

CLAUDIANE AYRES  
(ORGANIZADORA)

---

*Collection:*

# APPLIED BIOMEDICAL ENGINEERING

---

Atena  
Editora  
Ano 2022

CLAUDIANE AYRES  
(ORGANIZADORA)

---

*Collection:*

# APPLIED BIOMEDICAL ENGINEERING

---

Atena  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



**Diagramação:** Bruno Oliveira  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Claudiane Ayres

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C697 Collection: applied biomedical engineering / Organizadora  
Claudiane Ayres. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-989-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.896220604>

1. Biomedical engineering. I. Ayres, Claudiane  
(Organizadora). II. Título.

CDD 610.28

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

Considerada uma área de atuação do campo da saúde em grande expansão, capaz de atuar em várias modalidades (seja na avaliação, diagnóstico, prevenção ou tratamento de doenças, entre outras), visando sempre contribuir para melhora da qualidade de vida e saúde da população em geral, a área da **Engenharia Biomédica** vem se fundamentando cada vez mais como uma carreira profissional de grande valorização e importância para a sociedade, contribuindo nos avanços tecnológicos e melhorias na saúde de forma geral. Estimulados a compartilhar informações sobre as mais variadas formas de atuação dessa área com todos os interessados, a editora Atena lança o e-book “Collection: Applied biomedical engineering” (Coleção: Engenharia biomédica aplicada), que traz 4 artigos capazes de demonstrar parte da atuação inter e multidisciplinar que envolve a área da engenharia biomédica, e dessa forma, evidenciar algumas das contribuições dessa ciência que desenvolve abordagens inovadoras, capazes de intervir nas diferentes vertentes que envolvem a saúde e valorização da vida.

Convido- te a conhecer as diversas possibilidades que envolvem essa área tão inovadora e abrangente.

Aproveite a leitura!

Claudiane Ayres

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ASPECTOS GERAIS SOBRE A TÉCNICA CRISPR/CAS9 - UTILIZAÇÃO NO TRATAMENTO DE PATOLOGIAS**

Brenno Willians Hertel de Sousa  
Lustarllone Bento de Oliveira  
Pedro Henrique Veloso Chaves  
Felipe Monteiro Lima  
Grasiely Santos Silva  
Ikaro Alves de Andrade  
José Vanderli da Silva  
Nara Rubia Souza  
Bruno Henrique Dias Gomes  
Joselita Brandão de Sant'Anna  
Marcela Gomes Rola  
Krain Santos de Melo  
Raphael da Silva Affonso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962206041>

### **CAPÍTULO 2..... 17**

#### **EFEITOS DO CORTISOL E SEU USO COMO BIOMARCADOR DE ESTRESSE EM ATLETAS**

Conceição de Maria Aguiar Carvalho  
Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão  
Janyerson Dannys Pereira da Silva  
Luana Mota Martins  
Samuel Guerra Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962206042>

### **CAPÍTULO 3..... 25**

#### **MODELAGEM E ANÁLISE DE TENSÕES DE UMA PRÓTESE PARA MEMBROS INFERIORES DO TIPO *FLEX***

Elias Dagostini  
Fábio Rodrigo Mandello Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962206043>

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### **MONITORAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM DOENÇAS CARDIOVASCULARES**

Claudiane Ayres  
José Carlos Rebuglio Velloso  
Gustavo Henrique Frigieri Vilela  
Danielle Cristyne Kalva Borato  
Cristiane Rickli Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8962206044>

<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>46</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>47</b>

# CAPÍTULO 4

## MONITORAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM DOENÇAS CARDIOVASCULARES

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 30/03/2022

### **Claudiane Ayres**

Mestre em Ciências Biomédicas (2018)  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
(UEPG), PR, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9434584154074170>

### **José Carlos Rebuglio Velloso**

Doutor em Biociências e Biotecnologia  
Aplicadas à Farmácia (2008)  
Departamento de Análises Clínicas e  
Toxicológicas Universidade Estadual de Ponta  
Grossa (UEPG), PR, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1522293867934005>

