapas.

## O teste de apneia

O teste da apneia baseia-se na observação da ausência de movimentos respiratórios, após estimulação máxima do centro respiratório pela hipercapnia (PaCO<sub>2</sub> > 55mmHg).<sup>(1)</sup> O teste deve ser interrompido sempre que

Tabela 1 - Evolução gasométrica e de mecânica respiratória para realização do teste de apneia

Variável	VM protetora	VM protetora + Prona	VM protetora + Prona + PEEP alto	VM protetora + Prona + PEEP alto + VC 8mL/Kg	Pós-teste
Horário	10h38	13h59	15h24	16h21	17h39
Parâmetros gasométricos					
pH	7,3	7,29	7,24	7,26	6,97
PaO <sub>2</sub>	109	68,4	165	241	243
PaCO <sub>2</sub>	40,7	39,3	42,2	41,3	93,7
Bicarbonato	19,5	18,5	17,8	17,9	20,6
EBP	- 6	- 6,8	- 8,4	- 8,2	- 14,2
SatO <sub>2</sub>	97,2	93,9	99,1	85,8	98,5
Parâmetros ventilatórios					
PEEP	5	8	15	15	10
FiO <sub>2</sub>	1	0,4	1	1	1
Relação PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	109	171	165	241	-
Frequência respiratória	22	22	22	22	-
VC	370	370	370	480	-
Pressão de platô	20	20	25	30	-
ΔP	15	12	10	15	-

VM - ventilação mecânica; PEEP - pressão positiva expiratória final; VC - volume corrente; PaO<sub>2</sub> - pressão parcial de oxigênio; PaCO<sub>2</sub> - pressão parcial de dióxido de carbono; EBP - excesso base padrão; SatO<sub>2</sub> - saturação de oxigênio; FiO<sub>2</sub> - fração inspirada de oxigênio; ΔP - pressão de distensão.

houver: (1) movimentos respiratórios (teste de apneia negativo); (2) instabilidade hemodinâmica; ou (3) hipoxemia grave.<sup>(1,3,4)</sup>

Como o paciente necessitou de várias manobras para atingir oxigenação adequada antes do teste, optamos por realizar a prova de apneia em posição prona com válvula de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) colocada em tubo T com fluxo de oxigênio a 12L/minuto, conforme descrito.<sup>(5)</sup> O paciente tolerou o teste do ponto de vista hemodinâmico, mantendo saturação de 100% durante todo o teste e com gasometria arterial após o teste confirmando a validade da prova (Tabela 1).

### Evolução

Finalizamos o teste de apneia e a primeira prova clínica por volta das 17h30 do mesmo dia, representando atraso de 10 horas em relação à suspeita do diagnóstico de morte encefálica. A segunda prova clínica foi realizada às 19h15 por outro médico intensivista especificamente capacitado. O exame complementar (*Doppler* transcraniano) demonstrou colapso circulatório encefálico total. Os familiares do paciente concordaram com a doação de órgãos, cuja captação foi agendada para a manhã seguinte. Contudo, o paciente evoluiu com parada circulatória devido a choque refratário em progressão durante o período da noite, e não foi possível a captação de órgãos.

### DISCUSSÃO

Esse caso demonstra a dificuldade imposta pela hipoxemia, condição frequente em pacientes neurocríticos, na determinação de morte encefálica. A necessidade de otimizar PaO<sub>2</sub> antes da realização do teste de apneia atrasou o diagnóstico em 10 horas e contribuiu para a perda do potencial doador por parada circulatória. Apesar disso, descrevemos um conjunto de manobras adicionais para otimizar a PaO<sub>2</sub> pré-teste de modo a evitar perdas de diagnóstico de morte encefálica. Por fim, descrevemos, pela primeira vez, a realização do teste de apneia na posição prona para manter oxigenação adequada durante o procedimento.

O teste da apneia é essencial no processo de determinação da morte encefálica. No entanto, é um risco aos pacientes pela possibilidade de hipotensão, hipoxemia, arritmias e parada cardíaca. A ocorrência de qualquer um destes pode levar ao abortamento da prova e ao atraso do diagnóstico de morte encefálica. Dados norte-americanos mostram que 7% dos pacientes com suspeita de morte

encefálica não conseguem iniciar o teste de apneia por instabilidade hemodinâmica ou hipoxemia, e 3% têm a prova interrompida pelos mesmos motivos.<sup>(6)</sup>

Alguns pré-requisitos são estabelecidos pelas normas diretrizes brasileiras para o início do teste de apneia: temperatura corporal > 35°C, pressão arterial sistólica ≥ 100mmHg ou pressão arterial média ≥ 65mmHg, PaCO<sub>2</sub> entre 35 e 45mmHg e PaO<sub>2</sub> ≥ 200mmHg.<sup>3</sup> Os níveis de PaO<sub>2</sub> requeridos para a realização do teste de apneia não são um consenso. Wijdicks et al. não observaram diferença significativa entre os níveis de PaO<sub>2</sub> entre aqueles que completaram ou não o teste de apneia.<sup>(6)</sup> Do ponto de vista clínico, embora PaO<sub>2</sub> mínima seja útil para evitar hipoxemia durante o teste, o valor de corte nem sempre será atingido e há outras formas mais efetivas para se manter a oxigenação – como realizar o teste em CPAP.<sup>(5)</sup> Apesar disso, a atual resolução exige que o teste de apneia seja precedido por tentativas de otimizar a oxigenação de modo a aumentar a segurança do teste. Enquanto em outros países a realização de exame complementar é mandatória apenas para pacientes que não toleram a realização do exame de apneia, ou quando há dúvidas no exame neurológico, no Brasil, o exame complementar é mandatório para todos os casos, e não há a opção de não se realizar o teste de apneia. Isso pode resultar em perda de potenciais doadores.

