

Influencia del desequilibrio electrolítico en las arritmias en cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea.

Influence of electrolyte imbalance on arrhythmias in cardiovascular surgery with extracorporeal circulation.

AUTORES: CRISTINA PRADO PEREIRA¹, ANDERSON FELIPE FERREIRA², BRUNO ALENCAR HERRERA DE SOUZA, MS.³

¹Graduando em Biomedicina pela Universidade Paranaense (UNIPAR). Paraná, Brasil. ²Professor do curso de Biomedicina pela Universidade Paranaense (UNIPAR). Paraná, Brasil. ³Coordenador do PROEX em Perfusão pela Universidade Paranaense (UNIPAR) e Perfusionista no HUOP Hospital Universitário - Universidade do Oeste do Paraná. Paraná, Brasil.

RESUMEN

Introducción: El desequilibrio electrolítico en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea puede deberse, entre otros factores, a los componentes de la solución cardiopléjica. Por lo tanto, las alteraciones en los niveles electrolíticos pueden provocar arritmias durante el período de reperfusión miocárdica, lo que compromete la homeostasis y el pronóstico del paciente. La aparición de arritmias en cirugías cardiovasculares ha suscitado un cuestionamiento racional sobre la monitorización electrolítica durante y después del procedimiento quirúrgico. El problema radica en determinar si la disfunción electrolítica se relaciona con las arritmias durante el período de reperfusión y después de la circulación extracorpórea, con el fin de orientar a los profesionales sobre esta monitorización específica.

Objetivo: Este estudio analizó la relación entre la arritmia cardíaca y la alteración electrolítica en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular tras el período de isquemia seguido de reperfusión miocárdica.

Método: Se recopiló los datos de 20 pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea con el uso de pinzamiento aórtico y protección miocárdica con cardioplejia. Las siguientes variables se analizaron antes, durante y después de la circulación extracorpórea: sexo, edad, peso, tiempo de isquemia y los valores de: sodio, potasio, calcio y magnesio. Después de la apertura de la pinza aórtica, es decir, durante la reperfusión miocárdica, se observó si se produjeron arritmias (o no), de qué tipo y cuál fue su tratamiento. Por lo tanto, los datos registrados se analizaron para demostrar si hubo cambios en los valores electrolíticos durante el procedimiento y si estos cambios son factores predictivos de arritmias. **Resultados:** El estudio demostró una mayor incidencia de las arritmias en pacientes mujeres (25%) y la estabilidad de los electrolitos de sodio, potasio, calcio y magnesio se mantuvo dentro de rangos aceptables. No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los pacientes que experimentaron arritmias y los que no. Sin embargo, el 45% de los pacientes estudiados desarrollaron alguna arritmia.

Conclusión: Fue posible evaluar los niveles de electrolitos en el período perioperatorio y las arritmias. Con la estabilidad del equilibrio electrolítico y la presencia de arritmias, otras eventualidades pueden estar relacionadas con arritmias durante la reperfusión tisular miocárdica, además de la disfunción hidroelectrolítica, lo que requiere estudios específicos.

Palabras clave: Circulación extracorpórea, Arritmias cardíacas, Electrolitos.

ABSTRACT

Introduction: Electrolyte imbalances observed in patients undergoing cardiovascular surgery with cardiopulmonary bypass may result, among other factors, from the composition of cardioplegic solutions. Alterations in serum electrolyte concentrations may contribute to the development of arrhythmias during myocardial reperfusion, thereby compromising physiological homeostasis and potentially affecting patient outcomes. The occurrence of arrhythmias during cardiovascular surgery has raised important concerns regarding the perioperative monitoring of electrolyte levels. In this context, it is essential to determine whether electrolyte disturbances are associated with arrhythmias during myocardial reperfusion and after CPB, to guide clinical monitoring and perioperative management strategies.

Objective: This study aimed to analyze the relationship between cardiac arrhythmias and electrolyte disturbances in patients undergoing cardiovascular surgery following myocardial ischemia and reperfusion.

