

Actualización de la protección neurológica durante el abordaje quirúrgico del síndrome aórtico agudo

Update on neurological protection during the surgical approach to acute aortic syndrome

RESUMEN / ABSTRACT

Objetivo: examinar en la literatura disponible las diferentes estrategias de protección cerebral y espinal durante el manejo quirúrgico del síndrome aórtico agudo.

Método: se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Cochrane Library y la herramienta de Google Académico. Se seleccionaron aquellos estudios que presentaron evidencia científica a "free full text" publicados posteriormente a 2010 y centrados en la población adulta.

Resultados: Se identificaron un total de 138 artículos que quedaron reducidos a 33, centrados en el abordaje de la protección cerebral y espinal en la cirugía del arco aórtico y que conforman el cuerpo narrativo de esta revisión. Diversos autores coinciden en la importancia de la neuromonitorización que, junto con la elección de la canulación, influye quirúrgica y neurológicamente en el paciente, asegurando parámetros de perfusión cerebral específicos, con un flujo de 8-10 ml/kg/min y una presión de 50-60 mmHg. Asimismo, la medición directa del coeficiente Q10 es esencial para una hipotermia segura. Existe discrepancia de opinión entre los factores de protección de la médula espinal.

Discusión: la mejora continua de la calidad asistencial en procesos como el Síndrome Aórtico Agudo (SAA), de baja prevalencia y alta mortalidad, exige una formación continuada con rigor científico de alta calidad a todos los agentes implicados y una actividad investigadora de alto nivel científico. Se demuestra que varias estrategias diferentes y bien establecidas pueden dar lugar a resultados quirúrgicos equiparables, excelentes y duraderos.

Palabras clave: cirugía del arco aórtico, protección cerebral, protección espinal, aneurisma, disección.

Objective: Review the available literature on the different strategies for cerebral and spinal protection during the surgical management of acute aortic syndrome.

Method: a search in the Pubmed and Cochrane Library databases and the Google Scholar tool was carried out. We selected those studies that presented "free full text" scientific evidence published after 2010 and focused on the adult population.

Results: A total of 138 articles were identified, which were reduced to 33, focusing on the approach to brain and spinal cord protection in aortic arch surgery and which make up the narrative body of this review. Various authors agree on the importance of neuromonitoring, which, together with the choice of cannulation, has a surgical and neurological influence on the patient, ensuring specific cerebral perfusion parameters, with a flow of 8-10 ml/kg/min and a pressure of 50-60 mmHg. Likewise, direct measurement of the Q10 coefficient is essential for safe hypothermia. There is a difference of opinion regarding spinal cord protection factors.

Discussion: Continuous improvement of the quality of care in processes such as AAS, with low prevalence and high mortality, requires continuous high-quality training for all the agents involved and a high level of scientific research activity. It is shown that several different and well-established strategies can lead to comparable, excellent and long-lasting surgical outcomes.

Keywords: aortic arch surgery; cerebral protection; spinal protection; aneurysm, dissection.



Irene García Izquierdo

Enfermera Perfusionista

Hospital General Universitario Gregorio Marañón

ORCID: 0009-0003-6042-9175

Irene García
igizquierdo@yahoo.com

Recibido: diciembre 2024
Aceptado: febrero 2025

INTRODUCCIÓN

El “síndrome aórtico agudo” (SAA) es una patología poco frecuente y de una altísima complejidad¹⁻⁴. Bajo este término se engloban distintas patologías aórticas agudas que tienen una presentación clínica similar: disección aórtica clásica (DA), hematoma intramural aórtico, úlcera penetrante aórtica y disección incompleta. Aunque pueden presentarse de forma aislada, es posible que se puedan detectar a la vez en un mismo paciente, o que exista progresión de unas a otras. Todas ellas pueden confluir en la rotura aórtica.

Existen diferentes clasificaciones del SAA. La más utilizada es la clasificación de la Universidad de Stanford por su simplicidad y valor pronóstico (Tabla 1).

También es muy conocida la clasificación de DeBakey⁵ (Imagen 1) que divide el síndrome aórtico en tres tipos: tipo I (afectación de la aorta ascendente y descendente), tipo II (afectación exclusiva de la aorta ascendente) y tipo III (afectación únicamente de la aorta descendente).

Los datos que existen sobre la epidemiología actual del SAA son escasos⁶⁻⁸. Al no incluir las muertes que tienen lugar fuera del hospital, los estudios de series de casos como el Registro Internacional de disección aórtica aguda (IRAD), estudios de pacientes hospitalizados y los estudios de casos y controles subestiman la incidencia y mortalidad de los pacientes con SAA⁹⁻¹¹. Recientemente, grandes estudios de cohorte de base poblacional han calculado de una forma más exacta la verdadera incidencia y los factores de riesgo de estas lesiones aórticas agudas y señalan que la incidencia anual media de DA aguda oscila entre 6 y 7,2 casos por cada 100.000 habitantes, mayor en hombres y aumenta con la edad^{12,15}.

El estudio de DeMartino¹⁴ encontró una incidencia de 7,7 casos por cada 100.000 habitantes al año, incluyendo todas las lesiones aórticas agudas. La DA incompleta, una lesión que con frecuencia pasa desapercibida, representa aproximadamente el 5% de todos los pacientes con SAA^{16,17} y es más frecuente en las lesiones aórticas agudas tipo A (según la clasificación de Stanford).

Según datos del registro IRAD, las mujeres con DA tienen un perfil diferente en lo que respecta a su representación clínica, llegan más tarde al hospital y en peor situación clínica que los varones^{18,19}. Esto podría explicar en parte por qué en diferentes series y tras análisis ajustados por edad, las mujeres tienen mayor mortalidad y, concretamente, una mayor tasa de mortalidad extrahospitalaria que los varones^{12,15,18}. Una proporción sustancial de pacientes (30-50%) con DA tipo A fallecen en casa o antes de llegar al hospital^{12,15,19}. Por tanto, todas las series de pacientes hospitalizados subestiman la verdadera incidencia del SAA, sobre todo la de tipo A. El dolor torácico también llamado “dolor aórtico” es el síntoma más frecuente

en la presentación del síndrome aórtico agudo. Es brusco, muy intenso y de carácter desgarrante^{1,2} y frecuentemente, de localización torácica. Suele ser migratorio, irradiándose a la extensión de la disección, anterior en la de tipo A y posterior en la de tipo B, y se acompaña de síntomas y signos derivados de la afectación de las diferentes ramas arteriales. Ocasionalmente, el síncope es el síntoma inicial, sobre todo en el tipo A, lo que ensombrece el pronóstico pues se relaciona con la aparición de complicaciones graves. Las pruebas complementarias realizadas de forma rápida a la llegada del paciente a urgencias son fundamentales para su correcto diagnóstico.

El tratamiento de elección viene determinado por la afectación o no de la aorta ascendente. En los pacientes con SAA tipo A es la cirugía y en el caso de los pacientes con SAA tipo B, la estabilización clínica y hemodinámica con fármacos.

En relación con el tratamiento, la cirugía del arco aórtico fue introducida por primera vez a mediados del siglo pasado y requiere un manejo complejo del paciente que va más allá de la sustitución manual del vaso enfermo. La enfermedad fue descrita por el Dr. Denton A. Cooley²⁰ como “un problema fundamental de la humanidad”. Desde entonces, ha experimentado numerosos avances basados tanto en la experiencia como en la evidencia.

En este sentido, el éxito de la reparación del arco aórtico combina varios procesos: reconstrucción del flujo sanguíneo de la aorta ascendente a la descendente, reinserción del árbol de la rama supraaórtica, simplificación técnica del procedimiento quirúrgico, garantía de la función neurocognitiva, protección de las vísceras abdominales y vigilancia adecuada del montaje multimodular de la bomba extracorpórea.

La isquemia del sistema nervioso central (SNC), factor limitante de tales procedimientos, provoca lesiones cerebrales irreversibles tras cortos periodos de isquemia porque el cerebro requiere un elevado aporte de oxígeno y glucosa en todo momento, así como suprimir la demanda metabólica cerebral²¹. Por ello, el objetivo principal de la protección cerebral es encontrar unos métodos que modifiquen las reacciones bioquímicas provocadas por la isquemia. De esta forma, se podría disponer de mayor tiempo quirúrgico para realizar la cirugía sobre el arco aórtico, ubicación de los troncos supraaórticos y de los que dependen directamente la circulación cerebral.