### **Gustavo Henrique Frigieri Vilela**

Doutor em Ciências - Física Biomolecular  
(2010)  
Braincare Health Technology, São Carlos,  
SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0396454914702330>

### **Danielle Cristyne Kalva Borato**

Mestre em Ciências Farmacêuticas (2011)  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
(UEPG), PR, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1550916899076200>

### **Cristiane Rickli Barbosa**

Mestre em Ciências Farmacêuticas (2016)  
Universidade Estadual de Ponta Grossa  
(UEPG), PR, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/1860420854722544>

**RESUMO:** Introdução: A pressão intracraniana (PIC) resulta da somatória dos volumes dos conteúdos cranianos. Acredita-se que as doenças cardiovasculares (DCVs) possam desencadear alterações metabólicas que levam ao aumento da volemia ou a edema cerebral, e isto, conseqüentemente, pode acarretar em modificações na PIC. As DCVs afetam grande parcela da população mundial e apesar dos avanços em relação ao tratamento clínico e farmacológico dessas doenças, a cirurgia cardíaca é a intervenção frequentemente, mais utilizada, porém, pacientes submetidos a tais procedimentos geralmente apresentam complicações cardiopulmonares. Portanto, a PIC pode ser um importante parâmetro a ser avaliado em pacientes com DCV, bem como, em pacientes submetidos a cirurgias para o tratamento destas doenças, uma vez que as flutuações da PIC são determinadas por parâmetros respiratórios e cardíacos. Objetivo: Monitorar a PIC de pacientes no pré e pós-operatórios de cirurgias cardíacas e identificar possíveis relações da PIC com a função cardiovascular. Método: Foram avaliados a PIC de forma não invasiva de 54 pacientes no pré e pós-operatório de cirurgia cardíaca. Resultados: No pré-operatório 27 pacientes apresentaram morfologia alterada do traçado de PIC e valores de P2/P1 maiores que 1,0, indicando alteração da complacência cerebral, e conseqüentemente da PIC. No pós-operatório, 16 apresentaram melhora em relação à morfologia de traçados de PIC e da P2/P1 no pós-operatório, obtendo valores abaixo de 0,9; indicando normalidade. Conclusão: Alterações do sistema cardiovascular podem alterar a

complacência cerebral e, conseqüentemente a PIC dos indivíduos acometidos, portanto, torna-se importante a recomendação da aferição da PIC em pacientes cardiopatas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cirurgia torácica; pressão intracraniana; doença cardiovascular.

## NON-INVASIVE MONITORING OF INTRACRANIAL PRESSURE IN CARDIOVASCULAR DISEASES

**ABSTRACT:** Introduction: Intracranial pressure (ICP) results from the summation of cranial contents volumes. It is believed that cardiovascular diseases can trigger metabolic alterations that lead to increased blood volume or cerebral edema, and this, consequently, can lead to modifications in ICP. Cardiovascular diseases affect a large part of the world population, and despite advances in clinical and pharmacological treatment of these diseases, cardiac surgery is the most frequently used intervention, but patients submitted to such procedures usually present cardiopulmonary complications. Therefore, ICP may be an important parameter to be evaluated in patients with cardiovascular disease, as well as in patients undergoing surgeries for the treatment of these pathologies, since ICP fluctuations are determined by respiratory and cardiac parameters. Objective: To monitor the ICP of patients in the pre and postoperative of cardiac surgeries and to identify possible relations of ICP with cardiovascular function. Method: A noninvasive ICP of 54 patients was evaluated before and after heart surgery. Results: In the preoperative period, 27 patients presented altered morphology of the ICP tracing and P2 / P1 values greater than 1.0, indicating a change in cerebral compliance, and consequently of ICP. In the postoperative period, 16 presented an improvement in the morphology of ICP and P2 / P1 tracings in the postoperative period, reaching values below 0.9; indicating normality. Conclusion: Alterations of the cardiovascular system can alter the cerebral compliance and, consequently, the ICP of the affected individuals, therefore, it is important to recommend the measurement of ICP in patients with heart disease, regardless of surgical indication.

