

Alterações da pressão intracraniana de pacientes que passaram por circulação extracorpórea: Uma breve revisão da literatura

Intracranial pressure changes of cardiac patients that have passed by extracorporous circulation: A brief literature review

Cambios de presión intracraneal de pacientes cardíacos que han pasado por circulación extracorpórea: Una breve revisión de la literatura

Recebido: 05/11/2022 | Revisado: 14/11/2022 | Aceitado: 19/11/2022 | Publicado: 26/11/2022

Lais Daiene Cosmoski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0528-7253>
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil
E-mail: lc.daiene@gmail.com

Bianca Drewnowski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5061-9387>
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil
E-mail: biancadrewnowski@gmail.com

Bruna França Bueno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8568-5269>
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil
E-mail: bruna_fb@hotmail.com

Cristiane Rickli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6947-2191>
Centro Universitário Integrado, Brasil
E-mail: cristiane_rickli@hotmail.com

Lisiane Cristine Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9960-9817>
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil
E-mail: lisianec.lopes@gmail.com

Mariana Schechtel Koch

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1838-5987>
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil
E-mail: mari_koch92@hotmail.com

José Carlos Rebuglio Velloso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4747-9197>
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil
E-mail: josevellosa@gmail.com

Resumo

No decurso da cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea (CEC) muitos fatores entram em jogo. São necessários muitos cuidados, além do ato cirúrgico propriamente dito, principalmente no que tange à oxigenação sanguínea, à pressão arterial e à formação de micro êmbolos, que irão influir diretamente na patogênese das anormalidades neurológicas encontradas no pós-operatório. Elevações nos valores da pressão intracraniana (PIC) em adultos podem ser pequenas até severas, podendo conferir ameaça a vida do paciente, de acordo com este aumento. O objetivo do presente trabalho é discutir possíveis alterações na PIC de pacientes que passaram por cirurgia cardíaca como possíveis consequências da CEC. Uma vez que a perfusão desencadeia a Síndrome de Resposta Inflamatória Sistêmica, interferindo direta e indiretamente nos mecanismos que mantém a complacência cerebral, tais alterações da PIC podem ocorrer como consequência da CEC, porém, são necessárias investigações que expliquem tal possível relação.

Palavras-chave: Circulação extracorpórea; Perfusão; Pressão intracraniana.

Abstract

In the course of cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB) many factors come into play. A lot of care is needed, in addition to the surgery itself, especially with regard to blood oxygenation, blood pressure and the formation of microemboli, which will directly influence the pathogenesis of neurological abnormalities found in the postoperative period. Elevations in the values of intracranial pressure (ICP) in adults can be small to severe, and may pose a threat to the patient's life, according to this increase. The objective of the present study is to discuss possible changes in the ICP of patients who underwent cardiac surgery as possible consequences of CPB. Since perfusion

triggers the Systemic Inflammatory Response Syndrome, directly and indirectly interfering with the mechanisms that maintain brain compliance, such changes in ICP may occur as a consequence of CPB, however, investigations are needed to explain this possible relationship.

Keywords: Extracorporeal circulation; Infusion; Intracranial pressure.

Resumen

En el curso de la cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (CEC) entran en juego muchos factores. Se necesitan muchos cuidados, además de la propia cirugía, sobre todo en lo que se refiere a la oxigenación de la sangre, la presión arterial y la formación de microémbolos, que influirán directamente en la patogenia de las anomalías neurológicas encontradas en el postoperatorio. Las elevaciones en los valores de la presión intracraneal (PIC) en adultos pueden ser de pequeñas a graves, y pueden representar una amenaza para la vida del paciente, según este aumento. El objetivo del presente estudio es discutir posibles cambios en la PIC de pacientes operados de cirugía cardíaca como posibles consecuencias de la CEC. Dado que la perfusión desencadena el Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica, interfiriendo directa e indirectamente con los mecanismos que mantienen la distensibilidad cerebral, tales cambios en la PIC pueden ocurrir como consecuencia de la CEC, sin embargo, se necesitan investigaciones para explicar esta posible relación.