Methods: Data were collected from 20 patients undergoing cardiovascular surgery with cardiopulmonary bypass who required aortic cross-clamp and cardioplegic protection. The following variables were evaluated before, during, and after CPB: sex, age, body weight, ischemic time, and serum levels of sodium, potassium, calcium, and magnesium. Following aortic cross-clamp removal, during the myocardial reperfusion period, the occurrence of arrhythmias, arrhythmia type, and therapeutic interventions were recorded. Statistical analyses were performed to determine whether perioperative changes in electrolyte levels occurred and whether such alterations were predictive factors for arrhythmia development.

Results: A higher incidence of arrhythmias was observed among female patients (25%). Serum electrolyte levels, including sodium, potassium, calcium, and magnesium, remained within clinically acceptable ranges throughout the perioperative period. No statistically significant differences ($p > 0.05$) were identified between patients who developed arrhythmias and those who did not. Nevertheless, 45% of the patients studied experienced some form of arrhythmia during myocardial reperfusion. **Conclusion:** The study enabled the evaluation of perioperative electrolyte levels and their relationship with arrhythmias during myocardial reperfusion. Despite the maintenance of electrolyte homeostasis, arrhythmias were frequently observed, suggesting that factors other than hydroelectrolyte disturbances may contribute to arrhythmogenesis during reperfusion. Further studies are warranted to investigate additional mechanisms involved in reperfusion-related arrhythmias.

Key words: Extracorporeal Circulation, Cardiac Arrhythmias, Electrolytes.

Correspondencia: Bruno Alencar Herrera de Souza, Msc. Biomédico - Perfusionista. E-mail: brunoherrera.bio@hotmail.com. Dirección: UNIOESTE - Universidade do Oeste do Paraná. HUOP - Hospital Universitário do Oeste do Paraná. Rua Carajás, 1850. Cascavel, Paraná, Brasil.

INTRODUCCIÓN

Con el advenimiento de la circulación extracorpórea (CEC) hubo el avance en la cirugía cardiovascular (CCV) favoreciendo el tratamiento de varias patologías cardíacas, entre ellas, la insuficiencia coronaria obstructiva (ICO) por medio de la cirugía de revascularización del miocardio (RM) que comprende el mayor número de procedimientos realizados con CEC.

La CEC permite la operación intracardiaca al sustituir temporalmente el corazón y los pulmones del paciente, proveer la protección miocárdica y realizar el intercambio gaseoso con la sangre. Además, permite mantener el flujo sanguíneo y la homeostasis lo más próximo a lo fisiológico de cada individuo.

La manipulación y monitoreo de los parámetros metabólicos fisiológicos durante la Circulación Extracorpórea obtuvo amplia aprobación con el pasar de los años, principalmente en relación con los niveles de entrega de oxígeno y en el mantenimiento de la presión arterial.¹

El manejo rutinario de la CEC requiere cuidados pertinentes con el paciente, en especial: el equilibrio hídrico, la hemostasia de la coagulación y al equilibrio electrolítico para un buen pronóstico.²

La influencia de la CEC conlleva complicaciones significativamente preocupantes en el organismo, con la consecuente necesidad de estudios de análisis para las alteraciones sistémicas, que suceden inmediatamente después de la salida de la perfusión o en el período postoperatorio inmediato. El agravamiento de las mismas puede ser controlado o incluso minimizado por medio del equilibrio de parámetros clínicos y metabólicos durante la CEC.³

De acuerdo con Souza y Elias: “el reconocimiento de las principales funciones desempeñadas por el agua y por los electrolitos es fundamental para la prevención de las complicaciones y sus secuelas”.

