

Emergencias cardiacas en pacientes neuroquirúrgicos

Cardiac emergencies in neurosurgical patients

Karen Muñoz-Báez¹, José Andrés Díaz-Arroyo¹, Juan Pablo Morales-Mendoza¹, Yancarlos Ramos-Villegas², Hugo Corrales-Santander⁴, William A Florez⁵, Luis Rafael Moscote-Salazar³

¹ Estudiante de Medicina. Facultad de Medicina. Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Colombia. Centro de Investigaciones Biomédicas (CIB), Facultad de Medicina, Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

² Médico. Facultad de Medicina. Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Colombia. Centro de Investigaciones Biomédicas (CIB), Facultad de Medicina, Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia. RED LATINO Organización Latinoamericana de Trauma y cuidado Neurointensivo.

³ Médico. Especialista en Neurocirugía. Facultad de Medicina, Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Colombia. RED LATINO Organización Latinoamericana de Trauma y cuidado Neurointensivo.

⁴ Médico, Profesor Facultad de Medicina, Universidad del Norte. Coordinador Centro de Investigaciones Biomédicas (CIB), Facultad de Medicina, Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

⁵ Médico Investigador. Concejo Latinoamericano de Neurointensivismo (CLaNi). Cartagena, Colombia.

Resumen

Las emergencias cardiacas en pacientes neuroquirúrgicos (ECPNQ) han sido estudiadas últimamente debido a que su ocurrencia genera una alta morbilidad y mortalidad. Entendemos ECPNQ como la fibrilación ventricular, actividad eléctrica sin pulso, arresto cardiaco, asistolia y bradicardia severa, y pueden clasificarse según la ubicación de la neurocirugía al momento de producirse. Sin embargo, diferentes mecanismos fisiopatológicos explican la aparición de cada emergencia, como los reflejos neurales, el aumento del tono parasimpático y la embolia aérea venosa. El manejo radica en controlar y equilibrar la causa de la emergencia y en ocasiones reanimación cardiopulmonar teniendo en cuenta la posición en la que está el paciente, pues esto incide en el pronóstico y desenlace.

Palabras clave: Arresto cardiaco, asistolia, paciente neuroquirúrgico, neurocirugía, actividad eléctrica sin pulso, fibrilación ventricular, reflejos neurales.

Abstract

Cardiac emergencies in neurosurgical patients (ECPNQ) have been recently studied because their occurrence generates high morbidity and mortality. We understand as ECPNQ ventricular fibrillation, pulseless electrical activity, cardiac arrest, asystole, and severe bradycardia, and can be classified according to the location of neurosurgery at the time of occurrence. However, different pathophysiological mechanisms explain the appearance of each emergency, such as neural reflexes, increased parasympathetic tone, and venous air embolism. Management lies in controlling and balancing the cause of the emergency and sometimes cardiopulmonary resuscitation considering the position in which the patient is, as this affects the prognosis and outcome.

Key words: Cardiac arrest, asystole, neurosurgical patient, neurosurgery, pulseless electric activity, ventricular fibrillation, neural reflexes.

Correspondencia a:

Dr. Luis Rafael Moscote
mineurocirujano@aol.com

Objetivo

Proporcionar una fuente actualizada y fiable sobre las Emergencias cardíacas en pacientes neuroquirúrgicos (ECPNQ) en donde abordaremos las emergencias más frecuentes, su fisiopatología, el manejo y tratamiento.

Introducción

Las emergencias cardíacas en pacientes neuroquirúrgicos (ECPNQ) constituyen un importante tema de investigación debido a las consecuencias potencialmente mortales derivadas de cualquier alteración de la función normal del corazón durante una intervención neuroquirúrgica¹⁻⁴. La mayor atención ha sido dirigida a identificar técnicas de prevención, manejo y determinación de las secuelas, debido a que cuando un paciente entra en parada cardíaca mientras se le practica un procedimiento neuroquirúrgico es un desafío saber qué hacer incluso para los que contemplan los algoritmos del *Advance cardiac life support* (ACLS)¹. La atención de una ECPNQ requiere la capacidad analítica y no la de reproducir de forma sistemática y de memoria los pasos de un algoritmo, porque cuando en varios pacientes la emergencia cardíaca es la misma, la causa subyacente podría ser muy diferente^{1,5}.

Metodología

Se realizó una revisión narrativa incluyendo artículos originales, de revisión, reportes de caso y metaanálisis. La búsqueda electrónica comprendió las bases de datos Pubmed, ScienceDirect, EBSCO, Scopus y ClinicalKey. Las palabras claves para la búsqueda fueron: cardiac arrest, asystole, neurosurgical patient, neurosurgery, pulseless electric activity, ventricular fibrillation, neural reflexes, con el filtro: máximo 10 años de antigüedad, teniendo en cuenta los artículos en los idiomas inglés y español. Inicialmente se analizaron los títulos y resúmenes relacionados con emergencias cardíacas manifestadas en pacientes sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos, posteriormente se escogieron aquellos cuyo texto completo guardaban relación con el objetivo planteado. Se obtuvieron 2.468 resultados, seleccionando 53 artículos que eran aptos para la revisión.