Palabras clave: Circulación extracorpórea; Infusión; Presión intracraneal.

1. Introdução

A circulação ou perfusão extracorpórea é uma técnica em constante evolução, hoje os seus princípios básicos já são bem estabelecidos. Os seus efeitos sobre o organismo humano ainda não estão inteiramente conhecidos, assim como a fisiopatologia de diversas reações do organismo a esse procedimento (Souza e Elias, 2006 e Silva, 2022). As intercorrências da resposta inflamatória desencadeada pela CEC são multifatoriais. Dessa forma, há sincronia entre diversos mecanismos pró-inflamatórios e, esta ação conjunta, resulta na violação da homeostase. Esta sinergia usualmente ocorre entre processos bioquímicos, hormonais e celulares podendo ser corrompida por alguns eventos inerentes à CEC (Edmo et al., 2011; Mota et al., 2008).

Na maioria dos órgãos do corpo humano, a pressão arterial, para a perfusão sanguínea, é baixa ou relacionada à pressão atmosférica. A pressão ambiental para o cérebro difere neste aspecto, em razão de o cérebro estar protegido por um crânio duro, sendo assim, o aumento da pressão intracraniana (PIC) pode impedir o fluxo sanguíneo e causar isquemia (Lu et al., 2012).

Esse componente vascular (Chinnery, 2006 e Thomas, 2019), de difícil expressão quantitativa é derivado da pulsação do volume sanguíneo cerebral, detectados e avaliados por mecanismos não lineares de regulação do volume sanguíneo cerebral. De modo mais geral, vários mecanismos, como a pressão arterial, autorregulação e fluxo venoso contribuem para essa variável, outro componente é o líquido cefalorraquidiano (LCR) circulante (Wood, 1983).

A Pressão Intracraniana (PIC) é determinada pelo volume das estruturas que ocupam o espaço intracraniano: o parênquima cerebral (85%), o líquido cefalorraquidiano (LCR) (10%) e o sangue arterial e venoso (5%). Segundo a doutrina Monro-Kellie, fisiologicamente o somatório destes volumes permanece constante, portanto, quando ocorre a elevação de um dos componentes, há uma redução de um ou de outros dois, de modo que se mantenha a normalidade. A doutrina também propõe que após o fechamento das fontanelas, o crânio não se expande e o volume permanece constante (Carlotti et al., 1998). Apesar da doutrina estar bem estabelecida, sabe-se hoje que na elevação da PIC ocorre uma leve extensão e, também, alteração no volume craniano (Mascarenhas et al., 2012), podendo até haver variação no volume do tecido cerebral (como em caso de hipotensão intracraniana espontânea) (Wu et al., 2021).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é discutir, a partir de uma revisão narrativa da literatura, possíveis alterações na PIC de pacientes que passaram por cirurgia cardíaca como possíveis consequências da CEC.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo, a partir de revisão bibliográfica narrativa, sobre alterações na pressão intracraniana de pacientes que passaram por circulação (CEC). A revisão narrativa entende que a busca por estudos, não precisa de estratégias muito sofisticadas, por isso não se aplicam critérios explícitos e sistemáticos, ela possibilita a síntese do conhecimento científico sobre o tema investigado, visando os padrões de rigor e clareza utilizados nos estudos primários. Os estudos selecionados levam à construção de um corpo de conhecimento prévio para o aperfeiçoamento técnico-científico (Honório e Santiago, 2021). A partir disso as buscas em plataformas de artigos científicos foram padronizadas utilizando descritores em ciências da saúde, assim como seus termos, como as alterações da PIC relatadas em diversos estudos já publicados e a utilização da circulação extracorpórea, a fim de compilar as possíveis consequências para a pressão intracraniana no decorrer do procedimento. Foram aceitos artigos científicos em todos os idiomas e não foi fixado um limite de data de publicação nas bases de dados SCIELO, PUBMED e SCHOLAR GOOGLE, onde foram encontrados ao todo 473 artigos, para que fossem selecionados para leitura deveriam ter em seus títulos a temática citada anteriormente, desta forma 94 foram selecionados e após retirar as duplicatas foi realizada a leitura dos resumos, utilizados como referências e lidos na íntegra foram 40 artigos.