La hipotermia disminuye, como se ha comentado anteriormente, las necesidades metabólicas del paciente, las reacciones químicas del organismo son más lentas y, por otra parte, se consume menos oxígeno produciendo menos dióxido de carbono. Una reducción de diez grados en la temperatura corporal reduce en un 50% las necesidades de oxígeno²². La tasa metabólica cerebral disminuye entre un 5 y un 7% por cada grado centígrado de descenso de la

temperatura corporal, pero sin llegar a cero^{23,24,25}.

Con respecto a la hipotermia profunda con parada circulatoria, establecida como técnica de protección por Griep et al²⁶ en la década de 1970, se ha convertido en una práctica clínica habitual²⁷. Estudios de Lou et al²⁸ y Ziganshin et al²⁹ han informado resultados clínicos con rango de tiempo entre 30-40 minutos aproximadamente para preservar con seguridad la función neurocognitiva. Sin embargo, los tiempos prolongados de Circulación Extracorpórea (CEC) siguen planteando preocupación sobre la evolución de la cirugía.

Por otro lado, a finales de los años 90 los avances tecnológicos renovaron el interés en la perfusión cerebral anterógrada selectiva (SACP) con el objetivo de mantener eficazmente las demandas de oxígeno y glucosa del SNC durante la parada circulatoria y asegurar el mantenimiento de temperaturas centrales moderadas de la parte inferior del cuerpo con tiempos de CEC reducidos³⁰.

En consecuencia, el objetivo de esta revisión bibliográfica es identificar, actualizar y aplicar las diferentes estrategias de protección del cerebro y médula espinal durante el tratamiento quirúrgico del síndrome aórtico agudo con CEC.

MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica mediante la búsqueda de la evidencia desde enero hasta diciembre de 2023 en las bases de datos de MEDLINE, mediante el motor de búsqueda de PubMed y en The Cochrane Library, asimismo, se hizo uso de la herramienta de búsqueda Google Académico. La estrategia de búsqueda se construyó a partir del descriptor MeSH aortic arch, combinado con el operador booleano "AND" unido a cerebral protection "OR" spinal protection con el fin de obtener los mejores resultados para el objetivo planteado. (Imagen 2)

Criterios de inclusión

La selección de artículos se hizo con trabajos publicados a "free full text", entre 2010 y 2023, en idioma inglés o español e incluidas las revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios de cohortes, estudios observacionales, guías de práctica clínica y ensayos clínicos.

Criterios de exclusión

Se excluyeron trabajos publicados en libros o documentos y los que hacen referencia a la población infantil.

RESULTADOS

Se obtuvieron 138 artículos que inicialmente quedaron reducidos a 83 por duplicidad y tras la lectura de resumen.

Posteriormente, tras la lectura completa y la aplicación de los filtros indicados se eligieron 33 trabajos que conforman el cuerpo de esta revisión bibliográfica. (Imagen 3).

Un 3% de los artículos encontrados datan antes de 2010, el 33% publicados entre 2017 y 2022, y el 64% entre 2010 y 2016, como se observa en el gráfico 1. Asimismo, el 58 % proceden de USA, el 12% de Reino Unido y el resto se reparte entre Japón, Suecia, Alemania, Italia, China y Australia, como se refleja en el gráfico 2.

Gráfico 1. Años de publicación

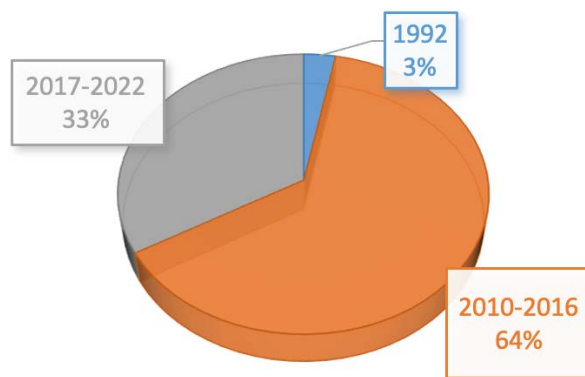
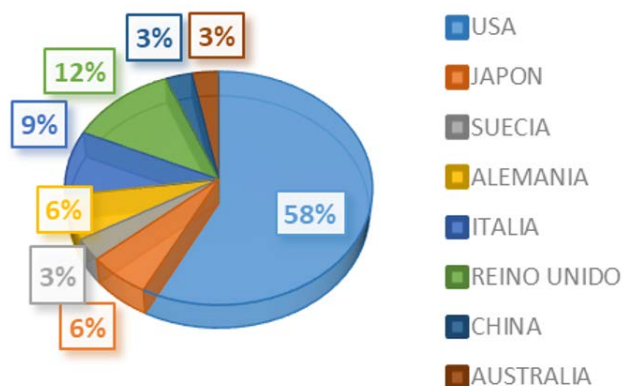


Gráfico 2. País de publicación



Elaboración propia

Dado que el principio de "simplicidad e inteligencia" no es fácil aplicarlo a las complejidades de la cirugía del arco aórtico y al tratamiento de los pacientes que se someten a ella, el éxito de ésta combina varios procesos a tener en cuenta.

Protección cerebral

La presión y el flujo de perfusión cerebral son cruciales, en particular cuando se utiliza una temperatura central moderada. La hipoperfusión puede provocar isquemia del SNC y la hiperperfusión (denominada "perfusión de lujo") edema cerebral³¹.

Kazui et al³², con una perfusión cerebral a temperatura moderada, dieron un impulso definitivo al demostrar que, durante la parada cardiocirculatoria, disminuyen notablemente las complicaciones neurológicas y la mortalidad de la cirugía del arco aórtico. Jonsson et al³³ señalaron que 6 ml/kg/min era el umbral mínimo necesario para mantener unas condiciones fisiológicas aceptables sin transición a un metabolismo isquémico, en comparación con 4 o 2 ml/kg/min. Haldenwang et al³⁴ confirmaron un aumento del flujo sanguíneo cerebral y del edema cerebral, sin ventajas en la reducción metabólica con incremento de la presión intracraneal y peor resultado neuroconductual, a velocidades de flujo de 18ml/kg/min en comparación con 8ml/kg/min.

La perfusión cerebral anterógrada (ACP) unilateral mediante canulación axilar, innominada o carótida común derecha facilita la técnica de reparación más rápida y una parada circulatoria más corta, no manipulándose los orificios de salida de los troncos. A pesar de que este aspecto es muy discutido, Lou et al²⁸ apoya la ACP unilateral en la mayoría de los casos, excepto cuando se anticipa un tiempo prolongado de paro circulatorio. Angeloni et al³⁵ informaron de resultados operativos superiores utilizando perfusión bilateral. Settepani et al³⁶ concluye que el impacto de la perfusión adicional de la arteria subclavia izquierda permanece abierto a discusión. Por su parte, Abjigitova³⁷, mostró que el grupo de pacientes con ACP unilateral tuvo la tasa más baja de mortalidad operatoria y accidente cerebrovascular incapacitante. Sin embargo, el trabajo de Manoly³⁸ mostró que la parada circulatoria con hipotermia moderada (MHCA) junto con la ACP se asoció con una mejor supervivencia y una reducción de la tasa de accidentes cerebrovasculares en comparación con la parada circulatoria con hipotermia profunda (DHCA). En este sentido, la American Society of Anesthesiologists (ASA)³⁹ recomienda una monitorización lo más completa, exhaustiva e inmediata posible, y la Asociación Europea de Cirugía Cardiorrástica (EACTS) y la Sociedad Europea de Cirugía Vascular (ESVS)⁴⁰ recomienda estudios de imágenes preoperatorios para evaluar la permeabilidad y morfología del polígono de Willis cuando el tratamiento involucra el arco aórtico, aunque Manetta⁴¹ concluye que aún no existe consenso sobre la mejor estrategia de protección en cirugía aórtica.

Perfusión cerebral anterógrada versus retrógrada

Existe evidencia que alguna forma de perfusión cerebral ya sea anterógrada o retrógrada, mejora los resultados neurológicos, en comparación con la DHCA. Hu et al⁴² en un estudio reciente publicaron que ante una DHCA existía

una mejor recuperación neurofisiológica, menos edema y mejor equilibrio metabólico cuando se perfunde el SNC selectivamente. Sin embargo, Tian et al⁴³ en un metaanálisis también reciente, hallaron que la perfusión anterógrada ofrecía resultados superiores a la DHCA aislada, resultados coincidentes con los obtenidos por Tang et al⁴⁴, Preventza⁴⁵, Tong⁴⁶, Liu⁴⁷ y Angleitner⁴⁸.