Emergencias cardíacas en paciente neuroquirúrgico (ECPNQ)

Para efectos de esta revisión definiremos como ECPNQ a cualquier alteración transitoria o persistente del ritmo sinusal en el período transoperatorio o perioperatorio de un procedimiento neuroquirúrgico. En neurocirugía es frecuente la aparición de pequeñas alteraciones transitorias de la actividad eléctrica del corazón que causan hipotensión, hipertensión y arritmias, además, se pueden presentar complicaciones persistentes y/o recurrentes del ritmo cardíaco sinusal que comprometen la oxigenación del paciente, viéndose amenazado el tejido objeto del procedimiento, el tejido nervioso. Los ritmos anormales de ECPNQ incluyen: Fibrilación ventricular

(FV), Asistolia y la Actividad eléctrica sin pulso (AESP)¹.

Como se mencionó anteriormente, la complejidad radica en la causa subyacente de la ECPNQ^{1,5,6}. Es decir, factores como: el tipo y técnica del procedimiento quirúrgico; el manejo farmacológico pre, intra y post-quirúrgico; la biometría y posición del paciente para el procedimiento, son algunos determinantes en el nivel de complejidad del caso.

Las ECPNQ pueden clasificarse de acuerdo al tipo de procedimiento en: emergencias cardíacas en cirugía supratentorial (ECCST), emergencias cardíacas en cirugía de la base del cráneo (ECCBC), emergencias cardíacas en cirugía de la fosa craneana posterior (ECCFCP), emergencias cardíacas en cirugía cerebrovascular (ECCCV), emergencias cardíacas en cirugía de médula espinal (ECCME) y emergencias cardíacas inducidas por fármacos durante neurocirugía (ECF)^{1,5,7} (Tabla 1).

Con la anterior clasificación podemos agrupar las diferentes alteraciones del ritmo cardíaco identificadas como ECPNQ, destacando la bradicardia y la asistolia como las dos alteraciones del ritmo cardíaco más comunes en todos los tipos de intervenciones establecidas en la Tabla 1.

Causas y mecanismos de emergencias cardíacas

Los eventos cardíacos adversos menores que ocurren en pacientes neuroquirúrgicos son frecuentes y generalmente transitorios, estos incluyen: hipotensión, bradicardia y arritmias. Sin embargo, en algunos pacientes ocurren complicaciones más graves, que pueden producir consecuencias fatales sin un pronto manejo¹. Si bien las ECPNQ pueden ocurrir debido a muchos factores causales, es importante tener en cuenta los siguientes: presión intracraneal elevada, estímulos de los pares craneales, agentes anestésicos, convulsiones, embolia aérea venosa, estimulación hipotalámica, pérdida masiva de sangre y alteraciones ácido-básicas y de electrolitos⁸⁻¹⁰.

La principal circunstancia que incide en el origen de una ECPNQ es la ubicación del procedimiento, por ejemplo, en las cirugías supratentoriales la mayoría de complicaciones y emergencias cardíacas se deben a la manipulación o contacto con los pares craneales, desatándose reflejos como el trigeminocardiaco, aumento del tono parasimpático, hipertensión e hipotensión endocraneana¹.

Reflejo trigeminocardiaco (RTC)

Al RTC se le adjudican la mayoría de los eventos originados en las cirugías supratentoriales por ser el más frecuente, inicia mediante la estimulación de cualquier parte intra o extracraneal del nervio trigémino, y hace parte de la reacción del arco trigeminovagal. Aunque cualquier tipo de estímulo puede desencadenar este reflejo, el factor iniciador más potente es el estiramiento del nervio que produce una intensa alteración autonómica del corazón manifestada como: disminución de la frecuencia cardíaca, hipotensión, arritmias y, a veces, hipertensión¹¹. Inicialmente la estimulación empieza en las fibras aferentes del nervio trigémino, pequeñas fibras nerviosas internunciales de la formación reticular conectan las neuronas premotoras aferentes con las eferentes ubicadas principalmente en los núcleos ambiguo y motor dorsal del vago, este arco reflejo activa las neuronas vagales

Tabla 1. Clasificación de emergencias cardíacas en neurocirugía según la localización anatómica de la cirugía¹

ECCST	ECCFCP	ECCBC	ECCCV	ECCME	ECF
Bradicardia	Elevación de ST	Bradicardia	Asistolia	Asistolia	Parada sinusal
Asistolia	Bradicardia	Asistolia	Bradicardia	AESP	TV
	Asistolia	Bradicardia sin pulso	Bloqueo AV completo	Bradicardia	FV
			Taquicardia Ventricular (TV)	TV sin pulso	Bradicardia
			AESP	FV	Asistolia
				Hipotensión	

ECCST: emergencias cardíacas en cirugía supratentorial; ECCBC: emergencias cardíacas en cirugía de la base del cráneo; ECCFCP; emergencias cardíacas en cirugía de la fosa craneana posterior; ECCCV: emergencias cardíacas en cirugía cerebrovascular; ECF: emergencias cardíacas en cirugía de médula espinal (ECCME) y emergencias cardíacas inducidas por fármacos durante neurocirugía.

parasimpáticas cardioinhibidoras, cuyas terminaciones en el miocardio causan respuestas cronotrópicas e inotrópicas negativas^{8,12}. Otros núcleos que se consideran involucrados en el RTC son el parabraquial, el campo reticular medular dorsal, el asta dorsal medular superficial ventral (MDH) y el núcleo paratrigeminal^{12,13}.