La incidencia de arritmias de difícil reversión, también se vuelve preocupante, debido a que algunos factores como la influencia de la hipotermia inducida, la disfunción electrolítica y la isquemia aguda derivada de la técnica quirúrgica, resultan en arritmias durante el periodo post-CCV.⁴

Durante la circulación extracorpórea (CEC), el organismo humano es susceptible de experimentar desequilibrios homeostáticos significativos. Estos procesos alteran la dinámica de los electrolitos —específicamente ácidos, bases y sales disociadas en iones— cuya conductividad eléctrica es esencial para la señalización celular. En este contexto, resulta imperativo el monitoreo riguroso de solutos clave como el sodio, potasio, calcio, magnesio, bicarbonato, fosfato y sulfato. La supervisión constante de estas variables fisiológicas es fundamental para garantizar la integridad de la función celular y la estabilidad metabólica durante el procedimiento quirúrgico.⁵

Diversos factores inherentes a la cirugía cardiovascular (CCV) con circulación extracorpórea (CEC) inducen alteraciones electrolíticas. Entre las maniobras que favorecen dicho desequilibrio destacan la hipotermia y la administración de soluciones cardiopléjicas hipercalémicas para la protección miocárdica. En este escenario, el monitoreo y mantenimiento de la homeostasis iónica son determinantes para mitigar los efectos deletéreos en el miocardio y reducir la incidencia de arritmias.

Debido a la alta prevalencia de procedimientos de cirugía cardiovascular bajo circulación extracorpórea (CEC) a nivel nacional, existe una incidencia significativa de arritmias perioperatorias. Estas complicaciones surgen como consecuencia de las alteraciones fisiológicas inducidas por las técnicas y materiales inherentes al procedimiento. Entre los factores determinantes, la disfunción electrolítica, destaca por su capacidad de desencadenar diversas complicaciones sistémicas, que incluyen el compromiso de la función miocárdica, la insuficiencia respiratoria y la reducción del gasto cardíaco. Cabe subrayar que estos desequilibrios iónicos incrementan exponencialmente el riesgo de desarrollar trastornos del ritmo cardíaco durante e inmediatamente después de la intervención.⁶

De esta forma, evaluar el riesgo del desequilibrio electrolítico como los niveles de magnesio, potasio, calcio y sodio en las cirugías con circulación extracorpórea es de extrema relevancia, pues a través de ello es posible tomar medidas de

prevención para que las complicaciones ocasionadas sean disminuidas, proporcionando mayor seguridad y estabilidad de recuperación para los pacientes.

OBJETIVOS

GENERAL

Investigar la relación entre las arritmias cardíacas y el disturbio electrolítico después de la reperfusión miocárdica en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Registrar los niveles de iones y electrolitos en los periodos pre, durante y después de la isquemia y de la protección miocárdica.

Comparar los niveles de los iones y electrolitos entre los individuos que presentaron y los que no presentaron algún tipo de arritmia.

Evaluar si existe una relación entre la alteración de los valores de los iones y electrolitos con la incidencia de arritmias.

Demostrar si la conducción de la CEC con equilibrio electrolítico más próximo a los valores normales está relacionada con una menor tasa de arritmias.

MÉTODO

Se realizó un estudio transversal, con finalidad aplicada, naturaleza experimental, con enfoque cualitativo, objetivo descriptivo, delineamiento en campo y procedimiento técnico de análisis de datos.

Por criterio de registros de estudio, este proyecto fue sometido al Comité de Ética e Investigación (CEP) de la (UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR) con Certificado de Presentación de Apreciación Ética de número (CAAE nº 70645123.2.0000.0109) que se encuentra aprobado conforme parecer consolidado en la plataforma Brasil.

Dispensado por ese CEP el Término de Consentimiento Libre e Informado (TLCE). Además, por falta de calidad en los datos obtenidos en el centro que autoriza por medio de carta de anuencia la recolección de datos, apoyado por la

Resolución n° 510 de 07 de abril de 2016 que dispone sobre ética en investigación humana⁷, lo dispuesto en el artículo 26 de la Resolución n° 674/2022 que dispone sobre la tipificación de la investigación y la tramitación de los protocolos de investigación en el Sistema CEP/CONEP²⁸ en su artículo V que dice: - “Investigación realizada exclusivamente con informaciones o datos ya disponibles de forma agregada, sin posibilidad de identificación individual”; fueron utilizadas informaciones del banco de datos de trabajo producido por uno de los autores.