En la perfusión cerebral retrógrada se perfunde sangre fría procedente de la línea arterial a través de la vena cava superior con flujos de 200-300 ml/min con presiones de infusión de 25- 30 mmHg⁴⁹. Gocoł et al²² pone de manifiesto que la observación de retorno de sangre desde el cerebro por los orificios de los troncos es un indicador del buen funcionamiento del sistema, aunque es inferior al infundido. Esta técnica evita la embolia gaseosa y de partículas, y extiende la duración del periodo de seguridad de la parada circulatoria.

Tipo de canulación

La canulación aórtica directa con técnica de Seldinger guiada por ecocardiografía transesofágica (ETE), consigue un rápido establecimiento del flujo luminal verdadero, aunque en pacientes estables, su seguridad es controvertida⁵⁰, ya que en diversos estudios las tasas de accidente cerebrovascular llegan al 20%. Por otro lado, en casos de perfusión axilar y paro circulatorio más prolongado se requerirá perfusión cerebral por algún medio accesorio. La canulación de la arteria innominada es otra opción que proporciona acceso para la perfusión cerebral anterógrada y parece ser segura en la disección aórtica aguda tipo A como sugieren Preventza⁵¹, Payabyab⁵² y Harky⁵³. Indiferentemente al tipo de canulación, es importante la perfusión cerebral selectiva en hipotermia moderada a profunda.

Manejo de la temperatura cerebral

El manejo de la temperatura durante la parada circulatoria es tan crucial, como controvertido. Se han defendido muchas estrategias, y los protocolos difieren significativamente entre los centros especializados en cirugía de aorta. Históricamente se ha utilizado la inactividad electrocerebral (ICE) como parámetro válido del metabolismo cerebral suprimido y, por tanto, permite determinar la temperatura óptima para la parada circulatoria sin técnicas de perfusión adyuvantes. James et al⁵⁴ hallaron que la temperatura media de ICE era de 15,5 °C, aunque en el 95% de los casos fue de 12,7 °C. La restauración del metabolismo cerebral mediante perfusión selectiva continua permite potencialmente el uso de temperaturas más elevadas. No obstante, los hallazgos experimentales de Tsai et al⁵⁵ investigaron la perfusión cerebral con temperaturas moderadas (>20 °C) en comparación con temperaturas profundas (<20 °C) y observaron mejores resultados neurológicos y de supervivencia temprana con el uso de dichas temperaturas. En la misma línea, Zierer et al⁵⁶ confirmaron estos resultados positivos en su población de 1.002 pacientes sometidos a perfusión anterógrada a 28-30 °C. Leshnower et al⁵⁷ observaron que

el cambio de su estrategia de perfusión cerebral hacia temperaturas aún más altas no se asociaba ni a un efecto beneficioso ni a un deterioro de los resultados en el caso de la hipotermia leve (27- 34 °C) en comparación con la moderada (22-26 °C). Si bien, el grupo de la Universidad de Duke⁵⁸ consideró que, a falta de estudios comparativos sólidos, el patrón oro sigue siendo la DHCA para alcanzar la ICE. De Paulis et al⁵⁹ concluye que aproximadamente dos tercios de los centros aórticos europeos prefieren perfundir el cerebro a 22-26 °C y un tercio a temperaturas más bajas. Por otro lado, Griep⁶⁰ utilizó la medición directa del coeficiente de temperatura Q10 para determinar el contenido de oxígeno arterial y venoso cerebral a partir de muestras del bulbo yugular. En este sentido, las guías clínicas americanas⁶¹, orientan hacia una temperatura de salida arterial del oxigenador como indicador de la temperatura cerebral central, limitar la temperatura de recalentamiento a <37 °C para evitar la hipertermia cerebral y adecuar el gradiente durante el enfriamiento/calentamiento entre la temperatura arterial y la venosa a 10 °C para evitar los embolismos gaseosos, recomendaciones con nivel de evidencia "clase I, nivel C".

Protección de la médula espinal

Supone un desafío la protección de la médula espinal para evitar la paraparesia y la paraplejía. Sin embargo, aunque las temperaturas moderadas y la perfusión distal aborden adecuadamente la tolerancia isquémica de las vísceras, no sucede lo mismo con la médula espinal. Rong et al⁶² demostró que el drenaje del líquido cefalorraquídeo (LCR) reduce significativamente la incidencia de isquemia de la médula espinal, aunque el procedimiento es muy invasivo y no está exento de riesgos. Sin embargo, Tang⁶³ sostiene que la protección de la médula espinal depende principalmente de la temperatura, al encontrar un aumento proporcional de la incidencia de paraplejía (18%) tras 60 min de MHCA (25-28 °C) en comparación con temperaturas más bajas (20-24 °C), incluso con la aplicación de perfusión anterógrada. Por su parte, Griep et al en dos estudios consecutivos^{60,64} determinaron que la SACP, en su configuración habitual, sólo mantiene una protección de la médula espinal suficiente hasta T8/9, pero rara vez por debajo. No obstante, estudios del Mount Sinai Group²⁴ estimaron que la duración segura para la médula espinal era de 20, 50, 75 y 120 min a 37, 32, 28 y 20 °C, respectivamente. Por otra parte, Settepani et al³⁶ señalaron que lesión medular asociada con la perfusión de triple vaso supraaórtico fue considerablemente menor, aunque no significativamente. Así, Tang et al⁶³ propusieron que, tiempos prolongados de isquemia de la parte inferior del cuerpo (LBI) producen lesiones espinales y multiorgánicas siendo este un predictor independiente de mortalidad a corto y largo plazo.

DISCUSIÓN

La cirugía del arco aórtico requiere una gestión multidimensional. Se pretende un equilibrio entre la prevención de complicaciones relacionadas con el procedimiento como la protección adecuada de los órganos, siendo necesario monitorizar la actividad cardíaca y cerebral, la presión arterial, la función respiratoria, la temperatura y la función renal.

Protección cerebral

Diversos autores³²⁻³⁶ coinciden en que la presión y el flujo de perfusión cerebral son cruciales, en particular cuando se utiliza una temperatura central moderada y dentro de un umbral mínimo necesario para mantener unas condiciones fisiológicas aceptables. En este sentido, derivado del tipo de cirugía y las implicaciones anatómicas en referencia a la aorta ascendente y arco aórtico, la ASA³⁹, EACTS y ESVS⁴⁰ consideran a la neuromonitorización como un punto importante.

Aún no existe consenso en la mejor estrategia de protección cerebral en cirugía aórtica, como refiere Manetta⁴¹.

Perfusión cerebral anterógrada versus retrógrada

Coincidimos con Abjigitova³⁷, que el grupo de pacientes con ACP unilateral tuvo la tasa más baja de mortalidad operatoria y accidente cerebrovascular incapacitante. Sin embargo, el trabajo de Manoly³⁸ mostró que MHCA+ACP se asoció con una mejor supervivencia y una reducción de la tasa de accidentes cerebrovasculares en comparación con DHCA. Igualmente, los tiempos operativos totales entre los dos grupos fueron comparables a pesar de un mayor tiempo de enfriamiento y recalentamiento para el grupo DHCA. En este sentido, las temperaturas centrales moderadas son seguras cuando se utilizan técnicas de protección que restauran el metabolismo cerebral. La DHCA directa se utiliza en el 6% de los casos agudos, y la perfusión retrógrada sólo se aplica en casos agudos excepcionales. Así, las directrices estadounidenses de 2010 aceptan las tres estrategias como eficaces con el mismo nivel de evidencia (clase IIa, nivel B)⁶⁵ frente a las directrices de la Sociedad Europea de Cardiología de 2014 que solo recomiendan la SACP con un nivel de evidencia "clase IIa, nivel B"⁶⁶.

Manejo de la temperatura cerebral

A su vez, el efecto de la hipotermia sobre el metabolismo es un hecho irrefutable. Una perfusión fría puede ser innecesaria en la mayoría de los casos rutinarios de arco aórtico, pero puede ofrecer la ventaja del tiempo en un procedimiento inesperadamente complejo y prolongado, como lo recomiendan los estudios de Tsai⁵⁵ y Zierer⁵⁶ que coinciden en utilizar temperaturas moderadas >20 °C.

La medición directa del coeficiente de temperatura Q10 en seres humanos, presenta desafíos significativos⁶⁰, y es crucial para determinar la duración segura de la hipotermia controlada. Dicha duración debe basarse en el Q10 calculado

y en la monitorización intraoperatoria utilizando técnicas como la espectroscopia de infrarrojo cercano, lo que contribuye a garantizar la seguridad y eficacia de la hipotermia controlada en entornos clínicos. Sin embargo, es importante destacar que la aplicación de estos principios debe ser cuidadosamente adaptada a las características específicas de cada paciente y situación.