Este fenómeno se ha descrito frecuentemente en cirugías del ángulo pontocerebeloso, base del cráneo, fosa posterior y en cirugías supratentoriales. Como secuela del RTC se encuentran el tinnitus y disminución de la agudeza auditiva^{1,14,15}. Para el manejo del RTC, lo mejor es detener inmediatamente el procedimiento quirúrgico e iniciar administración endovenosa de fármacos anticolinérgicos, la reanimación es innecesario en la mayoría de los casos. Sin embargo, ante la aparición recurrente del reflejo es necesario administrar epinefrina endovenosa. También se han utilizado terapias con anestésicos locales con el fin de bloquear el tronco del trigémino e inhibir el arco trigeminovagal^{1,16-18}.

Reflejo de Cushing y la presión intracraneana

Otro fenómeno frecuente en pacientes neuroquirúrgicos es el reflejo de Cushing, este consiste en una tríada clásica que aparece ante aumentos de presión intracraneal (PIC), se compone de bradicardia, hipertensión y alteraciones respiratorias^{19,20}. Este reflejo consta de varias etapas, primero hay un aumento de la presión arterial y la frecuencia cardíaca en respuesta a la activación simpática para superar los aumentos en la PIC, esta respuesta aumenta la presión arterial media (PAM) para que sea superior a la PIC, esto garantiza la adecuada perfusión del cerebro. En la segunda etapa, la hipertensión sigue presente, pero el paciente se vuelve bradicárdico, esto puede deberse a que: 1) el aumento de la presión sanguínea ocasiona la activación de los barorreceptores en el arco aórtico, esto desencadena la bradicardia por activación parasimpática o 2) como resultado de la compresión directa del nervio vago intracraneal lo cual aumenta el tono parasimpático y produce bradicardia; Aunque aún no se ha esclarecido la causa de la bradicardia, sabemos que este es un signo terminal, tardío y sugiere empeoramiento de la patología intracraneal¹⁹⁻²¹. En las etapas posteriores

del reflejo de Cushing, la disfunción del tronco encefálico por aumento de la PIC se manifiesta en irregularidades de la respiración por la compresión del tronco encefálico y, en consecuencia, de los centros respiratorios. Si esto continúa, eventualmente, la respiración agonal puede desarrollarse en paralelo a la herniación del Encéfalo, con progresión a paro cardiorrespiratorio¹⁹⁻²¹.

En términos generales este reflejo se desencadena por agentes anestésicos o quirúrgicos (ruptura de aneurismas, hemorragias o convulsiones intraoperatorias), sin embargo, se ha visto que la disminución de la PIC ocasiona más frecuentemente efectos cardíacos adversos en comparación con su aumento. Un drenaje demasiado rápido del líquido cefalorraquídeo durante la colocación de shunts ventriculo-peritoneales, la aplicación de succión a los drenajes para revertir una herniación cerebral, la colocación de un drenaje subgaleal de presión negativa (NP) para permitir la evacuación de un posible sangrado después de la craneotomía y en general cualquier procedimiento que produzca presión negativa en el cerebro ocasionan disminución de la PIC²²⁻²⁷.

Reflejo de Bezold-Jarish (RBJ)

Este se caracteriza por una bradicardia repentina con hipotensión, disminución de la inotropía y vasodilatación coronaria como resultado de la estimulación de los receptores cardíacos, que puede acompañarse de hipopnea, náuseas, vómito y diaforesis^{17,28-30}. Es un reflejo cardioinhibidor relacionado con estados de hipovolemia, el componente aferente es mediado por receptores cardíacos a través de fibras vagales tipo C no mielinizadas con terminaciones en el ventrículo izquierdo que son accesibles desde la circulación coronaria. Inicialmente se detecta una respuesta a la hipovolemia en los barorreceptores del seno carotídeo, lo que provoca una fase compensatoria con aumento de la frecuencia cardíaca, vasoconstricción y contractilidad; sin embargo, con un ventrículo hipercontractil vacío, la estimulación de las fibras C intramiocárdicas puede potenciar una retirada repentina del flujo simpático, aumentando el tono vagal y desencadenando bradicardia e hipotensión^{17,28,31-33}. La vasodilatación refleja del RBJ se debe a la disminución generalizada del tono vascu-

lar, esto se ha medido en nervios simpáticos suprarrenales, lumbares, espláncnicos, esplénicos y renales, en cuanto a los nervios simpáticos cardíacos, la evidencia es menos clara. Predomina una bradicardia parasimpática fuerte y se ha descubierto que esto es abolido por la atropina²⁸.

El reflejo se ha descrito durante anestesia espinal, por la disminución de la precarga, y durante la cirugía artroscópica del hombro, debido al bloqueo del plexo braquial interescalear, debido a la acumulación de sangre venosa asociada con la posición sentada, así como ante una variedad de estímulos químicos administrados por la circulación al corazón, entre los cuales se incluyen los alcaloides de veratrum, la nicotina y los agonistas del receptor 5-HT₃, como la serotonina y la fenilbiguanida (PBG). De la misma manera, se ha sugerido que este reflejo es activado por metabolitos isquémicos durante la isquemia e infarto de miocardio (particularmente inferoposterior) y juega un papel cardioprotector al reducir la carga de trabajo del corazón^{17,28,29}. Un factor de predisposición discutible ha sido el uso de epinefrina exógena (como anestésico local), que puede provocar efectos beta-adrenérgicos que aumentan la contractilidad cardíaca, desencadenando la vasodilatación arterial refleja y la bradicardia^{17,34}.