No se usaron referencias para calcular el número muestral, ya que, el lugar de recolección de datos es un servicio de cirugía cardiovascular iniciado recientemente y la muestra se compone del 100% de los individuos operados. Todos los datos pertinentes fueron anotados en la ficha de recolección de datos (FCD) establecida previamente y asignados en planillas de Microsoft Office 12 Excel® 2016 para evaluación estadística.

Las referencias para fundamentación teórica y levantamiento de la problemática fueron obtenidas a través de búsqueda por artículos científicos indexados en base de datos online como: PubMed (National Library of Medicine), LILACS (Literatura Latinoamericana) y SciELO (Scientific Electronic Library Online). El método estadístico fue definido de acuerdo con las informaciones contenidas en la muestra. Los descriptores fueron consultados en la biblioteca virtual en salud del Centro Latinoamericano y del Caribe de información en Ciencias de la Salud (DeCS/MESH, BIREME). Después del resultado estadístico fue realizada la discusión de los resultados obtenidos y descritas las consideraciones finales.

Los materiales utilizados fueron las historias clínicas de los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea en el Hospital Santa Casa de Misericordia de Campo Mourão en el estado de Paraná, ficha de recolección de datos, notebook y planilla de Microsoft Office 12 Excel® 2016.

Se anotaron en la FCD los valores de las siguientes variables: sexo, peso, edad, sodio, potasio, calcio, magnesio, tiempo de isquemia, arritmia, desfibrilación y desfibrilación sincronizada. Las variables sodio, potasio, calcio y magnesio fueron anotadas en los períodos pre, inicio de la CEC y previamente a la apertura de la pinza aórtica, y después de la CEC. Después del período de reperfusión miocárdica se registró si hubo arritmias, clasificándolas. Cuando el evento fue fibrilación, qué tipo de desfibrilación y el número de desfibrilaciones.

Después de alcanzar el número previsto de la muestra, los datos fueron analizados estadísticamente por métodos específicos para cada variable, a fin de analizar si hubo alteraciones significativas en el gradiente de los valores de electrolitos y en el desarrollo de arritmias. Posteriormente fue comparado estadísticamente y demostrado si las alteraciones observadas estaban relacionadas con las arritmias.

Durante el tiempo de isquemia cardiopulmonar, el método de protección miocárdica empleado fue la cardioplejia Del Nido compuesta por: Plasmafundin® 500 ml, manitol (20%) 16,3 ml, sulfato de magnesio 50% 4 ml, bicarbonato de sodio 8,4% 13 ml, cloruro de potasio (19,1% o 2 mEq/ml) 13 ml y lidocaína 1% sin vasoconstrictor 13 ml.

Los valores de los electrolitos fueron presentados a través de la media y la desviación estándar. La normalidad y homocedasticidad fueron probadas a priori, y los grupos con y sin arritmia fueron comparados a través de prueba t o de su versión no paramétrica (Kruskal-Wallis). El nivel de significancia adoptado fue de 5%. Los datos fueron evaluados a través del programa Jamovi 2.3.21.

Un protocolo para destacar es la administración de 10 ml de gluconato de calcio (10% - 100 mg/ml) después de la apertura de la pinza aórtica, pudiendo influenciar el resultado del período post CEC.

RESULTADOS

La muestra del presente estudio estuvo constituida por 20 pacientes, lo que representa el 34% del universo total de 58 sujetos intervenidos durante el periodo analizado. En las Tablas 1 y 2, así como en el Gráfico 1, se detalla la distribución de las variables sociodemográficas y clínicas (género, edad y tiempo de isquemia), contrastadas con la incidencia y evolución de arritmias cardíacas en los participantes.

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR GÉNERO Y SU CORRELACIÓN CON LA INCIDENCIA DE ARRITMIAS.

GÉNERO	ARRITMIA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA PORCENTUAL (%)
Femenino	No	3	15
	Si	5	25
Masculino	No	8	40
	Si	4	20

Fuente: datos de la investigación.