Protección de la médula espinal

Respecto a la protección de la médula espinal, Rong⁶¹ sostiene que una reducción en la presión del LCR aumenta el flujo sanguíneo espinal al estar determinado por la PAM menos la presión del LCR, frente a otros autores^{62,63} que defienden la temperatura como el mejor protector de la médula espinal y Settepani³⁶ que considera el restablecimiento precoz de la perfusión y la reducción del tiempo de isquemia beneficiosos ya que tiempos prolongados de LBI producen lesiones espinales y multiorgánicas.

La diferencia en los intervalos isquémicos seguros entre el cerebro y la médula espinal son consecuencia de la tolerancia inicial de 20 minutos en normotermia para la médula espinal frente a una tolerancia cerebral de sólo 5 minutos de isquemia⁶⁰. Una apreciación de los intervalos isquémicos seguros para la médula espinal es claramente importante.

En muchos centros se consigue protección visceral con temperaturas de moderadas a suaves, no sólo sin límite de tiempo, sino también sin enfriamiento a temperaturas más bajas, mediante la aplicación de una perfusión corporal inferior durante las anastomosis distales y supraaórticas.

CONCLUSIONES

Las reflexiones presentadas proporcionan una visión completa de los aspectos abordados en relación con el SAA. Así, el continuo desarrollo de estrategias quirúrgicas y percutáneas señala la necesidad de formación continua y de investigación de alto nivel para mejorar la calidad asistencial con la colaboración de todo el equipo de salud.

Las tendencias actuales en Europa señalan una preferencia por:

- Perfusión cerebral anterógrada, considerada más fisiológica, junto con una hipotermia moderada frente a las prácticas anteriores de hipotermia profunda.

- Elección de la canulación, preferiblemente axilar o subclavia, influye quirúrgica y neurológicamente en el paciente. El objetivo es mantener una perfusión cerebral homogénea con parámetros específicos, con un flujo de 8-10 ml/kg/min y una presión de 50-60 mmHg.

- El Coeficiente de Temperatura Q10 se destaca como un predictor del periodo seguro de isquemia, considerando el control estricto de la temperatura, esencial para reducir el daño neurológico.

- Mantener límites durante el enfriamiento y el recalen-

tamiento en la CEC para evitar complicaciones como la generación de émbolos gaseosos. Recomendaciones respaldadas por evidencia científica (nivel de evidencia clase I), importantes para garantizar la seguridad y el éxito de las cirugías cardíacas con CEC.

- Discrepancias de opinión entre la presión del LCR, la temperatura y la duración de la isquemia, como factores de protección de la médula espinal. La variabilidad en los intervalos isquémicos seguros entre la médula espinal y el cerebro resalta la necesidad de una consideración cuidadosa de estos aspectos ante el procedimiento quirúrgico.

Estas conclusiones subrayan la complejidad y la necesidad de abordar de manera integral el SAA, destacando la importancia de la formación continua, la colaboración multidisciplinar y la aplicación de estrategias terapéuticas avanzadas.

CONFLICTO DE INTERESES

La autora declara no tener conflictos de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vilacosta I, Aragoncillo P, Cañadas V, San Román JA, Ferreirós J, Rodríguez E. Acute aortic syndrome: a new look at an old conundrum. *Postgrad Med J*. 2010 Jan;86(1011):52-61. doi: 10.1136/hrt.2008.153650. PMID: 20065341.
2. Vilacosta I, San Román JA. Acute aortic syndrome. *Heart*. 2001 Apr;85(4):365-8. doi: 10.1136/heart.85.4.365. PMID: 11250953; PMCID: PMC1729697.
3. Vilacosta I, San Román JA, Aragoncillo P, Ferreirós J, Menéndez R, Graupner C, et al. Penetrating atherosclerotic aortic ulcer: documentation by transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 1998 Jul;32(1):83-9. doi: 10.1016/s0735-1097(98)00194-6. PMID: 9669253.
4. Vilacosta I, San Román JA, Ferreirós J, Aragoncillo P, Menéndez R, Castillo JA, et al. Natural history and serial morphology of aortic intramural hematoma: a novel variant of aortic dissection. *Am Heart J*. 1997 Sep;134(3):495-507. doi: 10.1016/s0002-8703(97)70087-5. PMID: 9327708.
5. Ince H, Nienaber CA. Tratamiento de los síndromes aórticos agudos [Management of acute aortic syndromes]. *Rev Esp Cardiol*. 2007 May;60(5):526-41. Doi:10.1016/S0300-8932(07)75071-6. Spanish. PMID: 17535765.
6. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, Bossone E, Bartolomeo RD, Eggebrecht H, et al; ESC Committee for Practice Guidelines. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology.

- gy (ESC). *Eur Heart J*. 2014 Nov 1;35(41):2873- 926. doi: 10.1093/eurheartj/ehu281. Epub 2014 Aug 29. Erratum in: *Eur Heart J*. 2015 Nov 1;36(41):2779. doi: 10.1093/eurheartj/ehv178. PMID: 25173340.
7. Riambau V, Böckler D, Brunkwall J, Cao P, Chiesa R, Coppi G, et al. Editor's Choice - Management of Descending Thoracic Aorta Diseases: Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2017 Jan;53(1):4-52. doi: 10.1016/j.ejvs.2016.06.005. PMID: 28081802.
8. Timmis A, Townsend N, Gale CP, Torbica A, Lettino M, Petersen SE, et al. European Society of Cardiology. European Society of Cardiology: Cardiovascular Disease Statistics 2019. *Eur Heart J*. 2020 Jan 1;41(1):12-85. doi:10.1093/eurheartj/ehz859. Erratum in: *Eur Heart J*. 2020 Dec 14;41(47):4507. PMID: 31820000.
9. Clouse WD, Hallett JW Jr, Schaff HV, Spittell PC, Rowland CM, Ilstrup DM, et al. Acute aortic dissection: population-based incidence compared with degenerative aortic aneurysm rupture. *Mayo Clin Proc*. 2004 Feb;79(2):176-80. doi:10.4065/79.2.176. PMID: 14959911.
10. Olsson C, Thelin S, Ståhle E, Ekblom A, Granath F. Thoracic aortic aneurysm and dissection: increasing prevalence and improved outcomes reported in a nationwide population-based study of more than 14,000 cases from 1987 to 2002. *Circulation*. 2006 Dec 12;114(24):2611-8. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.630400. Epub 2006 Dec. PMID: 17145990.
11. Pape LA, Tsai TT, Isselbacher EM, Oh JK, O'gara PT, Evangelista A, et al. International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD) Investigators. Aortic diameter $\geq$ 5.5 cm is not a good predictor of type A aortic dissection: observations from the International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD). *Circulation*. 2007 Sep 4;116(10):1120-7. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.702720. Epub 2007 Aug 20. PMID: 17709637.
12. Howard DP, Banerjee A, Fairhead JF, Perkins J, Silver LE, Rothwell PM. Oxford Vascular Study. Population-based study of incidence and outcome of acute aortic dissection and premorbid risk factor control: 10-year results from the Oxford Vascular Study. *Circulation*. 2013 May 21;127(20):2031-7. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000483. Epub 2013 Apr 18. PMID: 23599348; PMCID: PMC6016737.
13. Landenhed M, Engström G, Gottsäter A, Caulfield MP, Hedblad B, Newton-Cheh C, et al. Risk profiles for aortic dissection and ruptured or surgically treated aneurysms: a prospective cohort study. *J Am Heart Assoc*. 2015 Jan 21;4(1): e001513. doi: 10.1161/JAHA.114.001513. PMID: 25609416; PMCID: PMC4330075.
14. DeMartino RR, Sen I, Huang Y, Bower TC, Oderich GS, Pochettino A, et al. Population- Based Assessment of the Incidence of Aortic Dissection, Intramural Hematoma, and Penetrating Ulcer, and Its Associated Mortality From 1995 to 2015. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2018 Aug;11(8):e004689. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.118.004689. PMID: 30354376; PMCID: PMC6428412.
15. Smedberg C, Steuer J, Leander K, Hultgren R. Sex differences and temporal trends in aortic dissection: a population-based study of incidence, treatment strategies, and outcome in Swedish patients during 15 years. *Eur Heart J*. 2020 Jul 7;41(26):2430-2438. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa446. PMID: 32558879; PMCID: PMC7340356.
16. Chin AS, Willemink MJ, Kino A, Hinostroza V, Sailer AM, Fischbein MP, et al. Acute Limited Intimal Tears of the Thoracic Aorta. *J Am Coll Cardiol*. 2018 Jun 19;71(24):2773-2785. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.531. PMID: 29903350; PMCID: PMC6004827.
17. Svensson LG, Labib SB, Eisenhauer AC, Butterly JR. Intimal tear without hematoma: an important variant of aortic dissection that can elude current imaging techniques. *Circulation*. 1999 Mar 16;99(10):1331-6. doi: 10.1161/01.cir.99.10.1331. PMID: 10077517.
18. Nienaber CA, Fattori R, Mehta RH, Richartz BM, Evangelista A, Petzsch M, et al. International Registry of Acute Aortic Dissection. Gender-related differences in acute aortic dissection. *Circulation*. 2004 Jun 22;109(24):3014-21. doi: 10.1161/01.CIR.0000130644.78677.2C. Epub 2004 Jun 14. PMID: 15197151.
19. Pál D, Szilágyi B, Berczeli M, Szalay CI, Sárdy B, Oláh Z, et al. Ruptured Aortic Aneurysm and Dissection Related Death: an Autopsy Database Analysis. *Pathol Oncol Res*. 2020 Oct;26(4):2391-2399. doi: 10.1007/s12253-020-00835-x. Epub 2020 Jun 16. PMID: 32548697; PMCID: PMC7471188.
20. Cooley DA. A Brief History of Aortic Aneurysm Surgery. *Aorta (Stamford)*. 2013 Jun 1;1(1):1-3. doi: 10.12945/j.aorta.2013.12.006. PMID: 26798665; PMCID: PMC4682691.
21. Berretta P, Alfonsi J, Di Bartolomeo R, Di Eusanio M. Innominate artery cannulation during aortic surgery. *Multimed Man Cardiothorac Surg*. 2015 Dec 12;2015: mmv030. doi: 10.1093/mmcts/mmvs030. PMID: 26658194.
22. Gocoł R, Hudziak D, Bis J, Mendrala K, Morkisz Ł, Podsiadło P, et al. The Role of Deep Hypothermia in Cardiac Surgery. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jul 1;18(13):7061. doi: 10.3390/ijerph18137061. PMID: 34280995; PMCID: PMC8297075.
23. Corry JJ. Use of hypothermia in the intensive care unit. *World J Crit Care Med*. 2012 Aug 4;1(4):106-22. doi: 10.5492/wjccm. v1.i4.106. PMID: 24701408; PMCID: PMC3953868.
24. Luehr M, Bachet J, Mohr FW, Etz CD. Modern temperature management in aortic arch surgery: the dilemma of moderate hypothermia. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2014 Jan;45(1):27-39. doi: 10.1093/ejcts/ezt154. Epub 2013 Apr 28. PMID: 23628950.