En síntesis, el RBJ consiste en la acumulación de sangre venosa periférica y un estado contráctil elevado que produce vasodilatación arterial refleja y posterior bradicardia mediada por nervios vagales, y debido a que este es un reflejo, es de inicio inmediato y conduce a bradiarritmia severa con hipotensión y asistolia^{30,33,35}.

Embolia aérea venosa (EAV)

La EAV es una complicación bien reconocida pero temida de la cirugía en posición sentada para lesiones en cráneo posterior y columna cervical, siendo las alteraciones hemodinámicas las más características, motivo por el que es otro factor de riesgo posible de asistolia intraoperatoria en neurocirugía^{16,36-38}. La inmovilización sigue siendo el principal factor de riesgo relativo (2,6-3,6) para el desarrollo de tromboembolismo venoso (TEV), otros factores de riesgo incluyen un mal estado clínico del paciente (edad > 75 años), índice de masa corporal (IMC) elevado, antecedentes de hipertensión, tipo de sangre A o AB, tumores sólidos como el glioma y enfermedad recurrentes^{3,4,39}.

La embolia vascular aérea es el arrastre de aire (o gas liberado exógenamente) hacia la vasculatura venosa o arterial, produciendo efectos sistémicos, se asocia con más frecuencia a craneotomías en posición sentada (fosa posterior), sin embargo ahora también se debe sospechar de EAV durante los procedimientos modernos en los que el gas puede ser arrastrado bajo presión, tanto dentro de la cavidad peritoneal como a través del acceso vascular⁴⁰. Los dos factores fundamentales que determinan la morbimortalidad de EAV están directamente relacionados con el volumen de arrastre de aire y la tasa de acumulación, siendo el volumen fatal para un adulto de 200 a 300 ml, cuando se trata de arrastre de aire por un gradiente gravitacional, estas variables se ven afectadas por la posición del paciente y la distancia de la vena con respecto al lado derecho del corazón⁴⁰.

La aparición de TEV se asocia con disminución del tiempo medio de supervivencia y es temida en pacientes inmovilizados por glioma o en postoperatorio. Generalmente, se

presenta con hipotensión, taquicardia, disminuciones transitorias de la concentración final del CO₂ o en la saturación de oxígeno, arritmias, insuficiencia cardíaca derecha, shock cardiogénico, acidosis e incluso paro cardíaco^{3,36}. En pacientes hemodinámicamente inestables, la tasa de mortalidad es alta (hasta 60%). La EAV masiva aguda puede causar asistolia, está relacionada con daños en grandes colectores venosos con paredes rígidas que evitan que los colectores colapsen si la presión interna es negativa y la presencia de un gradiente de presión que conduce el aire al ser absorbido por un colector venoso^{3,39,41}.

Las EAV pueden inducir también otros efectos adversos como edema pulmonar, síndrome de dificultad respiratoria aguda e insuficiencia ventricular derecha aguda³⁶. Debido al riesgo de EAV, es crucial excluir un foramen oval permeable (FOP) en pacientes con el riesgo adicional de una embolia aérea paradójica debido a una derivación derecha-izquierda en la circulación sistémica⁽³⁸⁾ but the incidence of clinically relevant VAE (drop in end-tidal carbon dioxide above 3 mmHg.

Reflejo glossofaríngeo-vagal (RGV)

La bradicardia neurogénica puede ser provocada por la activación del RGV debido a la estimulación directa del nervio glossofaríngeo cerca del área operatoria. Los impulsos del noveno par viajan a través del tracto solitario del mesencéfalo comunicándose con el núcleo solitario, desde donde la neurotransmisión excitadora al núcleo dorsal (motor) del vago aumenta la actividad parasimpática en el corazón, ocasionando bradicardia refleja y a veces asistolia, además envía señales inhibitorias a las astas intermediolaterales en la médula espinal a través de la médula ventrolateral rostral, disminuyendo el flujo simpático hacia los vasos sanguíneos manifestándose como hipotensión post-vasodilatación^{42,43}. Del mismo modo, la estimulación directa del nervio vago puede provocar trastornos hemodinámicos graves como bradicardia, bloqueo de rama y asistolia^{1,42,44}. Estos eventos se han descrito durante la resección de schwannoma cerebromedular, así como la sección de la raíz vagal para la neuralgia glossofaríngea¹. En la Tabla 2 se presenta un resumen comparando las principales emergencias cardíacas.

ECPNQ inducidas por medicamentos

En lo que respecta a los informes de ECPNQ que son inducidas por medicamentos, se encuentra que generalmente, están asociadas a fármacos de uso común en neurocirugía como la dexmedetomidina, el remifentanilo, la fenitoína y la papaverina^{1,45,46}. La dexmedetomidina y el remifentanilo se han relacionado con efectos adversos hemodinámicos como la bradicardia, hipotensión o paro cardíaco en paciente neuroquirúrgico^{1,45}.