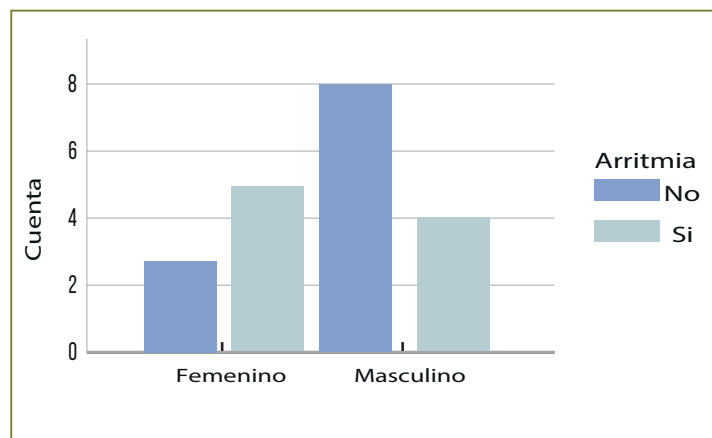


Gráfico 1. Distribución de la incidencia de arritmias cardíacas en el periodo perioperatorio según el sexo de los pacientes.
Fuente: datos de la investigación.

Las arritmias manifestadas en el 45% de los pacientes estudiados incluyeron: taquiarritmia (1; 0,02%), fibrilación ventricular (6; 0,14%) y el bloqueo auriculoventricular total (2; 0,04%).

ARRITMIA	MEDIA ± DE (AÑOS)	RANGO (AÑOS)	N
Si	59,7 + 16,4	25 - 74	9
No	63,3 + 12,2	46 - 78	11

Fuente: datos de la investigación.

El análisis de las variaciones electrolíticas durante el procedimiento, con especial énfasis en el periodo de pre-reperusión, no reveló diferencias significativas en relación con la evolución hacia cuadros de arritmia. Asimismo, se observó que cuando los niveles de potasio se situaron fuera del rango de referencia, según la media y desviación estándar ($5,12 \pm 1,30$), los pacientes no desarrollaron arritmias (Tabla 3). En última instancia, no se identificaron diferencias estadísticas entre el grupo con arritmia y el grupo sin arritmia para ninguno de los electrolitos evaluados (Tabla 3).

¡No se observaron variaciones significativas en los tiempos de isquemia al comparar el grupo de pacientes que manifestó algún evento arrítmico frente al grupo que no los presentó ($66,8 \pm 6,05$ min vs. $69,1 \pm 21,5$ min; prueba t = 0,26; p = 0,8).

ARRITMIA	MEDIA ± DE (MEQ/L)		RANGO DE ARRITMIA (MEQ/L)		TEST T O KRUSKAL WALLIS (*)	P (**)
	NO	SI	NO	SI		
Calcio (pre-CEC)	1,32 + 0,934	1,08 + 0,0844	0,960 – 4,13	0,990 – 1,20	40,5*	
Calcio (CEC) (mmol/L)	1,04 + 0,048	1,03 + 0,0602	0,930 – 1,09	0,950 – 1,15	0,68	
Calcio (pre-reperusión)	1,06 + 0,0594	1,07 + 0,0807	0,890 – 1,11	0,980 – 1,24	0,31	
Calcio (post)	1,35 + 1,02	1,44 + 1,11	0,860 – 4,42	0,970 – 4,40	38,0*	
Sodio (pre-CEC)	136 + 3,49	135 + 4,99	128 – 141	124 – 140	45,5*	
Sodio (CEC)	129 + 1,44	127 + 6,73	127 – 131	111 – 133	47,0*	
Sodio (pre-reperusión)	132 + 1,74	130 + 6,24	129 – 135	114 – 135	45,0*	
Magnesio (pre-CEC)	1,63 + 0,423	1,68 + 0,335	1,06 – 2,40	1,10 – 2,20	0,27	
Magnesio (CEC)	1,74 + 0,493	1,84 + 0,445	1,07 – 2,60	1,30 – 2,50	0,48	
Magnesio (pre-reperusión)	1,90 ± 0,532	1,82 ± 0,342	1,00 – 2,60	1,30 – 2,40	0,40	
Magnesio (post)	1,80 ± 0,463	1,93 ± 0,610	1,03 – 2,50	1,40 – 3,20	0,55	
Potasio (pre-CEC)	3,86 ± 1,30	4,17 ± 0,985	3,00 – 7,60	3,30 – 6,10	34,5*	
Potasio (CEC)	4,19 ± 0,957	4,84 ± 1,25	3,08 – 6,65	3,40 – 6,70	1,32	
Potasio (pre-reperusión)	4,49 ± 0,916	5,12 ± 1,30	3,40 – 6,91	3,50 – 7,10	1,28	
Potasio (post)	4,17 ± 0,868	4,64 ± 0,882	3,20 – 6,30	3,30 – 6,20	1,21	