**KEYWORDS:** Thoracic surgery; intracranial pressure; cardiovascular disease.

## INTRODUÇÃO

A pressão intracraniana (PIC) resulta da somatória dos volumes dos conteúdos cranianos (volume sanguíneo cerebral, volume do líquido cefalorraquidiano e do parênquima cerebral)<sup>1</sup>. O aumento de um ou mais destes componentes cranianos pode desencadear a elevação da PIC<sup>2</sup>. Porém, em situações que provocam o aumento do volume de algum dos componentes, o próprio organismo realiza uma compensação, que faz com que haja a diminuição dos outros componentes, para que não ocorra aumento da PIC, além disso, o crânio consegue realizar pequenas deformações em seu diâmetro, a fim de minimizar a possível compressão intracraniana. A essa capacidade compensatória e de deformidade dá-se o nome de complacência<sup>1,2</sup>.

A complacência intracraniana é a capacidade do crânio de tolerar aumentos no volume sem um aumento correspondente na PIC, ou seja, a complacência é responsável pela dinâmica intracraniana. Quando a complacência é adequada, um aumento no

volume do tecido cerebral, de sangue ou de líquido não produz aumento na PIC, porém, quando a complacência é diminuída, qualquer aumento, ainda que mínimo no volume dos componentes intracranianos pode alterar a PIC<sup>3</sup>. Portanto, a monitoração da PIC é importante, pois é uma ferramenta capaz de retratar o estado de complacência cerebral<sup>4</sup>.

O aumento da PIC apresenta alta taxa de morbimortalidade, portanto, se a PIC não for rapidamente controlada a evolução para morte encefálica é inevitável<sup>5</sup>.

O ideal é que o registro da PIC se dê de forma contínua, pois assim, além da verificação de valores da PIC, pode-se também observar o aspecto morfológico do traçado, que também pode indicar anormalidades<sup>6</sup>.

De modo convencional, a monitoração da PIC se dá de forma invasiva, através de inserção de cateteres dentro do crânio. Tais cateteres podem ser introduzidos em regiões de parênquima cerebral, ventrículos, espaço subaracnóideo, subdural ou extradural<sup>7</sup>.

Apesar de ser bastante precisa, a avaliação de forma invasiva pode levar a complicações como: infecções intracranianas, hemorragias, obstrução do transdutor e perda do sinal<sup>8</sup>.

Maneiras de monitorar a PIC de forma não invasiva vem sendo buscadas há muito tempo<sup>9</sup>. Pensando nisso, pesquisadores do Instituto de Estudos Avançados de São Carlos, da Universidade de São Paulo (USP) desenvolveram um método não invasivo para avaliação da PIC<sup>7</sup>.

Com a utilização desse novo sistema, a avaliação da PIC se dá através de um instrumento não invasivo, constituído por um sensor que, colocado em uma das áreas parietais do crânio detecta as mais leves deformações que eventualmente ocorram no crânio dos pacientes, sem necessidade de perfuração. Esse sensor é conectado a um sistema de monitoramento que mede as oscilações, e os sinais, após serem amplificados e decodificados, geram gráficos que mostram a pressão intracraniana<sup>2</sup>.

A PIC tem flutuações determinadas pelos ciclos respiratório e cardíaco, portanto, acredita-se que as doenças cardiovasculares possam desencadear alterações metabólicas que levam ao aumento da volemia ou a edema cerebral, e isto, conseqüentemente, pode acarretar em modificações na PIC<sup>6,7</sup>.

As doenças cardiovasculares afetam grande parcela da população mundial e estão entre as principais causas de morte nos países desenvolvidos e em desenvolvimento<sup>10</sup>. No Brasil, aproximadamente 30% dos óbitos, se dão por tais doenças<sup>11</sup>. Apesar dos avanços em relação ao tratamento clínico e farmacológico dessas doenças, muitas vezes é necessário à realização de intervenção cirúrgica<sup>12</sup>.

A PIC pode ser um importante parâmetro a ser avaliado em pacientes com doença cardiovascular, bem como, em pacientes submetidos a cirurgias para o tratamento destas patologias, uma vez que a intervenção cirúrgica pode interferir na funcionalidade deste sistema, portanto, já que as flutuações da PIC são determinadas por parâmetros respiratórios e cardíacos acredita-se que a condição cardiovascular pode interferir na mesma<sup>6</sup>.