3. A Interferência da Perfusão na Pressão Intracraniana

Por não manter os princípios da fisiologia normal, a utilização rotineira da CEC estimulou a análise das complicações que podem estar associadas a ela (Barbosa, Malbouisson, Santos, Piccioni e Carmona, 2012 e Barbosa, Cardinelli e Ercole, 2010). Inúmeros pesquisadores nos mostram que alguns dos efeitos da CEC estão relacionados com o desenvolvimento da "Síndrome de Resposta Inflamatória Sistêmica", que é caracterizada pelo comprometimento pulmonar, renal, cerebral e cardíaco (Barbosa, 2021 e Chaves, 2019). Evidências em diversos estudos mostram que a disfunção endotelial durante a CEC deriva primeiramente da interação entre os neutrófilos ativados por moléculas inflamatórias e o endotélio. Como consequência desta interação, ocorre regulação deficiente no processo de migração dos neutrófilos. Sendo assim, durante a CEC, há um aumento do número de neutrófilos e a ativação dos mesmos que, de forma demasiada, migram para os tecidos. De forma equivalente ocorre a migração e o deslocamento das plaquetas da circulação em direção a vários tecidos (Edmo, et al. 2010; Gu et al., 1996; Chen, 2004).

A medicina moderna e os avanços da tecnologia na circulação extracorpórea tiveram início a partir dos anos cinquenta e conforme se tornou rotineira e confiável no cotidiano hospitalar, seu uso foi ampliado (Mendes, Silveira, Galvão, 2008). Vemos, por exemplo, a cirurgia de revascularização miocárdica (RM) com o uso de circulação extracorpórea (CEC) que vem sendo um meio efetivo para o tratamento dos sintomas da doença arterial coronariana (DAC), assim como para a prevenção do infarto do miocárdio (IM) e até da morte cardíaca (Nogueira, et al. 2008 e Bathgate e Irving, 1997). Dessa forma, o tratamento é capaz de proporcionar melhor qualidade de vida aos pacientes, quando em comparação àqueles submetidos a outras formas de tratamento (Nogueira, et al. 2008 e World Health Organization [WHO], 2014).

A doença cardiovascular está classificada como a principal causa de morbimortalidade em todo o mundo sendo responsável por milhões de mortes, destacando-se consequente a doença coronária e o acidente vascular encefálico (Oliveira & Wenger, 2022). O uso de CEC com o coração parado pode resultar em disfunção miocárdica e, em alguns pacientes, miocárdio hibernante, diátese hemorrágica, comprometimento neurológico, edema tecidual e insuficiência renal (Nogueira, et al. 2008; Girardi, et al. 2008; Buckberg, 1995). Além disso, a CEC está associada com significativa morbidade encefálica, usualmente manifestada por declínio cognitivo até acidente vascular encefálico (Nogueira, et al. 2008).

Conhecida também como “máquina coração-pulmão”, o equipamento que é responsável por receber o sangue pobre em oxigênio (venoso) do paciente, e retorná-lo oxigenado (arterial), cumprindo com excelência a função destes dois órgãos vitais. Podemos destacar que é indispensável para todas as cirurgias nas câmaras cardíacas, para que o coração possa ser reparado, sem

que o organismo seja prejudicado por precisar de oxigenação do sangue, por exemplo (Nogueira, et al. 2008 e Moore e Martinez, 2015).