* Indican diferencia significativa entre los grupos. Fuente: Datos de la investigación.

DISCUSIÓN

El presente trabajo permitió analizar los niveles de los electrolitos sodio, potasio, calcio y magnesio en una muestra de 20 pacientes durante los periodos pre-CEC, CEC, pre-reperusión y post-CEC. Asimismo, se buscó establecer una relación con la posible incidencia de arritmias durante y después del periodo de reperusión miocárdica, el cual ocurre inmediatamente tras el despinzamiento aórtico y la finalización de la isquemia cardiopulmonar. Como variables complementarias, se consideraron la edad, el peso y el tiempo de isquemia.

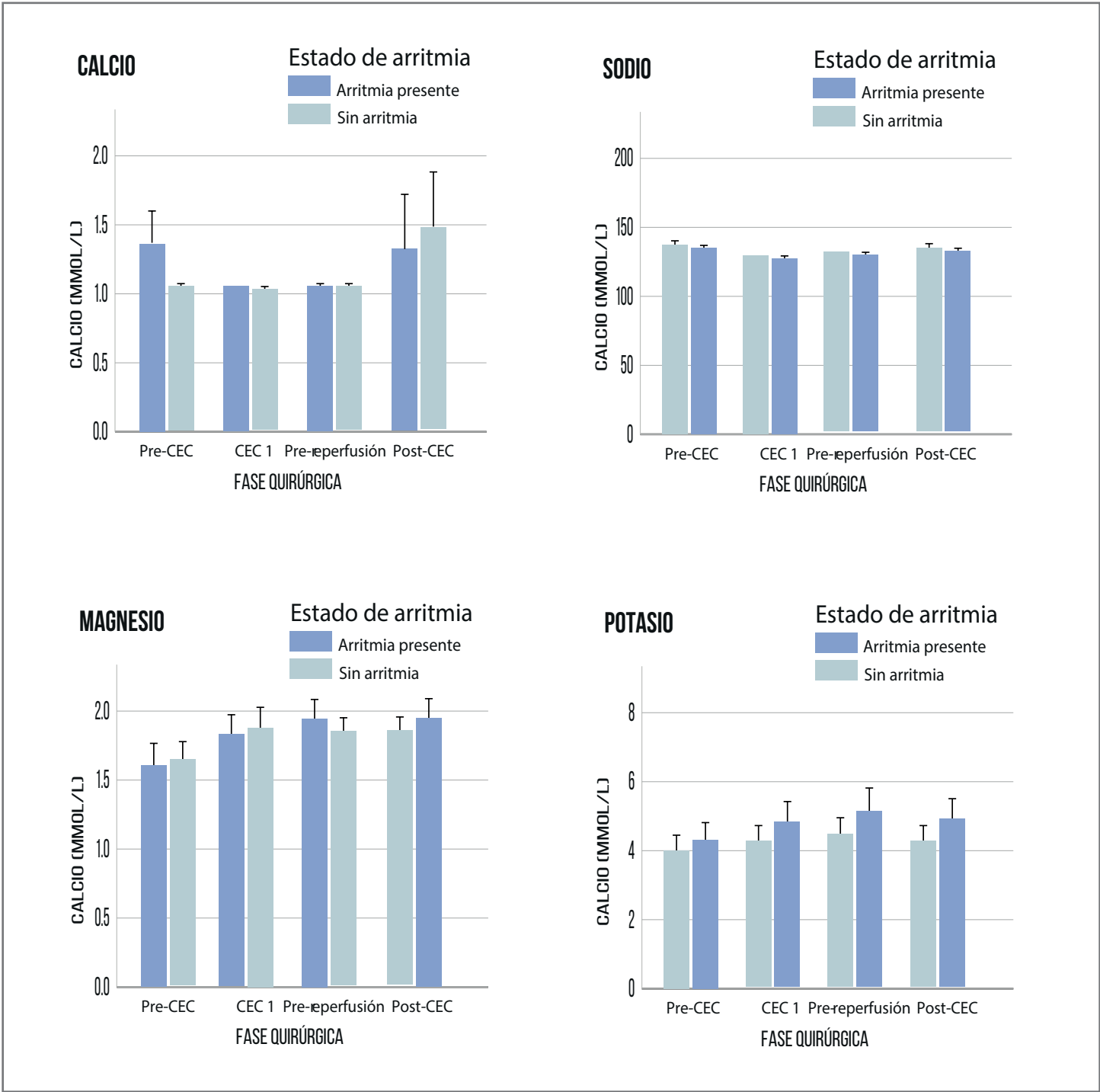


Gráfico 2: Análisis comparativo de la evolución electrolítica perioperatoria en pacientes sometidos a CCV, estratificado según la incidencia de arritmias cardíacas. Fuente: datos de la investigación.

Con el objetivo de facilitar la interpretación de los hallazgos, cabe señalar que la protección miocárdica en todos los sujetos se realizó mediante una dosis única de solución de Del Nido. En todos los casos, posterior al despinzamiento aórtico, se administraron 10 ml de gluconato de calcio (10% - 100 mg/ml), procedimiento correspondiente al intervalo de recolección entre la fase de pre-reperusión y post-CEC.

Polderman y Girbes demostraron que los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea presentan una depleción electrolítica en el postoperatorio, incluso con suplementación transquirúrgica.⁶ Este fenómeno se atribuye al incremento de la diuresis y al desplazamiento iónico intracelular inducido por la hipotermia, el equilibrio ácido-base y la resistencia a la insulina. Dicho estudio se limitó a la medición de calcio y magnesio ionizado sin interferir en los resultados. En contraposición, el presente estudio se propone analizar los niveles electrolíticos durante el periodo intraoperatorio, específicamente en el momento de la reperusión miocárdica, comparando las alteraciones iónicas con el desarrollo de arritmias.