Por otro lado, una dosis rápida o elevada de fenitoína, también puede provocar eventos adversos cardiovasculares debido a su efecto sobre la conducción cardíaca y el bloqueo de los canales de sodio; por último, la papaverina que se utiliza como profilaxis del vasoespasmo cerebral también se ha reportado como causa de un paro cardíaco en neurocirugía^{1,46}. Es por esto, que el uso de fármacos con efectos adversos cardíacos necesita de monitorización y precaución en pacientes con patología cardiovascular preexistente¹.

Tabla 2. Tabla comparativa de algunos mecanismos de desarrollo de emergencias cardiacas en pacientes neuroquirúrgicos. Adaptado de Nguyen et al.¹⁷

	Embolia aérea venosa	Reflejo trigeminocardíaco	Reflejo de Bezold Jarish
Desencadenante	Trefinación	Irritación de las ramas del trigémino, sensitivas o motoras	Hipovolemia, anestesia espinal que reduzca la precarga
Mecanismo	Ingreso de aire al sistema venoso	→ Miembro aferente - estimulación directa de una rama del trigémino → Miembro eferente - activación del núcleo vagal motor y la inhibición del sistema cardiovascular	→ Miembro aferente - receptores cardiacos vía fibras vagales tipo C no mielinizadas → Miembro eferente - las fibras C intramiocárdicas pueden potenciar una retirada repentina del flujo simpático, aumentando el tono vagal
Presentación clínica	Cambios ST-T, tensión cardíaca derecha, desaturación de oxígeno, CO ₂ mareal de baja intensidad, tos, sibilancias, dolor en el pecho, "desmayo"	Bradycardia, hipotensión, apnea e hipermotilidad gástrica	Bradycardia, hipotensión
Factores predisponentes	Posición sentada y semisentada de las cirugías de fosa posterior	Uso de medicamentos (beta bloqueantes, bloqueadores de los canales de calcio, sufentanilo y alfentanilo), antecedentes de episodios vagales, presencia de hipercapnea o hipoxemia y anestesia ligera	Antecedentes de síncope neurocardiogénico, hipovolemia, medicamentos (anestésico local con epinefrina), posición sentada, disminución de la precarga y acumulación de sangre venosa
Tratamiento	Obtención de hemostasia, irrigación del campo quirúrgico, nivelación de la cabeza del paciente a la aurícula derecha en decúbito lateral izquierdo y uso de catéter venoso central para aspiración de aire	Aumento de la profundidad de la anestesia (es decir, bolo de propofol), cese inmediato de las manipulaciones quirúrgicas y la infusión intravenosa de fármacos anticolinérgicos, administración de epinefrina intravenosa	Reanimación inmediata con líquidos, vagolíticos (atropina y glicopirrolato), ondansetrón, metoprolol y efedrina

Posición

Las alteraciones cardiovasculares en neurocirugía que necesiten compresiones torácicas o desfibrilación como medida terapéutica presentan dificultades al momento de hacerlo debido a factores como la posición del paciente en cirugía o la presencia de heridas abiertas. Los pacientes pueden adoptar diferentes posiciones dependiendo del procedimiento quirúrgico a realizar para mejorar el acceso, pueden ser decúbito prono, lateral, sentado o semisentado^{1,47,48}.

Cuando el arresto cardíaco se presenta mientras el paciente está en decúbito prono, es aconsejable realizar las compresiones cardiacas en esta posición con el fin de iniciar rápidamente la reanimación, disminuir el tiempo sin flujo sanguíneo y evitar el riesgo de sangrado que conlleva cambiar de posición a un paciente con herida abierta en cráneo^{1,47}. Se han registrado casos de RCP en posición prona que han resultado exitosas^{49,50}, atribuyéndose al hecho de que la reanimación en posición prono produce una PAM más elevada que las compresiones en posición supina^{47,48,51}.

La técnica de RCP en prono consiste en hacer compresiones en la región interescapular o en alguna zona dorsal torácica, en caso de cirugía de columna, y colocar una superficie

de apoyo delante del esternón para que estas compresiones sean efectivas^{1,51}. También está indicada la desfibrilación en pacientes en posición decúbito prono, utilizando las almohadillas de desfibrilación y colocándolas en la línea axilar media izquierda y encima de la escapula derecha o en la posición biaxilar^{1,47,51}.

En caso de que no se restituya la circulación por compresiones ineficaces se sugiere convertir al paciente en decúbito supino y seguir las compresiones asumiendo los posibles riesgos⁴⁷.

No hay mucha información acerca del arresto cardíaco en pacientes neuroquirúrgicos en posición sentada o semisentada, sin embargo, se ha demostrado que estas posiciones inducen otras complicaciones como la EAV masiva que puede causar un arresto cardíaco^{1,7,52}. En esta posición el tórax del paciente está expuesto, por lo tanto, se puede desfibrilar adecuadamente, no obstante, para realizar las compresiones torácicas se recomienda colocar al paciente rápidamente en posición supina y comenzar RCP⁴⁷.

Se han presentado casos de RCP en pacientes neuroquirúrgicos en posición lateral^{53,54}, la técnica en esta posición consiste en que las compresiones efectivas sean realizadas por dos rescatistas, uno de ellos situado y presionando en el

pecho del paciente mientras el otro se sitúa y presiona simultáneamente entre las escapulas^{1,54}. Una técnica alternativa con un solo rescatista consiste en colocar la palma dominante entre las escapulas y la mano opuesta contra el esternón⁵³. La desfibrilación en esta posición posiblemente no sea exitosa, por lo tanto se sugiere el cambio de posición del paciente a decúbito supino^{47,53}. Sin embargo, en caso de sangrado se recomienda considerar la posición decúbito prono^{1,48}.