25. Yan TD, Bannon PG, Bavaria J, Coselli JS, Elefteriades JA, Griep RB, et al. Consensus on hypothermia in aortic arch surgery. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013 Mar;2(2):163-8. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.03.03. PMID: 23977577; PMCID: PMC3741830.
26. Griep RB, Stinson EB, Hollingsworth JF, Buehler D. Prosthetic replacement of the aortic arch. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1975 Dec;70(6):1051-63. PMID: 1186283.
27. Dumfarth J, Ziganshin BA, Tranquilli M, Elefteriades JA. Cerebral protection in aortic arch surgery: hypothermia alone suffices. *Tex Heart Inst J.* 2013;40(5):564-5. PMID: 24391322; PMCID: PMC3853843.
28. Lou X, Chen EP. Goal-directed cerebral perfusion in aortic arch surgery: scientific leap or hype? *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2021 Sep;29(7):605-611. doi: 10.1177/0218492320929212. Epub 2020 May 21. PMID: 32438816; PMCID: PMC7963887.
29. Ziganshin BA, Rajbanshi BG, Tranquilli M, Fang H, Rizzo JA, Elefteriades JA. Straight deep hypothermic circulatory arrest for cerebral protection during aortic arch surgery: Safe and effective. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014 Sep;148(3):888-98; discussion 898-900. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.05.027. Epub 2014 May 16. PMID: 25052822.
30. Bachet J. What is the best method for brain protection in surgery of the aortic arch? Selective antegrade cerebral perfusion. *Cardiol Clin.* 2010 May;28(2):389-401. doi: 10.1016/j.ccl.2010.01.014. PMID: 20452558.
31. Elefteriades JA. What is the best method for brain protection in surgery of the aortic arch? Straight DHCA. *Cardiol Clin.* 2010 May;28(2):381-7. doi: 10.1016/j.ccl.2010.02.004. PMID: 20452557.
32. Kazui T, Inoue N, Yamada O, Komatsu S. Selective cerebral perfusion during operation for aneurysms of the aortic arch: a reassessment. *Ann Thorac Surg.* 1992 Jan;53(1):109-14. doi: 10.1016/0003-4975(92)90767-x. PMID: 1530810.
33. Jonsson O, Morell A, Zemgulis V, Lundström E, Tovedal T, Einarsson GM, et al. Minimal safe arterial blood flow during selective antegrade cerebral perfusion at 20° centigrade. *Ann Thorac Surg.* 2011 Apr;91(4):1198-205. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.12.066. Epub 2011 Feb 25. PMID: 21353198.
34. Haldenwang PL, Strauch JT, Amann I, Klein T, Sterner-Kock A, Christ H, et al. Impact of pump flow rate during selective cerebral perfusion on cerebral hemodynamics and metabolism. *Ann Thorac Surg.* 2010 Dec;90(6):1975-84. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.06.111. PMID: 21095348.
35. Angeloni E, Melina G, Refice SK, Roscitano A, Capuano F, Comito C, et al. Unilateral Versus Bilateral Antegrade Cerebral Protection During Aortic Surgery: An Updated Meta- Analysis. *Ann Thorac Surg.* 2015 Jun;99(6):2024-31. doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.01.070. Epub 2015 Apr 16. PMID: 25890664.
36. Settepani F, Cappai A, Basciu A, Barbone A, Tarelli G. Outcome of open total arch replacement in the modern era. *J Vasc Surg.* 2016 Feb;63(2):537-45. doi: 10.1016/j.jvs.2015.10.061. PMID: 26804221.
37. Abjigitova D, Veen KM, van Tussenbroek G, Mokhles MM, Bekkers JA, Takkenberg JJM, et al. Cerebral protection in aortic arch surgery: systematic review and meta- analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022 Aug 3;35(3): ivac128. doi: 10.1093/icvts/ivac128. PMID: 35512204; PMCID: PMC9419700.
38. Manoly I, Uzzaman M, Karangelis D, Kuduvalli M, Georgakarakos E, Quarto C, et al. Neuroprotective strategies with circulatory arrest in open aortic surgery - A meta-analysis. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2022 Jul;30(6):635-644. doi: 10.1177/02184923211069186. Epub 2022 Jan 11. PMID: 35014877; PMCID: PMC9260478.
39. Standards for basic anesthetic monitoring [Internet]. American Society of Anesthesiologists; [cited 2023 Dec 10]. Available from: <https://www.asahq.org/standards-and-practice-parameters/standards-for-basic-anesthetic-monitoring>
40. Czerny M, Schmidli J, Adler S, van den Berg JC, Bertoglio L, Carrel T, et al. EACTS/ESVS scientific document group. Current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: an expert consensus document of the European Association for Cardio-Thoracic surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019 Jan 1;55(1):133-162. doi: 10.1093/ejcts/ezy313. PMID: 30312382.
41. Manetta F, Mullan CW, Catalano MA. Neuroprotective Strategies in Repair and Replacement of the Aortic Arch. *Int J Angiol.* 2018 Jun;27(2):98-109. doi: 10.1055/s-0038-1649512. Epub 2018 May 27. PMID: 29896042; PMCID: PMC5995688.
42. Hu Z, Wang Z, Ren Z, Wu H, Zhang M, Zhang H, et al. Similar cerebral protective effectiveness of antegrade and retrograde cerebral perfusion combined with deep hypothermia circulatory arrest in aortic arch surgery: a meta-analysis and systematic review of 5060 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014 Aug;148(2):544-60. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.10.036. Epub 2013 Dec 9. PMID: 24332107.
43. Tian DH, Wan B, Bannon PG, Misfeld M, LeMaire SA, Kazui T, et al. A meta-analysis of deep hypothermic circulatory arrest alone versus with adjunctive selective antegrade cerebral perfusion. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013 May;2(3):261-70. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.05.11. PMID: 23977593; PMCID: PMC3741855.
44. Tang GH, Spielvogel D, Lansman SL. Hypothermia alone might not be enough for cerebral protection in aortic arch surgery. *Tex Heart Inst J.* 2013;40(5):566-7. PMID: 24391323; PMCID: PMC3853809.
45. Preventza O, Simpson KH, Cooley DA, Cornwell L, Bakaeen FG, Omer S, et al. Unilateral versus bilateral cerebral per-