A máquina é composta por um mecanismo que faz propulsão e aspiração do sangue (conectado ao corpo dos pacientes por circuitos tubulares), o oxigenador de membrana (onde ocorre a oxigenação do sangue), reservatório, “bio-pump” (bomba centrífuga), cardioplegia (sistema de mistura de sangue e solução cardioplégica) e os tubos, que são separados para os tipos de sangue (arterial e venosos). A CEC, também chamada de perfusão extracorpórea (PE), ocorre durante todo o tempo em que o coração é parado através de solução cardioplégica, para que ocorram os reparos cirúrgicos (Braille, 2010). A função primária da máquina de circulação extracorpórea (CEC) é fornecer suporte circulatório e respiratório sistêmico, enquanto acontece a intervenção cirúrgica, para o coração e grandes vasos, mas pode ser utilizada para administrar os medicamentos durante a cirurgia. O processo de circulação extracorpórea desvia o sangue do coração e dos pulmões e retorna à circulação arterial (Moore e Martinez, 2015). A CEC deve garantir a homeostase do paciente submetido à cirurgia cardíaca e minimizar as desordens fisiopatológicas inerentes ao procedimento (Lagny, et al., 2015).

Qualquer fator, que não fisiológico (por exemplo, compressão de veias jugulares durante o teste *Queckenstedt*) ou condições patológicas (inchaço do cérebro, lesão ocupando espaço, obstrução da via do LCR) perturba esta circulação, podendo provocar um aumento da PIC. A pressão intracraniana representa a pressão gradiente que atua através do leito cerebrovascular, portanto, um fator importante na regulação do fluxo sanguíneo cerebral (Johnston & Rowan, 1974).

O líquido cefalorraquidiano (LCR) constitui 10% do volume intracraniano, em todo o sistema nervoso. O LCR circula ao redor da medula no canal raquidiano, sempre entrando e saindo da caixa craniana. O efeito das pulsações cardíacas nas artérias do plexo coroide, juntamente com a propagação da corrente líquórica provoca uma onda de pressão (Carttoli et al., 1998).

A pressão intracraniana é encontrada no interior da caixa craniana e apresenta a pressão atmosférica como referência. A variação fisiológica da PIC fica entre 5 e 15 mmHg e considera a relação entre o conteúdo da caixa craniana, sendo o cérebro, líquido cefalorraquidiano e sangue, o volume destes itens tende a permanecer constante, uma vez que ocorra a alteração do volume de um destes itens pode levar a uma alteração na pressão intracraniana (Moraes & Silva, 2021; Carttoli et al., 1998).

Segundo a doutrina de Monro-Kellie quando os fatores que garantem a complacência saem do padrão reconhecido pelo organismo de forma anormal no crânio (por exemplo, hematomas e tumores), o equilíbrio da pressão dentro da cabeça é inicialmente mantido por processos de autorregulação que promovem uma mudança compensatória do volume sanguíneo cerebral e do volume do fluido cefalorraquidiano fora da cabeça, ou seja, quando um dos componentes do encéfalo aumenta, os outros devem reduzir-se proporcionalmente. O crânio é um compartimento rígido que não aceita facilmente acomodar qualquer matéria adicional, assim quando o equilíbrio é perdido se manifesta uma alteração na PIC, podendo levar a hipertensão ou hipotensão intracraniana (Carttoli et al., 1998 e Mizumoto et al., 2005).

A PIC pode variar de acordo com alterações na pressão arterial sistêmica (PA sistêmica), na respiração, na posição determinada pelo paciente e também pelo aumento do volume de um ou mais componentes cranianos, como já citado acima (Wood, 1983; Mascarenhas, 2012; Sakamoto, 2021).

O efeito da CEC no sistema nervoso deve ser considerado, pois durante a perfusão, pode haver elevação da pressão sanguínea, especialmente nos idosos, que desenvolvem facilmente edema e hemorragia. Na presença de hipotensão, a hipoxia pode induzir o dano tecidual, sendo isso mais grave no tecido cerebral (Souza & Elias, 2006; Barbosa et al., 2010). Além disso, a CEC pode levar a processos embólicos com danos cerebrais permanentes (Barbosa et al., 2010; Ford, 2019).

Alguns estudos mostraram, por meio da monitoração transcraniana com Doppler durante uma cirurgia cardíaca aberta, que a circulação extracorpórea resulta em várias perturbações no fluxo sanguíneo cerebral, podendo ocorrer até algum dano (Chinnery, 2006).