Manejo

El posicionamiento y el tipo de procedimiento quirúrgico ocasiona que estos no puedan beneficiarse directamente de los protocolos ACLS en caso de arresto cardíaco¹. Generalmente, es necesario darle manejo a las diferentes causas primarias que lo ocasionan mencionadas anteriormente.

Reflejo trigeminocardiaco

El primer paso para el tratamiento del RTC es detener el procedimiento quirúrgico, esto revierte inmediatamente el fenómeno¹¹. En caso de que el estímulo haya terminado y el reflejo no cese se puede recurrir a la administración de anticolinérgicos como atropina o glicopirrolato^{11,55}.

Si aún no responde al tratamiento, como sucede en el RTC refractario, pueden añadirse vasopresores como la epinefrina o incrementar la profundidad de la anestesia con un bolo de propofol^{11,17}.

Reflejo de Cushing

Los eventos cardíacos en neurocirugía ocurren principalmente por un aumento en la PIC¹. El reflejo de Cushing generalmente cursa con un pronóstico poco favorable, por lo tanto, cuando este se presenta debe iniciarse el soporte vital neurológico de emergencia cuyo objetivo es la reducción gradual de la PIC^{1,19}. El manejo inicial de emergencia incluye maniobras como la elevación de la cabeza a 30 o 45 grados, manitol y/o furosemida, hiperventilación inducida, esteroides, anticolinérgicos en caso de bradicardia severa e incluso drenaje del líquido cefalorraquídeo^{19,26}.

Embolia aérea venosa

El tratamiento de la EAV consiste en cambiar la posición del paciente debido al compromiso hemodinámico o cambios clínicos respiratorios y neurológicos en pacientes sedados⁷. Se procede a nivelar la cabeza del paciente a la aurícula derecha colocándolo en decúbito lateral, supino o prono, dependiendo del procedimiento quirúrgico, adicionalmente se puede colocar un catéter venoso central para aspirar el aire^{7,17}. Además, las compresiones torácicas han demostrado ser eficaces contra la EAV que es seguida de arresto cardíaco⁴.

Reflejo de Bezold-Jarisch

El manejo adecuado para RBJ consiste en una resucitación rápida con fluidos, administración de atropina o glicopirrolato, metoprolol, ondansetron y efedrina o epinefrina¹⁷. Conjuntamente, se debe evitar cualquier situación que pueda generar hipovolemia, como cambios bruscos de posición, así como se pueden utilizar β -adrenérgicos para su prevención³⁰.

Conclusión

Con el avance de la tecnología a lo largo del tiempo, las intervenciones neuroquirúrgicas, antes vistas como imposibles, son realizadas a pesar del grado de dificultad y posibles complicaciones. Si bien no existe en la actualidad una técnica que permita predecir las complicaciones cardíacas intraoperatorias durante una neurocirugía, hay medidas preventivas útiles que se pueden utilizar. Por otro lado, el manejo de ECPNQ ha evolucionado con el desarrollo de fármacos nuevos, procedimientos de resucitación y el mayor conocimiento de los mecanismos de acción de fármacos convencionalmente utilizados, lo que permite dar esperanza a mayor cantidad de pacientes con la menor cantidad de secuelas posibles, demostrando que el conocer tanto el procedimiento a realizar como las posibles complicaciones es la mejor herramienta que se puede utilizar.

Referencias

1. Chowdhury T, Petropolis A, Cappellani RB. Cardiac emergencies in neurosurgical patients. *Biomed Res Int*. 2015;2015(May 2013).
2. Ridwan S, Kristof R. Cardiac Arrest in Patients with Poor-Grade Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Single-Center Experience. *J Neurol Surgery, Part A Cent Eur Neurosurg*. 2019;80(6):409-12.
3. Dubinski D, Won SY, Bruder M, Forster MT, Seifert V, Senft C, et al. Decision-making in a patient with cardiac arrest due to venous thromboembolism within 24 h after glioblastoma resection. *Acta Neurochir (Wien)* [Internet]. 2016;158(12):2259-63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00701-016-2982-2>
4. Salam AA, Khan FA. Cardiac arrest in a child following cranioplasty. *J Pak Med Assoc*. 2013;63(10):1307-8.
5. Meling TR, Lavé A. What are the options for cardiac standstill during aneurysm surgery? A systematic review. *Neurosurg Rev* [Internet]. 2019;42(4):843-52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10143-019-01183-4>
6. Santafé Colomina M, Arikan Abelló F, Sánchez Corral A, Ferrer Roca R. Optimization of the neurosurgical patient in Intensive Care. *Med Intensiva (English Ed)*. 2019;43(8):489-96.
7. Abcejo AS, Pasternak JJ, Perkins WJ. Urgent Repositioning after Venous Air Embolism during Intracranial Surgery in the Seated Position: A Case Series. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2019;31(4):413-21.
8. Chowdhury T, West M. Intraoperative asystole in a patient undergoing craniotomy under monitored anesthesia care: Is it TCR? *J Neurosurg Anesthesiol*. 2013;25(1):92-3.
9. Rukewe A, Fatiregun A, Osunlaja TO. Cardiac arrest during anesthesia at a University Hospital in Nigeria. *Niger J Clin Pract*. 2014;17(1):28-31.
10. Stauber B, Ma L, Nazari R. Cardiopulmonary arrest following cervical epidural injection. *Pain Physician*. 2012;15(2):147-52.
11. Sandu N, Chowdhury T, Meuwly C, Schaller B. Trigemino-cardiac reflex in cerebrovascular surgery: a review and an attempt of a predictive analysis. *Expert Rev Cardiovasc Ther* [Internet]. 2017;15(3):203-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/14779072.2017.1286983>
12. Schaller B, Cornelius JF, Prabhakar H, Koerbel A, Gnanalingham