O fluxo sanguíneo cerebral é altamente dependente da pressão arterial de gás carbônico ( $\text{PaCO}_2$ )<sup>13</sup>. Enquanto o oxigênio ( $\text{O}_2$ ) promove vasoconstrição, o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) provoca vasodilatação cerebral, portanto qualquer situação que leve a uma queda da  $\text{PaO}_2$  e consequente aumento da  $\text{PaCO}_2$  provoca vasodilatação progressiva, podendo ocorrer um aumento no fluxo sanguíneo cerebral (FSC) e no volume sanguíneo cerebral (VSC) e, conseqüentemente, aumento da PIC<sup>14</sup>.

O aumento da FR induz a uma hiperventilação, que por sua vez, causa redução da  $\text{PaCO}_2$ , acarretando em vasoconstrição arterial. Concomitante a isso, ocorre redução FSC e do VSC, o que leva a diminuição da PIC<sup>13</sup>. A hiperventilação otimizada, por curto período, é um dos tratamentos utilizados em pacientes com PIC elevada<sup>8,14</sup>. Portanto, a função respiratória também exerce influência na fisiologia cerebral<sup>13</sup>.

O objetivo deste trabalho é monitorar a PIC de pacientes no pré e pós-operatórios de cirurgias cardíacas e identificar possíveis relações da PIC com a função cardiovascular.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo prospectivo, experimental e comparativo, realizado através de pesquisa aplicada. O estudo foi realizado no Hospital Bom Jesus, referência em cirurgia cardíaca na região dos Campos Gerais.

A amostra de conveniência constituiu-se de 54 pacientes que foram submetidos à cirurgia cardíaca na cidade de Ponta Grossa no ano de 2017. Para a convocação da amostra, foi realizada busca ativa juntamente aos pacientes internados no período pré-operatório.

Incluíram-se na pesquisa, pacientes pré- e pós- cirurgia cardíaca, de ambos os sexos, entre 40 e 80 anos.

Foram excluídos pacientes cardíacos instáveis; pacientes submetidos a cirurgias de emergência, não possibilitando a avaliação inicial; intercorrências durante o período de avaliação, impossibilidade da realização da avaliação final e pacientes incapazes de compreender as intervenções a serem realizadas.

Foram excluídos dois pacientes que evoluíram com óbito durante a cirurgia (1) e antes da extubação (1).

Antes da realização do trabalho, todos os indivíduos receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e esclarecido (TCLE) e seus familiares também foram informados sobre a pesquisa. Previamente ao início do projeto, todos os procedimentos utilizados nesse estudo foram aprovados pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), vinculada a Plataforma Brasil (Parecer N. 1.752.829).

Ao iniciar o estudo, foram coletadas informações relacionadas a dados pessoais, anamnese e exame físico dos participantes. A anamnese foi composta por queixa principal, história da moléstia atual (HMA), história da moléstia progressa (HMP), medicamentos e

hábitos de vida.

Em até no máximo 24 horas antes da realização da cirurgia, foi realizada avaliação da PIC. O sensor foi colocado em uma das áreas parietais do crânio do paciente (sem necessidade de perfuração nem tricotomia) <sup>2</sup>.

As ondas e pulsos de PIC ao atingir o crânio causam expansões e retrações em seu volume, e tal sensor é capaz de detectar as mais leves deformações que eventualmente ocorram no crânio dos pacientes <sup>2,15</sup>. O sensor é conectado a um sistema de monitoramento que mede as oscilações, e os sinais, após serem amplificados e decodificados, geram gráficos que mostram a pressão intracraniana <sup>2</sup>.

Através de um programa especialmente desenvolvido para a interpretação desses sinais, os gráficos podem ser convertidos em valores numéricos, nos dando o valor da relação entre os picos obtidos pelos traçados <sup>15</sup>.