- fusion for acute type A aortic dissection. *Ann Thorac Surg*. 2015 Jan;99(1):80-7. doi: 10.1016/j.athoracsur.2014.07.049. Epub 2014 Nov 6. PMID: 25442989.
46. Tong G, Zhang B, Zhou X, Tao Y, Yan T, Wang X, et al. Bilateral versus unilateral antegrade cerebral perfusion in total arch replacement for type A aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017 Sep;154(3):767-775. doi: 10.1016/j.jtcvs.2017.02.053. Epub 2017 Mar 12. PMID: 28420537.
47. Liu Z, Wang C, Zhang X, Wu S, Fang C, Pang X. Effect of different types of cerebral perfusion for acute type A aortic dissection undergoing aortic arch procedure, unilateral versus bilateral. *BMC Surg*. 2020 Nov 18;20(1):286. doi: 10.1186/s12893-020-00957-8. PMID: 33208110; PMCID: PMC7672832.
48. Angleitner P, Stelzmueller ME, Mahr S, Kaider A, Laufer G, Ehrlich M. Bilateral or unilateral antegrade cerebral perfusion during surgery for acute type A dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020 Jun;159(6):2159-2167.e2. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.06.057. Epub 2019 Jul 8. PMID: 31378406.
49. Ueda Y. What is the best method for brain protection in surgery of the aortic arch? Retrograde cerebral perfusion. *Cardiol Clin*. 2010 May;28(2):371-9. doi: 10.1016/j.ccl.2010.01.006. PMID: 20452556.
50. Tiwari KK, Murzi M, Bevilacqua S, Glauber M. Which cannulation (ascending aortic cannulation or peripheral arterial cannulation) is better for acute type A aortic dissection surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2010 May;10(5):797-802. doi: 10.1510/icvts.2009.230409. Epub 2010 Feb 13. PMID: 20154346.
51. Preventza O, Garcia A, Tuluca A, Henry M, Cooley DA, Simpson K, et al. Innominate artery cannulation for proximal aortic surgery: outcomes and neurological events in 263 patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015 Dec;48(6):937-42; discussion 942. doi: 10.1093/ejcts/ezu534. Epub 2015 Feb 1. PMID: 25646398.
52. Payabyab EC, Hemli JM, Mattia A, Kremers A, Vatsia SK, Scheinerman SJ, et al. The use of innominate artery cannulation for antegrade cerebral perfusion in aortic dissection. *J Cardiothorac Surg*. 2020 Jul 31;15(1):205. doi: 10.1186/s13019-020-01249-1. PMID: 32736644; PMCID: PMC7393698.
53. Harky A, Wong CHM, Chan JSK, Zaki S, Froghi S, Bashir M. Innominate artery cannulation in aortic surgery: A systematic review. *J Card Surg*. 2018 Dec;33(12):818-825. doi: 10.1111/jocs.13962. Epub 2018 Dec 12. PMID: 30548686.
54. James ML, Andersen ND, Swaminathan M, Phillips-Bute B, Hanna JM, Smigla GR, et al. Predictors of electrocerebral inactivity with deep hypothermia. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014 Mar;147(3):1002-7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.03.022. Epub 2013 Apr 11. PMID: 23582829; PMCID: PMC3800484.
55. Tsai JY, Pan W, Lemaire SA, Pisklak P, Lee VV, Bracey AW, et al. Moderate hypothermia during aortic arch surgery is associated with reduced risk of early mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013 Sep;146(3):662-7. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.03.004. Epub 2013 Apr 1. PMID: 23558304.
56. Zierer A, El-Sayed Ahmad A, Papadopoulos N, Moritz A, Diegeler A, Urbanski PP. Selective antegrade cerebral perfusion and mild (28°C-30°C) systemic hypothermic circulatory arrest for aortic arch replacement: results from 1002 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012 Nov;144(5):1042-49. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.07.063. Epub 2012 Sep 8. PMID: 22967770.
57. Leshnower BG, Myung RJ, Thourani VH, Halkos ME, Kilgo PD, Puskas JD, et al. Hemiarach replacement at 28°C: an analysis of mild and moderate hypothermia in 500 patients. *Ann Thorac Surg*. 2012 Jun;93(6):1910-5; discussion 1915-6. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.02.069. Epub 2012 May 4. PMID: 22560963.
58. Keenan JE, Wang H, Ganapathi AM, Englum BR, Kale E, Mathew JP, et al. Electroencephalography During Hemiarach Replacement With Moderate Hypothermic Circulatory Arrest. *Ann Thorac Surg*. 2016 Feb;101(2):631-7. doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.08.002. Epub 2015 Oct 17. PMID: 26482779; PMCID: PMC5140096.
59. De Paulis R, Czerny M, Weltert L, Bavaria J, Borger MA, Carrel TP, et al. Current trends in cannulation and neuroprotection during surgery of the aortic arch in Europe. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015 May;47(5):917-23. doi: 10.1093/ejcts/ezu284. Epub 2014 Jul 17. PMID: 25035412.
60. Griep RB, Di Luzzo G. Hypothermia for aortic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013 Mar; 145(3 Suppl): S56-8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.11.072. PMID: 23410782.
61. Engelman R, Baker RA, Likosky DS, Grigore A, Dickinson TA, Shore-Lesserson L, et al. The Society of Thoracic Surgeons, The Society of Cardiovascular Anesthesiologists, and The American Society of ExtraCorporeal Technology: Clinical Practice Guidelines for Cardiopulmonary Bypass-Temperature Management during Cardiopulmonary Bypass. *J Extra Corpor Technol*. 2015 Sep; 47(3):145-54. PMID: 26543248; PMCID: PMC4631211.
62. Rong LQ, Kamel MK, Rahouma M, White RS, Lichtman AD, Pryor KO, et al. Cerebrospinal fluid drain-related complications in patients undergoing open and endovascular repairs of thoracic and thoraco-abdominal aortic pathologies: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2018 May;120(5):904-913. doi: 10.1016/j.bja.2017.12.045. Epub 2018 Mar 27. PMID: 29661408.
63. Tang GH, Kai M, Malekan R, Lansman SL, Spielvogel D. Trifurcated graft replacement of the aortic arch: state of the art. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015 Feb;149(2 Suppl):S55-8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.07.038. Epub 2014 Jul 31. PMID: 25173128.
64. Griep RB, Griep EB. Spinal cord protection in surgical and endovascular repair of thoracoabdominal aortic disease.

- se. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015 Feb;149(2 Suppl):S86-90. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.10.056. Epub 2014 Oct 14. PMID: 25454913.
65. Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J 3rd, Augoustides JG, Beck AW, Bolen MA, et al; Peer Review Committee Members. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022 Dec 13;146(24):e334-e482. doi: 10.1161/CIR.0000000000001106. Epub 2022 Nov 2. PMID: 36322642; PMCID: PMC9876736.
66. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, Bossone E, Bartolomeo RD, Eggebrecht H, et al. ESC Committee for Practice Guidelines. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2014 Nov 1;35(41):2873- 926. doi: 10.1093/eurheartj/ehu281. Epub 2014 Aug 29. Erratum in: *Eur Heart J*. 2015 Nov 1;36(41):2779. PMID: 25173340.

Tabla 1. Clasificación del síndrome aórtico agudo

SÍNDROME AÓRTICO AGUDO tipo A	SÍNDROME AÓRTICO AGUDO tipo B
Afectación de la aorta ascendente	Afectación de la aorta descendente.