Os avanços na tecnologia da circulação extracorpórea e das técnicas cirúrgicas, anestesia e cuidados pós-operatórios contribuíram para reduzir a incidência de eventos indesejáveis relacionados ao sistema nervoso (Souza & Elias, 2006; Barbosa et al., 2010). No entanto, complicações neurológicas ainda ocorrem e frequentemente, esses eventos são de grande importância, porque determinam a taxa de sobrevivência e têm um grande impacto na qualidade de vida dos pacientes e suas famílias (Barbosa et al., 2010; Rojas, 2021).

Levando em consideração os componentes que mantêm a complacência cerebral (Santos, 2001), sendo eles o volume da massa encefálica, o volume de sangue circulante e o de líquido cefalorraquidiano podemos entender o porquê levanta-se a suspeita de uma alteração na pressão intracraniana decorrente de uma cirurgia cardíaca com a utilização da circulação extracorpórea (Wagshul et al., 2011).

O volume de sangue circulante durante a CEC pode estar sendo alterado, o que pode causar um desequilíbrio no organismo. Ainda tendo como foco a complacência, temos a alteração na pressão arterial causada pela perfusão, uma vez que essa variante é diretamente ligada a pressão intracraniana, se pensarmos numa reação em cadeia, poderemos também chegar a uma possível alteração (Johnston & Rowan, 1974; Carttoli et al., 1998).

Neste quesito de cascata de acontecimentos, podemos ainda destacar o risco de AVC após algumas cirurgias cardíacas, que já é estudada, se ocorre o extravasamento de sangue, levando a uma alteração de volume sanguíneo, ou uma isquemia cerebral, podendo alterar o volume de massa cerebral que poderão ter por consequência a alteração na pressão intracraniana (Wagshul et al., 2011; Poffo & Celullare, 2012; Santos, 2005).

Na maioria dos órgãos do corpo humano, a pressão sanguínea para a perfusão sanguínea é baixa ou relacionada à pressão atmosférica. A pressão ambiental para o cérebro difere nesse aspecto porque este é protegido por um crânio duro, portanto, o aumento da pressão intracraniana (PIC) pode interromper o fluxo sanguíneo (Lu et al., 2012). Os valores de referência de PIC utilizados atualmente variam entre 5 a 15 mmHg em adultos, 3 a 7 mmHg em crianças e 1,5 a 6 mmHg em lactentes (Raboel et al., 2012). São valores estimados, baseados em medições de pacientes com algum distúrbio, já que eticamente não é aceitável realizar o procedimento invasivo em indivíduos saudáveis. Entretanto, segundo Pedersen *et al.*, 2018, indivíduos saudáveis podem apresentar valores inferiores aos de referência, além de uma diminuição significativa da PIC ao longo da vida. O aumento da PIC pode decorrer de várias causas, dentre elas, trauma cranioencefálico, hidrocefalia, tumores cerebrais (Raboel et al., 2012) e a até mesmo na administração de alguns medicamentos (Bueno et al., 2021).

O Fluxo Sanguíneo Cerebral (FSC) é coordenado pelas fases do ciclo cardíaco e o LCR possui um importante papel fisiológico que ajuda a impedir grandes variações na PIC. Na sístole cardíaca, em que o volume sanguíneo é aumentado nas artérias, ocorre a drenagem do LCR através do forame magno, aumentando o fluxo venoso. Em contrapartida, na diástole cardíaca o LCR retorna ao espaço intracraniano, diminuindo o fluxo venoso. Em situações em que o LCR não é drenado ou reabsorvido, ocorre elevação da PIC. Na hipertensão intracraniana há uma redução na Pressão de Perfusão Cerebral (PPC), podendo causar isquemia cerebral e, em alguns casos, até mesmo o deslocamento de tecido cerebral (herniação) (Oswal & Toma, 2017).