O traçado da onda da PIC apresenta morfologia modificada da pulsação arterial e consiste em três picos. O primeiro pico (P1) resulta da transmissão do pulso de onda arterial para o plexo coroide. O segundo pico (P2) varia a partir da complacência cerebral. O terceiro pico (P3) está relacionado com o fechamento cardíaco da válvula aórtica. Cérebros complacentes possuem picos P1, P2 e P3 de forma decrescente, enquanto cérebros com complacência inadequada apresentam picos P2 aumentados em relação ao P1 e P3, ou seja, quando a PIC está normalizada, P1 é maior que P2 e P2 é maior que P3, mas, conforme ocorre o aumento da PIC, a relação de P2 sobre P1 apresenta-se aumentada e a amplitude de P2 tende a ultrapassar a de P1 <sup>4,15</sup>. A amplitude de pulso é a diferença entre a PIC máxima e a PIC mínima durante um ciclo cardíaco ou uma onda de PIC, e a PIC média pode ser obtida através da correlação linear entre pontos consecutivos<sup>17</sup>.

A relação P2/P1 é definida pela razão entre a amplitude destes dois picos, ou seja:  $R = \text{AmpP2} / \text{AmpP1}$ ; O resultado obtido através dessa equação é considerado normal quando encontrado valores abaixo de 0,9; levemente alterados quando obtidos valores entre 0,9 e 1,0. Valores acima de 1,0 são considerados alterados<sup>7</sup>.

A avaliação da PIC durou cerca de 5 minutos, e para definir a média das relações P2/P1, foram analisados 5 traçados (TPIC) de cada aferição; após, os valores obtidos foram somados e divididos pelo número de picos (TPIC 1+TPIC 2+ TPIC 3+ TPIC 4+ TPIC 5 = TPIC total. Após: TPIC total / 5).

Em no máximo 24 horas após a cirurgia (após a extubação, ou seja, retirada do tubo orotraqueal e da ventilação mecânica), a PIC foi reavaliada.

## RESULTADOS

A tabela 1 nos mostra os dados obtidos em relação ao número de pacientes que apresentaram complacência cerebral normal, levemente alterada ou alterada de acordo com os valores encontrados através da  $R=P2/P1$  e morfologias dos traçados de PIC no pré

e pós-operatório de cirurgia cardíaca.

<b>AVALIAÇÃO</b>	<b>NORMAL P2/P1 &lt;0,9</b>	<b>LEVEMENTE ALTERADO P2/P1: 0,9-1,0</b>	<b>ALTERADO P2/P1 &gt;1,0</b>
<b>MORFOLOGIA E P2/P1 –PRÉ – OPERATÓRIA</b>	16	9	27
<b>MORFOLOGIA E P2/P1 –PÓS -OPERATÓRIA</b>	29	12	11

Tabela 1. Resultados relacionados à relação P2/P1 e morfologia do traçado de PIC no pré e pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Levando tais dados em consideração, no presente estudo, pode-se observar que na avaliação pré-operatória 16 pacientes apresentaram valores da  $R=P2/P1$  e morfologia do traçado de PIC dentro da normalidade, 9 pacientes apresentaram leve alteração, e 27 pacientes apresentaram valores e morfologias alterados. Já na monitoração pós-operatória, 29 pacientes apresentaram valores e morfologia dentro da normalidade, 12 levemente alterados e apenas 11 apresentaram valores e traçados alterados.

Dos 27 pacientes que no pré-operatório apresentaram morfologia alterada do traçado e valores de P2/P1 maiores que 1,0, indicando alteração da complacência cerebral, e consequentemente da PIC, 16 apresentaram melhora em relação à morfologia de traçados de PIC e da P2/P1 no pós-operatório, obtendo valores abaixo de 0,9; indicando normalidade.

A figura 1 mostra a morfologia dos traçados de PIC de um paciente no pré e no pós-operatório, sendo que na avaliação pré-operatória, observa-se que houve alteração na morfologia, uma vez que  $P2 > P1$ , tendo obtido como resultado de P2/P1, o valor de 1,518519.

Já no pós-operatório, nota-se que houve normalização na morfologia do traçado, e o valor encontrado para P2/P1 foi de 0,808511, sugerindo melhora em relação à complacência cerebral e valor de PIC dentro da normalidade.