- K, Sandu N, et al. The trigemino-cardiac reflex: An update of the current knowledge. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2009;21(3):187-95.
13. Nicholson P, Hilditch C, Brinjikji W, Krings T. Asystole during onyx embolisation of a dural AV fistula: The trigeminocardiac reflex. *Interv Neuroradiol*. 2019;25(2):132-4.
 14. Cho JM, Min KT, Kim EH, Oh MC, Kim SH. Sudden asystole due to trigeminocardiac reflex during transsphenoidal surgery for pituitary tumor. *World Neurosurg*. 2011;76(5):477.e11-477.e15.
 15. Jaiswal AK, Gupta D, Verma N, Behari S. Trigemino-cardiac reflex: A cause of sudden asystole during cerebellopontine angle surgery. *J Clin Neurosci [Internet]*. 2010;17(5):641-4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocn.2009.07.117>
 16. Lubnin AY, Israelyan LA, Shimanskiy VN, Odamanov DA. Cardiac arrest after induction of anesthesia in neurosurgical patients. *Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko*. 2015;79(3):75-84.
 17. Nguyen HS, Woehlck H, Pahapill P. An Unusual Case of Asystole Occurring during Deep Brain Stimulation Surgery. *Case Rep Neurol Med*. 2016;2016:1-5.
 18. Etezadi F, Orandi AA, Orandi AH, Najafi A, Amirjamshidi A, Pourfakhr P, et al. Trigemino-cardiac reflex in neurosurgical practice: An observational prospective study. *Surg Neurol Int*. 2013;4(1).
 19. Dinallo S, Waseem M. Definition / Introduction. 2020;4-7.
 20. Aronovich D. Cushing's reflex in a rare case of adult medulloblastoma. *World J Emerg Med*. 2014;5(2):148.
 21. Tsai YH, Lin JY, Huang YY, Wong JM. Cushing response-based warning system for intensive care of brain-injured patients. *Clin Neurophysiol [Internet]*. 2018;129(12):2602-12. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2018.09.010>
 22. Yadav M, Nikhar SA, Kulkarni DK, Gopinath R. Cardiac Arrest after Connecting Negative Pressure to the Subgaleal Drain during Craniotomy Closure. *Case Rep Anesthesiol*. 2014;2014:1-3.
 23. Hemant Bhagat, Kishore Mangal, Amit Jain R, Sinha, Vinod Mallik, Sunil K Gupta SS. Asystole following craniotomy closure: Yet another complication of negative-pressure suctioning of subgaleal drain. *Indian J Anaesth*. 2012;56(3):302-4.
 24. Karamchandani K, Chouhan RS, Bithal PK, Dash HH. Severe bradycardia and hypotension after connecting negative pressure to the subgaleal drain during craniotomy closure. *Br J Anaesth [Internet]*. 2006;96(5):608-10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/bja/ael063>
 25. Toshniwal GR, Bhagat H, Rath GP. Bradycardia following negative pressure suction of subgaleal drain during craniotomy closure. *Acta Neurochir (Wien)*. 2007;149(10):1077-9.
 26. Agrawal A, Timothy J, Cincu R, Agarwal T, Waghmare LB. Bradycardia in neurosurgery. *Clin Neurol Neurosurg*. 2008;110(4):321-7.
 27. Chowdhury T, Goyal K, Sapra H. Chronic haemodynamic disturbances in neurointensive care: First description. *Niger Med J*. 2013;54(5):361.
 28. Salo LM, Woods RL, Anderson CR, McAllen RM. Nonuniformity in the von Bezold-Jarisch reflex. *Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol*. 2007;293(2):714-20.
 29. Shah SP, Waxman S. Two cases of Bezold-Jarisch reflex: Induced by intra-arterial nitroglycerin in critical left main coronary artery stenosis. *Texas Hear Inst J*. 2013;40(4):484-6.
 30. Garg R, Goila A, Pawar M. Catastrophic complication - Bezold-Jarisch reflex: Case series. *Indian J Anaesth*. 2011;55(6):627-8.
 31. Wartier DC, Ph D, D JACM, Ph D, Carter C. Clinical Relevance of the Bezold - Jarisch Reflex. 2003;(5):1250-60.
 32. Kinsella SM, Tuckey JP. Perioperative bradycardia and asystole: Relationship to vasovagal syncope and the Bezold-Jarisch reflex. *Br J Anaesth*. 2001;86(6):859-68.
 33. Bilgi K, Kamath S, Sultana N. Bezold jarisch reflex and acute cardiovascular collapse during craniotomy. *Indian J Anaesth*. 2017;61(2):176-7.
 34. Sia S, Sarro F, Lepri A, Bartoli M. The effect of exogenous epinephrine on the incidence of hypotensive/bradycardic events during shoulder surgery in the sitting position during interscalene block. *Anesth Analg*. 2003;97(2):583-8.
 35. Kim YH, Kim DJ, Kim WY. Bezold-Jarisch reflex caused by postural change. *J Anesth*. 2014;29(1):158.
 36. Ganjoo P, Kiro K, Tatarway M, Saigal D. Acute pulmonary edema and thrombocytopenia following venous air embolism during sitting position neurosurgery. *Asian J Neurosurg*. 2015;0(0):0.
 37. Joham Choque-Velasquez, Roberto Colasanti, Julio C. Resendiz-Nieves RR, Ann-Christine Lindroos, Behnam Rezai Jahromi JH. Venous air embolisms and sitting position in Helsinki pineal region surgery. *Surg Neurol Int*. 2018;9(1).
 38. Günther F, Frank P, Nakamura M, Hermann EJ, Palmaers T. Venous air embolism in the sitting position in cranial neurosurgery: incidence and severity according to the used monitoring. *Acta Neurochir (Wien) [Internet]*. 2017;159(2):339-46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00701-016-3034-7>
 39. Yust-Katz S, Mandel JJ, Wu J, Yuan Y, Webre C, Pawar TA, et al. Venous thromboembolism (VTE) and glioblastoma. *J Neurooncol*. 2015;124(1):87-94.
 40. Mirski MA, Lele AV, Fitzsimmons L, Toung TJK. Diagnosis and treatment of vascular air embolism. *Anesthesiology*. 2007;106(1):164-77.
 41. E. O. Jenkins*, D. Schiff†, N. Mackman* and NSK. Venous thromboembolism in malignant gliomas. *Bone*. 23(1):1-7.
 42. Tomar GS, Mishra RK, Chaturvedi A. Glossopharyngeal vagal reflex: A matter of concern during neurosurgery. *Neurol India*. 2018;66(6):1822-4.
 43. Rath G, Mahajan C, Sujatha M, Bharti S, Gupta N, Goyal K, et al. Asystole during posterior fossa surgery: Report of two cases. *Asian J Neurosurg*. 2012;7(2):87.
 44. Moore PK, Lee JK, Garcia JA, Krantz MJ. A case of swallow syncope. *Texas Hear Inst J*. 2013;40(5):606-7.
 45. Bharati S, Pal A, Biswas C, Biswas R. Incidence of cardiac arrest increases with the indiscriminate use of dexmedetomidine: A case series and review of published case reports. *Acta Anaesthesiol Taiwanica [Internet]*. 2011;49(4):165-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aat.2011.11.010>
 46. Baltaci B, Basar H, Ozcan A, Gulhan Y, Aytunur CS. Cardiac arrest after intracisternal papaverine instillation during intracranial aneurysm surgery: Case report. *J Neurosurg*. 2010;113(4):760-2.
 47. Gorji R, Sidani M. Intraoperative Cardiopulmonary Resuscitation [Internet]. *Essentials of Neuroanesthesia*. Elsevier Inc.; 2017. 703-710 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-805299-0.00043-9>
 48. Sheron L. Beltran, M.D.,* George A. Mashour MD. Unsuccessful Cardiopulmonary Resuscitation during Neurosurgery: Is the Supine Position Always Optimal? *Anesthesiology*. 2008;108(1):159-62.
 49. Staartjes VE, Schillevoort SA, Blum PG, van Tintelen JP, Kok WE, Schröder ML. Cardiac Arrest During Spine Surgery in the Prone Position: Case Report and Review of the Literature. *World*