O suporte respiratório recomendado para o potencial doador envolve um conjunto de ações: (1) VC de 6 - 8mL/kg de peso predito respeitando pressão de platô de até 30cmH<sub>2</sub>O; (2) PEEP de 8 - 10cmH<sub>2</sub>O; (3) sistema de aspiração fechado; (4) teste de apneia em CPAP; e (5) manobras de recrutamento em caso de desconexão do ventilador. Esse conjunto de ações foi avaliado em ensaio clínico randomizado, que demonstrou aumento absoluto de 27% no número de pulmões captados<sup>(7)</sup> e é recomendado pelas diretrizes brasileiras de manutenção do potencial doador.<sup>(8)</sup>

Essa estratégia não foi suficiente para otimizar a oxigenação a níveis seguros no caso. Assim, realizamos outras medidas, que podem levar a uma melhor oxigenação. Iniciamos pela posição prona.<sup>(9)</sup> Após 7 horas de ventilação mecânica em posição prona, duas manobras de recrutamento alveolar, manutenção de PEEP alto<sup>(10)</sup> e aumento do VC a 8mL/kg, obtivemos aumento da PaO<sub>2</sub> compatível com a realização do teste de apneia, que, por sua vez, foi realizado em CPAP associado à posição prona. Esse conjunto de manobras permitiu a realização de um teste de apneia mais seguro com níveis adequados de PaO<sub>2</sub> antes e após o mesmo.

## CONCLUSÃO

O presente relato teve por objetivo trazer à tona o problema da hipoxemia no paciente neurocrítico com suspeita de morte encefálica e as implicações sobre a realização do teste de apneia. Demonstramos uma variedade

de estratégias a serem utilizadas à beira do leito para que o teste de apneia possa ser realizado de forma segura e eficaz e reduzir, dessa forma, a perda do diagnóstico de morte encefálica relacionada à dificuldade de realização do teste, conforme as recomendações da resolução do Conselho Federal de Medicina.

## ABSTRACT

We report the case of a patient in whom brain death was suspected and associated with atelectasis and moderate to severe hypoxemia even though the patient was subjected to protective ventilation, a closed tracheal suction system, positive end-expiratory pressure, and recruitment maneuvers. Faced with the failure to obtain an adequate partial pressure of oxygen for the apnea test, we elected to place the patient in a prone position, use higher positive end-expiratory pressure, perform a new recruitment maneuver, and ventilate with a higher tidal volume (8mL/kg) without exceeding the plateau pressure of 30cmH<sub>2</sub>O. The apnea test was performed with the patient in a prone

position, with continuous positive airway pressure coupled with a T-piece. The delay in diagnosis was 10 hours, and organ donation was not possible due to circulatory arrest. This report demonstrates the difficulties in obtaining higher levels of the partial pressure of oxygen for the apnea test. The delays in the diagnosis of brain death and in the organ donation process are discussed, as well as potential strategies to optimize the partial pressure of oxygen to perform the apnea test according to the current recommendations.

**Keywords:** Brain death; Critical care; Hypoxia; Prone position; Respiration, artificial; Tissue donors

## REFERÊNCIAS

1. Wijdicks EF. Determining brain death. *Continuum (Minneapolis)*. 2015;21(5 Neurocritical Care):1411-24.
2. Burkle CM, Sharp RR, Wijdicks EF. Why brain death is considered death and why there should be no confusion. *Neurology*. 2014;83(16):1464-9.
3. Brasil. Conselho Federal de Medicina. Resolução CFM Nº 2.173/2017. Define os critérios do diagnóstico de morte encefálica. (Accessed 26/07, 2018, at <https://sistemas.cfm.org.br/normas/visualizar/resolucoes/BR/2017/2173>.)
4. Wijdicks EF. Brain death guidelines explained. *Semin Neurol*. 2015;35(2):105-15.
5. Lévesque S, Lessard MR, Nicole PC, Langevin S, LeBlanc F, Lauzier F, et al. Efficacy of a T-piece system and a continuous positive airway pressure system for apnea testing in the diagnosis of brain death. *Crit Care Med*. 2006;34(8):2213-6.
6. Wijdicks EF, Rabenstein AA, Manno EM, Atkinson JD. Pronouncing brain death: Contemporary practice and safety of the apnea test. *Neurology*. 2008;71(16):1240-4.
7. Mascia L, Pasero D, Slutsky AS, Arguis MJ, Berardino M, Grasso S, et al. Effect of a lung protective strategy for organ donors on eligibility and availability of lungs for transplantation: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010;304(23):2620-7.
8. Westphal GA, Caldeira Filho M, Vieira KD, Zaclikevis VR, Bartz MC, Wanzuita R, et al. Guidelines for potential multiple organ donors (adult): part II. Mechanical ventilation, endocrine metabolic management, hematological and infectious aspects. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2011;23(3):269-82.
9. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A, Taccone P, Mascheroni D, Labarta V, Malacrida R, Di Giulio P, Fumagalli R, Pelosi P, Brazzi L, Latini R; Prone-Supine Study Group. Effect of prone positioning on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med*. 2001;345(8):568-73.
10. Briel M, Meade M, Mercat A, Brower RG, Talmor D, Walter SD, et al. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2010;303(9):865-73.