Tomado de Universidad de Stanford

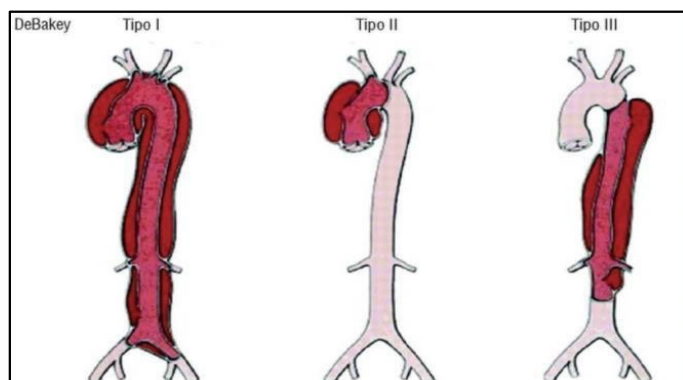
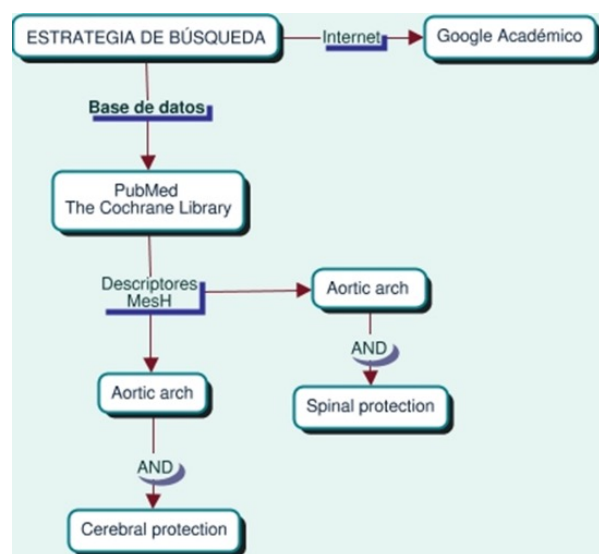
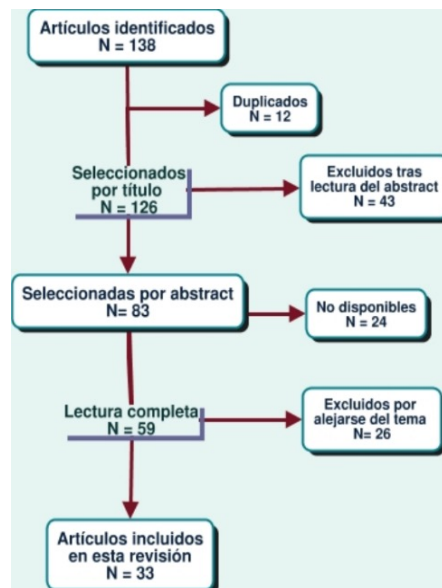
Imagen 1. Clasificación de DeBakey del síndrome aórtico.

Imagen 2. Estrategia de búsqueda.

Imagen 3. Secuencia de búsqueda.


Tabla I. Tabla evolutiva de los parámetros de la ECMO

Autores	País y año	Diseño	Información
Elefteriades JA	USA, 2010	Revisión	El paro circulatorio por hipotermia profunda (DHCA) es una técnica disponible para la preservación del cerebro durante el reemplazo del arco aórtico. En este artículo, el autor analiza la ventaja de DHCA sobre otras técnicas de protección del cerebro.
Kazui T, Inoue N, Yamada O, Komatsu S	JAPÓN, 1992	Estudio investigación	Los pacientes con aneurismas del arco aórtico presentan la mayor morbilidad y mortalidad operatoria. La perfusión cerebral selectiva (SCP) parece ser un procedimiento útil para prevenir la isquemia cerebral durante la reconstrucción compleja del arco aórtico.
Jonsson O, Morell A, Zemgulis V, et al	SUECIA, 2011	Estudio investigación	Este estudio demuestra que la disminución del flujo de SACP a 6 ml/kg/min produce una perfusión adecuada en la mayoría de los casos hasta 4 horas. Se originaron signos isquémicos en respuesta a la reducción del flujo a 4-2 ml/kg/min. Asimismo, se observaron diferencias regionales inexplicables en la perfusión en el 45% de los sujetos.
Haldenwang PL, Strauch JT, Amann I, et al	ALEMANIA, 2010	Estudio investigación experimental	Este estudio investigó la hemodinámica y el metabolismo cerebral a dos velocidades de flujo diferentes. A 25°C, la SCP de alto flujo no proporciona ningún beneficio a largo plazo. Un mayor flujo sanguíneo cerebral conduce a un edema cerebral, sin beneficio en la tasa metabólica.
Angeloni E, Melina G, Refice SK	ITALIA, 2015	Metaanálisis	Los resultados investigados fueron la mortalidad posoperatoria y la enfermedad neurológica permanente y temporal (PND y TND). Se utilizó un análisis separado de la heterogeneidad mediante la estadística Cochrane Q. En tiempos prolongados, el ASCP unilateral mostró peores resultados con respecto al ASCP bilateral. Además, en ambos grupos la hipotermia moderada se asoció a mejores resultados.
Settepani F, Cappai A, Basciu A	ITALIA, 2016	Metaanálisis	Este metaanálisis indica que el reemplazo total del arco aórtico se puede realizar con una mortalidad y morbilidad satisfactorias. Las tasas combinadas de mortalidad y déficit neurológico permanente entre los casos electivos fueron sorprendentemente bajas, comparadas con los resultados de series de arcos híbridos. En cirugía urgente/emergente, la mortalidad temprana y complicaciones neurológicas fueron tres veces mayores. El paro circulatorio hipotérmico moderado y el recalentamiento temprano parecen ofrecer protección renal adecuada, con riesgo intermedio de intubación prolongada.
Abjigitova D, Veen KM, van Tussenbroek G, et al.	REINO UNIDO, 2022	Metaanálisis	Este metaanálisis resume los resultados clínicos de diferentes técnicas en el contexto de la enfermedad aórtica subyacente, su extensión y comorbilidades. Se justifica una mayor colaboración multiinstitucional global para lograr análisis más elaborados y formular/validar modelos de predicción de riesgos.
Manoly I, Uzzaman M, Karangelis D, et al	USA, 2022	Metaanálisis	Se comparó la DHCA con MHCA+ACP en pacientes sometidos a cirugía aórtica. MHCA+ACP se asoció con mejores resultados postoperatorios en comparación con DHCA, incluyendo menor mortalidad, menor incidencia de accidente cerebrovascular y mejores resultados secundarios.
American Society of Anesthesiologists	USA, 2020	Estándares y parámetros de práctica	Estos estándares se aplican a todos los cuidados de anestesia. En emergencias, tienen prioridad las medidas adecuadas de soporte vital. Su objetivo es fomentar una atención de calidad al paciente.
Czerny M, Schmidli J, Adler S, et al.	REINO UNIDO, 2019	Revisión	El propósito de este esfuerzo combinado de la Asociación Europea de Cirugía Cardioráscica (EACTS) y la Sociedad Europea de Cirugía Vascular (ESVS) fue desarrollar un documento de consenso de expertos que cubra todos los aspectos de la enfermedad del arco aórtico y brindar a la comunidad una solución pragmática.