Não há dúvidas sobre os benefícios trazidos pela perfusão, desde o seu início, muitas cirurgias, antes impossíveis de serem realizadas, hoje são de comum rotina em hospitais especializados graças a essa técnica. As correções cardíacas que se tornaram possíveis após a implantação da circulação extracorpórea, fazem com que a vida dos pacientes seja poupada e prolongada. A pressão intracraniana vem sendo estudada e novas evidências tem sido descobertas, e acredita-se que estudos mais aprofundados se fazem necessários para que seja possível desenvolver uma avaliação mais fidedigna à realidade destes pacientes. Não foi encontrado estudo, até o momento, que comprove a alteração na pressão intracraniana como consequência da circulação extracorpórea e sugere-se a realização de pesquisas aprofundadas sobre o tema, acompanhando os pacientes para uma melhor interpretação dos resultados.

4. Conclusão

A partir dos artigos encontrados, consideramos a possibilidade de um processo inflamatório se dar após a realização da CEC, podendo também causar a alteração da PIC Assim, apesar dos benefícios citados, a CEC poderia oferecer riscos quando se trata da manutenção da complacência cerebral. Tendo conhecimento dos possíveis desfechos avaliados através desse levantamento literário, se mostra cada vez mais evidente a necessidade de se considerar a monitorização da PIC como um parâmetro clínico. Sendo assim, sugere-se para estudos futuros, monitoramento da pressão intracraniana durante a circulação extracorpórea, para atestar em que momento essas alterações podem ter início e correlacioná-las com o processo inflamatório.

Agradecimentos

Fontes de financiamento: Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), por meio de bolsa de estudos – Código Financeiro 001.

Referências

- Barbosa, N. F., Cardinelli, D. M. & Ercole, F. F. (2010) Determinants of Neurological complications with the use of Extracorporeal Circulation (ECC). *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 95(6):151-7. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010001600022>
- Barbosa, R. A. G., Malbouisson, L. M. S., Santos, L. M., Piccioni, M. D. A. & Carmona, M. J. C. (2012). Interferência da Circulação Extracorpórea no despertar da Anestesia de pacientes submetidos à Revascularização do Miocárdio. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 62(3): 293-7.
- Bathgate, A. J. & Irving, J. B. (1997). Ten year follow up of patients referred for coronary artery bypass grafting from a single district general hospital. *Heart*, 78(6): 584-6. <https://doi.org/10.1136/hrt.78.6.584>
- Braile, D. M. (2010). Circulação Extracorpórea. *Brazilian Journal Cardiovascular Surgery*, 25(4). <https://doi.org/10.1590/S0102-76382010000400002>
- Buckberg, G. D. (1995). Update on current Techniques of Myocardial Protection. *The Annals of Thoracic Surgery*, 60(3): 805-14. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(95\)00572-3](https://doi.org/10.1016/0003-4975(95)00572-3)
- Bueno, B. F., Drewnowski, B., Miléo, E. C. S., Cosmoski, L. D., Koch, M. S., Novak, R. S. & Vellosa, J. C. R. (2021) Uma revisão breve sobre pressão intracraniana: um parâmetro clínico a ser considerado. *Brazilian Journal of Development*, 7(5), 50974-50988. <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.30124>