Por su parte, Freitas et al. exponen en un estudio de revisión la importancia del control hídrico y electrolítico durante la cirugía cardiovascular con CEC, advirtiendo que los trastornos acentuados pueden conducir al óbito. No obstante, al analizar las variaciones electrolíticas en el periodo quirúrgico del presente estudio, se observaron alteraciones mínimas que no constituyen un trastorno electrolítico significativo capaz de confrontar los resultados del referido autor.⁸

Las limitaciones de esta investigación incluyen un tamaño muestral relativamente reducido, ya que, de 58 pacientes intervenidos en el periodo, solo 20 (34%) participaron en el análisis. A esto se suman variaciones en los tiempos de recolección y, primordialmente, la consideración de que las arritmias no dependen exclusivamente de los trastornos electrolíticos. Factores como la aeración coronaria, comorbilidades previas, extensión de la lesión, manipulación del tejido, interferencias en la conducción eléctrica por lesión en haces específicos y otras eventualidades homeostáticas o hemodinámicas juegan un papel crucial.

De los 20 pacientes evaluados, 9 (45%) manifestaron algún tipo de arritmia, mientras que 11 (55%) no las presentaron. Del subgrupo femenino (n=8), 5 presentaron arritmias y 3 no (25% vs. 15%). En el sexo masculino (n=12), 4 desarrollaron arritmias y 8 no (20% vs. 40%). Respecto a la edad, la media y desviación estándar fueron de $59,7 \pm 16,4$ años para quienes presentaron arritmias y de $63,3 \pm 12,2$ años para quienes no (Tabla 2). Estos resultados sugieren una mayor tendencia hacia la evolución arrítmica en pacientes del sexo femenino, sin relevancia estadística para la variable edad.