Apenas 11 pacientes permaneceram com alteração da morfologia de PIC, onde  $P2 > P1$ , e com valores da relação P2/P1 maior que 1, fatores sugestivos de alteração de complacência cerebral e PIC.

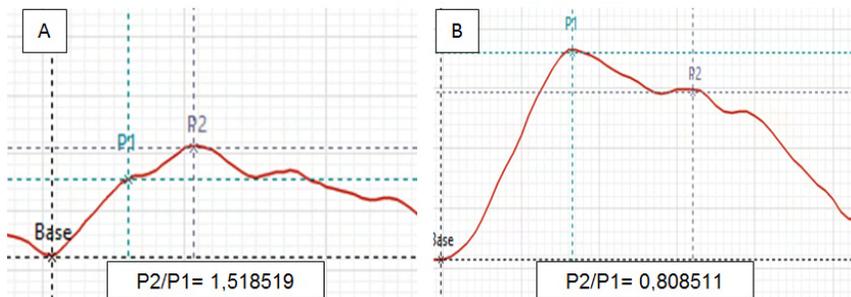


Figura 1. Comparação da morfologia do traçado de PIC e de P2/P1 de um mesmo paciente no pré (A) e pós- operatório (B) de cirurgia cardíaca.

Fonte: Os autores.

## DISCUSSÃO

O estudo de Silva (2016) analisou de forma não invasiva a PIC de 10 pacientes com suspeita de síndrome coronariana aguda e/ou IAM, com o objetivo de investigar quanto ao risco cardiovascular e possíveis alterações na PIC; porém não observou alteração significativa na PIC em nenhum dos pacientes submetidos à monitoração. Entretanto, o autor enfatiza a necessidade de mais estudos que investiguem a relação de patologias cardíacas e outras diversas situações clínicas com possíveis alterações na PIC<sup>7</sup>.

Diferentemente do estudo de Silva, o presente estudo nos mostra que houve diferença em relação aos valores da  $R=P2/P1$  e a morfologia do traçado da PIC no pós-operatório quando comparado ao pré- operatório, sugerindo-nos que a condição cardiovascular pode interferir e alterar a PIC.

Infelizmente há escassez da literatura relacionando as doenças cardiovasculares com possíveis alterações da PIC e sua monitoração, porém, outros estudos têm verificado a PIC em diversas situações clínicas.

O estudo de Barbosa (2016) avaliou de forma não invasiva a PIC de pacientes com doença renal crônica, com o objetivo de monitorar a PIC desses pacientes antes e após a realização de hemodiálise e relacionar os resultados com o perfil clínico dos pacientes. Observou que pacientes com doença renal crônica têm maior risco de sofrerem alterações em sua PIC, quando comparados com indivíduos sem a doença, sugerindo que, a realização da terapia dialítica pode ser eficaz na normalização da PIC. Dados deste estudo, em relação a exames laboratoriais realizados também mostraram que pacientes com doença renal são mais suscetíveis a desenvolverem doenças cardiovasculares<sup>18</sup>.

Ballester (2016) utilizou o equipamento de monitoração não invasiva de PIC em crianças e adolescentes com hidrocefalia e observou que nesta população sensor pode ser bem utilizado, pois consegue detectar oscilações que podem sugerir alterações da PIC que podem evoluir para hipertensão intracraniana<sup>5</sup>.

Bolella e colaboradores (2017) utilizaram o método não invasivo para monitorar a PIC de um paciente com meningite criptocócica associada ao vírus da imunodeficiência (HIV-CM) e hipertensão intracraniana grave antes e após a punção lombar terapêutica. Observaram que houve diferenças em relação a P2/P1 e morfologia do traçado de PIC antes e após a punção lombar, com reversão das alterações encontradas na avaliação pré - punção quando comparadas a avaliação pós-punção. Com isso concluíram que o sensor de PIC não invasivo foi capaz de monitorar os pulsos de pressão intracraniana, mostrando mudanças morfológicas que eram consistentes com o estado clínico do paciente<sup>15</sup>.

## CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se supor que alterações do sistema cardiovascular podem alterar a complacência cerebral e, conseqüentemente a PIC dos indivíduos acometidos.

Pode-se sugerir também, que a realização do tratamento de tais patologias através de cirurgia cardíaca é efetiva não só em relação à funcionalidade cardíaca e do sistema cardiovascular, mas também para o tratamento de distúrbios da PIC associadas às doenças cardiovasculares.

Portanto, torna-se importante a recomendação da aferição da PIC em pacientes cardiopatas, independente de indicação cirúrgica. Porém, nos pacientes submetidos a tais intervenções, à monitoração de tal sinal (PIC) é de grande valia, uma vez, que no pós-operatório, podem ocorrer alterações cardiovasculares que possam culminar em alterações na complacência cerebral e PIC, podendo sugerir complicações que podem ser prevenidas ou tratadas precocemente, se detectadas o mais breve possível, contribuindo para o aumento da sobrevivência desta população.

## REFERÊNCIAS

- 1 ENRIONE, M. A. **Current concepts in the acute management of severe pediatric head trauma.** Journal Clinical Pediatric Emergency Medicine, v. 2, p. 28-40, 2001.
- 2 MASCARENHAS, S.; VILELA, G. H. F.; CARLOTTI, C.; *et al.* **The new ICP minimally invasive method shows that the Monro-Kellie doctrine is not valid.** Acta Neurochirurgica Supplementum, v. 114, p. 117-119, 2012.
- 3 RÉA NETO, A., MENDES, C.L.; REZENDE, E. A. C.; *et al.* **Monitorização em UTI.** Editora: Revinter (2004).
- 4 DI LEVA, A.; SCHMITZ, E. M.; CUSIMANO, M. D. **Analysis of Intracranial Pressure: Past, Present, and Future.** Journal The Neuroscientist, v.20, p.1-12, 2013.
- 5 BALLESTERO, M. F. M. **Avaliação de método não invasivo para monitoração da pressão intracraniana em crianças e adolescentes portadores de hidrocefalia.** Dissertação de mestrado em Ciências Médicas, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 2016.