- Carttolli, C. G. Jr., Colli, B. O. & Dias, L. A. A. (1998). Hipertensão Intracraniana. *Portal de Revista da USP*, 31(4): 552-62. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v31i4p552-562>
- Chaves, R. C. de F., Rabelo Filho, R., Timenetsky, K. T., Moreira, F. T., Vilanova, L. C. da S., Bravim, B. de A., ... Corrêa, T. D. (2019). Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 31(3). <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190063>
- Chen, Y. F., Tsai, W. C., Lin, C. C., Tsai, L. Y., Lee, C. S., Huang C. H. ... Chen, M. L. (2004). Effect of leukocyte depletion on endothelial cell activation and Transendothelial migration of leukocytes during cardiopulmonary bypass. *The Annals of Thoracic Surgery*, 78(2): 634-42. <http://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.02.091>
- Chinnery, P. F. (2006). Neuroscience for Neurologists. 448.
- Edmo, A. G., Locali, R. F., Matsuoaka, P. K., Cherbo, T. & Buffolo, E. (2011). Revascularização miocárdica com circulação extracorpórea; aspectos bioquímicos, hormonais e celulares. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*. 26(4): 525-31. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20110041>
- Ford, A. H., Flicker, L., Kelly, R., Patel, H., Jorgen, P., Wibrow, B. ... Almeida, OP. (2019) The Healthy Heart-Mind Trial: Ensaio Randomizado de melatonina para prevenção de delírio. *Journal of the American Geriatrics Society*, 68(1): 112-19. <https://doi.org/10.1111/jgs.16162>
- Girardi, P. B. M. A., Hueb, W., Nogueira, C. R. S. R., Takiuti, M. E., Nakano, T., Garzillo, C. L. ... Stolf, N. A. (2008). Custos comparativos entre a revascularização miocárdica com e sem circulação Extracorpórea. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 91(6): 369-76. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2008001800003>
- Gu, Y. J., Vries, A. J., Boonstra, P. W. & Oeveren, W. (1996). Leukocyte depletion results in improved lung function and reduced inflammatory response after cardiac surgery. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 112(2): 494-500. [http://doi.org/10.1016/s0022-5223\(96\)70277-5](http://doi.org/10.1016/s0022-5223(96)70277-5)
- Honório, H. M. & Santiago Júnior, J. F. (2021). *Fundamentos das Revisões Sistemáticas em Saúde*. Santos Publicações.
- Johnston, I. H. & Rowan J. O. (1974). Aumento da pressão intracraniana e do fluxo sanguíneo cerebral *Jornal de Neurologia, Neurocirurgia e Psiquiatria* 37(4): 392-402.
- Lagny, M. G., Jouret, F., Koch, J. N., Blaffart, F., Donneau, A. F., Albert, A. ... Defraigne, J. O. (2015). Incidence and outcomes of acute kidney injury after cardiac surgery using either criteria of the RIFLE classification. *BMC Nephrology*, 16:76. <https://doi.org/10.1186/s12882-015-0066-9>
- Lu, C. W., Czosnyka, M., Shieh, J. S., Smielewska, A., Pickard, J. D. & Smielewski, P. (2012). Complexity of intracranial pressure correlates with outcome after traumatic brain injury. *Brain: a journal of neurology*, 135(8): 2399-408. <https://doi.org/10.1093/brain/aws155>