La media, desviación estándar y el rango en cada tiempo de recolección, así como las pruebas t de Student o Kruskal-Wallis presentadas en la Tabla 3, no revelaron resultados significativos que vinculen la variación electrolítica con la evolución hacia la arritmia. Esto indica que los electrolitos se mantuvieron dentro de rangos aceptables en ambos grupos. Por lo tanto, no fue posible confirmar que el mantenimiento de la estabilidad electrolítica en el periodo de pre-reperusión minimice la aparición de arritmias, dado que el 45% de la muestra desarrolló alguna. Factores adicionales, como la aeración y las lesiones en el sistema de conducción, podrían interferir de manera aislada.

CONCLUSIÓN

El presente estudio permitió analizar y comparar los niveles electrolíticos en pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea (CEC) durante el periodo perioperatorio, con el fin de determinar la existencia de una correlación entre los desequilibrios iónicos y el desarrollo de eventos arrítmicos.

Los resultados indicaron una mayor incidencia de arritmias en pacientes del sexo femenino. Asimismo, se observó que la estabilidad de los niveles de sodio, potasio, calcio y magnesio —los cuales permanecieron dentro de los rangos de referencia sin variaciones significativas entre los grupos de estudio— no evitó que el 45% de la muestra desarrollara algún tipo de arritmia. Estos hallazgos sugieren que, más allá de la disfunción hidroelectrolítica, existen otros factores fisiopatológicos vinculados al momento de la reperusión miocárdica que podrían desencadenar estos trastornos, lo que subraya la necesidad de investigaciones adicionales orientadas a identificar dichas variables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Souza M, Elias D. Fundamentos da circulação extracorpórea. 2ª ed. Rio de Janeiro: Centro Editorial Alfa Rio; 2006.
2. Herbst D, Najm HK, Jha KN. Long-term extracorporeal circulation management: the role of low- and high-range heparin ACT tests. J Extra Corpor Technol [Internet]. 2008;40(4):2714. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4680717/>
3. Neto B. Complicações relacionadas à circulação extracorpórea no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca: revisão integrativa da literatura. Medicina: Atenção às Rupturas e Permanências de um Discurso Científico 2 [Internet]. Ponta Grossa: Atena. 2022. Available from: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/complicacoes-relacionadas-a-circulacao-extracorporea-no-pos-operatorio-imediato-de-cirurgia-cardiaca-revisao-integrativa>
4. Ducceschi V, Andrea A, Licardo B, Santangelo L, Iacono A, Cotrufo M. Taquiarritmias ventriculares após cirurgia coronária: fatores predisponentes. International Journal of Cardiology [Internet]. 2000;73(1):43-48. Available from: [https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273\(99\)00224-7/abstract](https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273(99)00224-7/abstract)
5. dos Reis Freitas LM, Pinto Cunha Borges dos Santos L, Belém de Oliveira J. Circulação extracorpórea e desequilíbrio hidroeletrólítico / Extracorporeal circulation and hydroelectrolytic imbalance / Circulación extracorpórea y desequilibrio electrolítico. J. Health NPEPS [Internet]. 2017;2(1):285-97. Available from: <https://periodicos.unemat.br/jhnpeps/article/view/1753>
6. Polderman KH, Girbes AR. Severe electrolyte disorders following cardiac surgery: a prospective controlled observational study. Crit Care [Internet]. 2004;8(6):R459-66. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1065069/>
7. Brasil. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Nos termos do Decreto de Delegação de Competência de 12 de novembro de 1991; 2016 maio 24.
8. Freitas F. O impacto do tempo de circulação extracorpórea no pós-imediato de revascularização do miocárdio [repositório institucional]. João Pessoa: UFPB/Campus I, Centro de Biotecnologia; 2021 jul 27. Available from: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22110>

Fecha de recepción: 16 de enero de 2016.

Fecha de aceptación: 10 de mayo de 2026.