- 6 CARLOTTI JR, C.; BENEDICTO, O. C.; DIAS, L. A. A. **Hipertensão intracraniana**. Revista Medicina-Ribeirão Preto, v. 31, p. 552-562, 1998.
- 7 SILVA, A. J. M. **Estudo de risco cardiovascular: uma proposta do uso de mieloperoxidase sérica e avaliação da pressão intracraniana**. Dissertação de mestrado (PPGCF), Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa-PR, 2016.
- 8 GIUGNO, K. M.; MAIA, T. R.; KUNRATH, C. L.; *et al.* **Tratamento da hipertensão intracraniana**. Jornal de Pediatria, v.79, p.287-296, 2003.
- 9 ZORZETTO, R. **Sensor permite monitorar de modo não invasivo alterações no cérebro causadas por traumas e pela gestação**. Revista de Pesquisa FAP ESP, v. 221, p. 19-23, 2014.
- 10 REDDY, K. S. **Cardiovascular diseases in the developing countries: dimensions, determinants, dynamics and directions for public health action**. Revista Health Nutrition, v. 5, p. 231-237, 2002.
- 11 SUS- PORTAL SAÚDE. **Entidades apoiam plano para reduzir mortes precoces**. 2011. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/index.cfm/?portal=pagina.visualizarNoticia&codConteudo=2425&codModuloArea=162&chamada=entidades-apoiam-plano-para-reduzir-mortes-precoces>>. Acesso em: 12/06/2017.
- 12 TORRATI, F. G., DANTAS, R. A. S. **Circulação extracorpórea e complicações no período pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas**. Acta Paulista de Enfermagem, v. 25, p. 340-345, 2012.
- 13 SILVA, C. H. R.; PEREIRA, S. M.; BROCHADO, V. M. **Ventilação mecânica em neurocirurgia**. Revista de Medicina de Minas Gerais, v. 24, p. 33-42, 2014.
- 14 ABREU, M. O.; ALMEIDA, M. L. **Manuseio da ventilação mecânica no trauma cranioencefálico: hiperventilação e pressão positiva expiratória final**. Revista Brasileira de Terapia Intensiva, v. 21, p. 72-79, 2009.
- 15 BOLLELA, V. R.; FRIGIERI, G., VILAR, F. C.; *et al.* **Noninvasive intracranial pressure monitoring for HIV-associated cryptococcal meningitis**. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v.50, p. 1-5, 2017.
- 16 ADAMS, J. P.; BELL, D.; MCKINLAY, J. **Neurocritical care: a guide to practical management**. Editora: Springer Science & Business Media. Londres, 2010.
- 17 KIM, D. J.; CZOSNYKA, Z.; KEONG, N.; *et al.* **Index of cerebrospinal compensatory reserve in hydrocephalus**. Journal Neurosurgery Baltimore, v. 64, p.494-502, 2009.
- 18 BARBOSA, C. R. **Avaliação laboratorial e monitoração não invasiva da pressão intracraniana em pacientes submetidos à hemodiálise**. Dissertação de mestrado (PPGCF), Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa-PR, 2016.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**CLAUDIANE AYRES** - Possui graduação em Fisioterapia pelo Centro de Ensino Superior de Campos Gerais (2012). Recebeu diploma de mérito acadêmico, conquistando o primeiro lugar geral da turma de formandos 2012, do curso de Fisioterapia do Centro Superior do Campos Gerais- CESCAGE. Mestre em Ciências Biomédicas - UEPG (2016-2018) Pós-graduada em Fisioterapia Dermatofuncional CESCAGE (2012-2013). Pós-graduada em Gerontologia-UEPG (2017-2018); Pós-graduada em Fisioterapia Cardiovascular (2017-2018); Tem experiência nas áreas de fisioterapia em de Fisioterapia em UTI (Geral, coronariana e neonatal); Fisioterapia Hospitalar, Fisioterapia em DTM e orofacial; Fisioterapia em Saúde do Idoso; Atuou como docente do curso técnico em estética do CESCAGE-2013; Atuou na área de fisioterapia hospitalar e intensivismo (UTI Geral e coronariana)- 2016- 2018; Atualmente, atua como docente em cursos profissionalizantes de estética facial, corporal e massoterapia na Ideale Cursos; Atua também como docente do curso de Fisioterapia do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE. Atua ainda como docente do curso Tecnólogo em Estética e Cosmetolgoia - UNICESUMAR.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Amputação 26

Atividade metabólica 18

Atividades catalíticas 5

Atividades físicas 25, 26

Atletas 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26

Atletas paraolímpicos 26

### B

Bactérias 3, 4

Biomecânica 25

### C

Cirurgia torácica 38

Compósitos 25, 27, 28

Cortisol 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

Crânio 38, 39, 41

Crispr/cas9 1, 2, 3, 5, 6, 10, 13, 15

Crispr/cas9 e patologias 2

Crispr e ética 2

### D

DNA 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15

Doença cardiovascular 38, 39

Doenças 1, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 16, 25, 37, 39, 43, 44

### E

Edição gênica 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 13

Enzima 4, 5

Estresse 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

### H

Hemorragias 39

### L

Linhagens 6, 8, 11, 13

## **M**

Material Genético 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13

Membros inferiores 25, 26

Método dos Elementos Finitos 25, 26

## **O**

Organismos 2, 3, 4, 6, 10, 12

## **P**

Pacientes 7, 8, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

prática esportiva 18

Pressão intracraniana 37, 38, 41, 44, 45

Prótese 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35

## **R**

Reabilitação de amputados 25

Reparação celular 6, 11

RNA 2, 3, 4, 5, 10, 12, 15

## **S**

Saliva 18, 21, 22, 23, 24

Saúde 10, 11, 15, 18, 19, 25, 26, 45, 46

## **T**

Tratamento psicológico 25

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

*Collection:*

# APPLIED BIOMEDICAL ENGINEERING

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

*Collection:*

# APPLIED BIOMEDICAL ENGINEERING

---

  
Ano 2022