- Mascarenhas, S., Vilela, G. H. F., Cartolli, C., Damiano, L. E. G., Seluque, W., Colli, B. ... Nonaka, K. O. (2012). The New ICP Minimally Invasive Method Shows That the Monro-Kellie Doctrine Is Not Valid. *Acta Neurochirurgica Supplementum*, 114(1): 117-20. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-0956-4_21
- Mendes, K. D. S., Silveira, R. C. C. P. & Galvão, C. M. (2008). Revisión Integradora: método de investigación para la incorporación de evidencias em la salud y la Enfermería. *Texto&Contexto Enfermagem*, 17(4): 758-64. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>
- Mizumoto, N., Tango, H. K. & Pagnocca, M. L. (2005). Efeitos da Hipertensão arterial induzida sobre a complacência e pressão de perfusão encefálica em hipertensão intracraniana experimental: comparação entre lesão encefálica criogênica e balão subdural. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 55(3):289-307. <https://doi.org/10.1590/S0034-70942005000300006>
- Moore, J. & Martinez, G. (2015) Cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine*, 16(10): 498-503.
- Moraes, F. M. & Silva, G. S. (2021) Noninvasive intracranial pressure monitoring methods: a critical review. *Arquivos de Neuropsiquiatria*.79(5):437-446. <https://doi.org/10.1590/0004-282X-ANP-2020-0300>
- Mota, A. L., Rodrigues, A. J. & Évora, P. R. B. (2008) Circulação extracorpórea em adultos no século XXI. Ciência, arte ou empirismo. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, 23(1):78-92. <https://doi.org/10.1590/S0102-76382008000100013>
- Nogueira, C. R. S. R., Hueb, W., Takiuti, M. E., Girardi, P. B. M. A., Nakano, T., Fernandes, F. ... Stolf, N. A. (2008). Qualidade de vida após revascularização cirúrgica do miocárdio com e sem circulação Extracorpórea. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 91(4): 238-44. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2008001600006>
- Oliveira, G. M. M. de & Wenger, N. K. (2022) Considerações Especiais na Prevenção de Doenças Cardiovasculares nas Mulheres. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 118(2). <https://doi.org/10.36660/abc.20220028>
- Oswal, A., & Toma, AK. (2017). Intracranial pressure and cerebral haemodynamics. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 18(5), 259–263. <http://doi.org/10.1016/j.mpaic.2020.03.007>
- Poffo, R. & Celullare, A. L. (2012). Cirurgia de revascularização do miocárdio minimamente invasiva. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 99(3):778-79. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2012001200001>
- Raboe, P. H., Bartek, Jr., J.; Andresen, M.; Bellander, B. M. & Romner, B. (2012) Intracranial Pressure Monitoring: Invasive versus Non-Invasive Methods - A Review. *Critical Care Research and Practice*, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2012/950393>
- Rojas, S. S. O., Ordinola, A. A. M., Veiga, V. C & Souza, J. M. (2021). Uso de método não invasivo no monitoramento da pressão intracraniana em unidade de terapia intensiva para melhorar a neuroproteção em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca após circulação extracorpórea. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 33(3):469-76. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20210066>
- Sakamoto, V. T. M., Vieira, T. W., Viegas, K., Blatt, C. R. & Caregnato, R. C. A. (2021). Nursing assistance in patient care with external ventricular drain: a scoping review. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 74(2):1-11. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0796>
- Santos, A. J., Franco, C. M. R., Borges, L. R. R., Malheiros, S. M. F. & Gabbai, A. A. (2001). Metástases cerebrais. *Revista Neurociências. Portal de Periódicos UNIFESP*, 9(1):20-26. <https://doi.org/10.34024/rnc.2001.v9.8929>
- Santos, F. X., Parolin, A., Lindoso, E. M. S., Santos, F. H. X., Souza, L. B. (2005). Hipertensão intracraniana com manifestações oculares associada ao uso de tetraciclina: relato de caso. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 68(5):701-03.
- Silva, I. N., Guedes, P. F., Nunes, N. S & Freitas V. L. (2022). As atribuições do enfermeiro perfusionista: Circulação Extracorpórea (CEC). *Research, Society and Development*, 11(6). <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.28531>
- Souza, M. H. L., & Elias, D. O. (2006). Fundamentos da Circulação Extracorpórea. *Fundamentos da Circulação Extracorpórea*. 2:828.
- Thomas, J. H. (2019). Fluid dynamics of cerebrospinal fluid flow in perivascular spaces. *Journal of The Royal Society Interface*, 16(1):159. <https://doi.org/10.1098/rsif.2019.0572>
- Wagshul, M. E., Eide, P. K. & Madsen, J. R. (2011). The pulsating brain: A review of experimental and clinical studies os intracranial pulsatility. *Fluids Barriers CNS*, 8(1):5. <https://doi.org/10.1186/2045-8118-8-5>
- Wood, J. H. (1983). Neurobiology of cerebrospinal fluid. *Library of Congress Cataloging in Publication Data*, 48(2).
- World Health Organization [WHO]. (2014). Noncommunicable Diseases Country Profiles 2014. Switzerland. WHO Library *Cataloguing-in-Publication Data*.
- Wu, J. W., Wang, Y. F., Hseu, S. S., Chen, S. T., Chen, Y. L., Wu Y. T. ... & Wang, SJ. (2021). Brain volume changes in spontaneous intracranial hypotension: Revisiting the Monro-Kellie doctrine. *Cephalalgia: a international journal of headache*, 41(1), 58-68. <https://doi.org/10.1177/0333102420950385>