- Neurosurg [Internet]. 2018;115:460-467.e1. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.04.116>
50. Mayorga-Buiza MJ, Rivero-Garvia M, Gómez-González E, Marquez-Rivas J. Cardiac pulmonary resuscitation in prone position. The best option for posterior fossa neurosurgical patients. *Paediatr Anaesth*. 2018;28(8):746-7.
 51. Taylor JCL, Buchanan CCR, Rumball MJ. Cardiac arrest during craniotomy in prone position. *Trends Anaesth Crit Care* [Internet]. 2013;3(4):224-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tacc.2013.02.015>
 52. Gale T, Leslie K. Anaesthesia for neurosurgery in the sitting position. *J Clin Neurosci*. 2004;11(7):693-6.
 53. Bengali R, Janik LS, Kurtz M, McGovern F, Jiang Y. Successful cardiopulmonary resuscitation in the lateral position during intraoperative cardiac arrest. *Anesthesiology*. 2014;120(4):1046-9.
 54. Takei T, Nakazawa K, Ishikawa S, Uchida T, Makita K. Cardiac arrest in the left lateral decubitus position and extracorporeal cardiopulmonary resuscitation during neurosurgery: A case report. *J Anesth*. 2010;24(3):447-51.
 55. Meng Q, Yang Y, Zhou M, Li X. Trigemino-cardiac reflex-The trigeminal depressor responses during skull base surgery. *Clin Neurol Neurosurg*. 2008;110(7):662-6.