Manetta F, Mullan CW, Catalano MA.	USA, 2018	Revisión	Esta revisión destaca el contexto histórico, los fundamentos fisiológicos y la eficacia clínica de diversas estrategias neuroprotectoras durante las operaciones de arco. La protección cerebral durante la anastomosis distal es un tema continuo de controversia y debate.
Hu Z, Wang Z, Ren Z, et al.	CHINA, 2014	Revisión	Esta revisión menciona que tanto la ACP y RCP proporcionan una eficacia protectora cerebral similar combinada con un paro circulatorio por hipotermia profunda y podrían seleccionarse de acuerdo con la condición real en la cirugía del arco aórtico. Se necesita urgentemente un ensayo controlado aleatorio de alta calidad para confirmar esta conclusión, especialmente para la morbilidad por accidente cerebrovascular después de ACP o RCP.
Tian DH, Wan B, Bannon PG, et al.	AUSTRALIA, 2013	Metaanálisis	Este metaanálisis compara los resultados posoperatorios en cirugía de arco utilizando DHCA o MHCA + SACP como estrategias neuroprotectoras. Indica la superioridad de MHCA+SACP en términos de riesgo de accidente cerebrovascular.
Tang GH, Spielvogel D, Lansman SL.	USA, 2013	Revisión	Un objetivo principal en la cirugía del arco aórtico es preservar la función cerebral. La mayoría de los centros prefieren ACP a RCP. Tanto HCA como ACP tienen límites dependientes del tiempo que no están total o formalmente definidos. En este enfoque para el reemplazo del arco, se utiliza perfusión cerebral selectiva a través de la arteria axilar y una técnica de reconstrucción del arco con injerto ramificado.
Preventza O, Simpson KH, Cooley DA, et al.	USA, 2015	Estudio experimental	La disección aórtica proximal mostró tasas similares de mortalidad operatoria, accidente cerebrovascular, TND e insuficiencia renal en pacientes con u-ACP versus b-ACP. Un tiempo total de paro circulatorio >30 minutos se asoció con accidente cerebrovascular y la insuficiencia renal preoperatoria fue un predictor independiente de insuficiencia renal aguda posquirúrgica. Por tanto, la b-ACP puede estar justificada para tiempos de paro circulatorio superiores a 30 minutos.
Tong G, Zhang B, Zhou X, et al.	USA, 2017	Estudio experimental	La perfusión cerebral anterógrada (ACP) es la estrategia de protección cerebral más utilizada para la reparación aórtica compleja e incluye técnicas unilaterales (u-ACP) y bilaterales (b-ACP). La superioridad del b-ACP sobre el u-ACP ha sido objeto de mucho debate. El tiempo de CEC y el tiempo de paro circulatorio se identificaron como factores de riesgo independientes tanto para la mortalidad como para la disfunción neurológica permanente. La b-ACP no aumentó la CEC, el pinzamiento cruzado ni el tiempo de paro circulatorio.
Liu Z, Wang C, Zhang X, et al.	USA, 2020	Estudio retrospectivo	Se observa que el procedimiento b-ACP presentó menor tiempo de CEC, hipotermia más leve, tiempo de ventilación más corto, menor incidencia de hipoxia postoperatoria y disfunción neurológica (ND) en comparación con u-ACP. Sin embargo, la incidencia de ND se asoció de forma independiente con tres factores: disfunción neurológica preoperatoria, tiempo de CEC y tipo de perfusión cerebral.
Angleitner P, Stelzmueller ME, Mahr S, et al.	USA, 2019	Estudio retrospectivo	La perfusión cerebral anterógrada bilateral y la perfusión cerebral anterógrada unilateral se asocian con resultados comparables después de la cirugía para disección tipo A. Los análisis de subgrupos sugieren que la perfusión cerebral anterógrada bilateral se asocia con una supervivencia general superior en pacientes que requieren perfusión cerebral anterógrada con duraciones de 50 minutos o más.
Ueda Y.	JAPÓN, 2010	Revisión	Los resultados actuales de la cirugía del arco aórtico utilizando RCP y HCA son generalmente satisfactorios en pacientes sometidos a cirugía electiva. Sin embargo, los resultados a largo plazo del reemplazo total del arco en pacientes de edad avanzada tienden a ser deficientes, en particular para los pacientes sometidos a cirugía de emergencia por un aneurisma aterosclerótico o una disección aguda, y para los pacientes que sufren una lesión posoperatoria del SNC.

Tiwari KK, Murzi M, Bevilacqua S, et al.	ITALIA, 2010	Revisión	Se redactó un tema de mejor evidencia en cirugía cardíaca según un protocolo estructurado. La pregunta abordada fue "¿Qué canulación (canulación aórtica ascendente o canulación arterial periférica) es mejor para la cirugía de disección aórtica aguda tipo A?" En total se encontraron 393 artículos mediante la búsqueda informada, de los cuales 14 representaban la mejor evidencia para responder a la pregunta clínica.
Preventza O, Garcia A, Tuluca A, et al.	USA, 2015	Estudio experimental	Este estudio establece si la canulación de la arteria innominada es la estrategia de perfusión ideal para administrar perfusión cerebral anterógrada (ACP) durante la cirugía de la aorta ascendente proximal y el arco aórtico transversal. Es segura y plantea un bajo riesgo de eventos neurológicos en procedimientos que requieren paro circulatorio hipotérmico.
Payabyab EC, Hemli JM, Mattia A, et al.	USA, 2020	Estudio retrospectivo	Se ha demostrado que la canulación directa de la arteria innominada para la perfusión cerebral anterógrada selectiva es segura en reconstrucciones aórticas proximales electivas. Nuestro estudio tiene las limitaciones de ser una revisión retrospectiva y no comparativa. Dentro de estas limitaciones, nuestra experiencia sugiere que la canulación directa de la arteria innominada es un método simple, rápido, seguro y eficaz para administrar SACP durante el paro circulatorio hipotérmico en pacientes con disección aguda tipo A.
Harky A, Wong CHM, Chan JSK, et al.	REINO UNIDO, 2018	Revisión sistemática	La arteria innominada se considera un sitio alternativo para establecer un bypass cardiopulmonar en procedimientos quirúrgicos que involucran la aorta torácica. Esta revisión sistemática examina el uso de la canulación de la arteria innominada en cirugía aórtica. La canulación de la arteria innominada es una técnica segura en pacientes sometidos a cirugía de aorta torácica. Puede utilizarse, en casos seleccionados, como una ruta confiable para establecer un bypass cardiopulmonar y mantener la perfusión cerebral.
James ML, Andersen ND, Swaminathan M, et al.	USA, 2014	Estudio experimental	Reafirma que el enfriamiento a ECI con DHCA brinda una excelente protección neurológica y visceral. El tiempo de enfriamiento necesario para lograr la ECI parece muy variable entre pacientes y centros y no debe usarse para predecir de manera confiable la ECI. Los factores específicos del paciente predijeron mal la temperatura o el tiempo de enfriamiento necesarios para lograr la ECI, lo que requirió una monitorización EEG para una detección confiable de la ECI. Cuando no se dispone de monitorización EEG, el enfriamiento parece ser el método más fiable para garantizar la ECI.
Tsai JY, Pan W, Lemaire SA, et al.	USA, 2013	Estudio comparativo	Este estudio demostró que, en pacientes sometidos a cirugía del arco aórtico, MHCA con ACP se asocia con menores tasas de mortalidad hospitalaria y a 30 días, menor tiempo de CEC y menos secuelas neurológicas que DHCA. Sin embargo, MHCA y DHCA se asocian con requisitos de transfusión y función renal posoperatoria similares.
Zierer A, El-Sayed Ahmad A, Papadopoulos N, et al.	ALEMANIA, 2012	Estudio multicéntrico	El uso de SACP hace que la hipotermia profunda no sea esencial para el reemplazo del arco aórtico, existiendo una tendencia a aumentar la temperatura corporal durante la parada circulatoria con ACP. Sin embargo, se sabe muy poco sobre el efecto clínico de los diferentes modos de ACP sobre la morbilidad neurológica, sin definir los límites seguros de este enfoque para la protección de la médula espinal. Una recomendación definitiva sobre los límites seguros de este enfoque se vio obstaculizada por el número limitado de pacientes con un tiempo de ACP superior a 60 minutos.

Leshnower BG, Myung RJ, Thourani VH, et al.	USA, 2012	Revisión retrospectiva	Este estudio respalda el uso seguro de una estrategia de protección cerebral de paro circulatorio hipotérmico leve y uSACP durante la reconstrucción de hemiarco en entornos electivos y de emergencia. Sugiere que la hipotermia leve ofrece niveles adecuados de protección neurológica en comparación con niveles más profundos de hipotermia. Los estudios futuros investigarán esta hipótesis y el efecto a largo plazo de la hipotermia leve sobre la función neurocognitiva.
Keenan JE, Wang H, Ganapathi AM, et al.	USA, 2016	Estudio experimental	El estudio sugiere que casi la mitad de los pacientes sometidos a reemplazo de hemiarco aórtico con MHCA mostrarán signos en el EEG relacionados con una posible lesión cerebral isquémica, aunque el establecimiento de SACP unilateral generalmente mejorará estos cambios en el EEG. Se necesitan más estudios para determinar si la pérdida transitoria de actividad electrocerebral durante MHCA con SACP pone a los pacientes en riesgo de sufrir resultados neurocognitivos adversos para delinear mejor la estrategia óptima de protección cerebral.
De Paulis R, Czerny M, Weltert L, et al.	REINO UNIDO, 2015	Estudio multicéntrico	Se realiza una encuesta en centros cardíacos europeos para evaluar los métodos utilizados para la protección cerebral durante la cirugía aórtica que afecta el arco aórtico y pueda servir como referencia para la estandarización y el refinamiento de diferentes enfoques. Este estudio revela que se necesita tiempo para que la nueva evidencia de la literatura se transfiera a la práctica común. Es evidente que la mayoría de los centros todavía recurren a un cierto grado de hipotermia y que se adopta con mayor frecuencia la parada circulatoria más caliente.
Griep RB, Di Luzzo G.	USA, 2013	Revisión	La hipotermia es la modalidad más eficaz para preservar la integridad del tejido durante períodos inevitables de interrupción del flujo sanguíneo. No obstante, se requiere una comprensión profunda de los principios fisiológicos y las limitaciones del HCA para que los pacientes y cirujanos
Engelman R, Baker RA, Likosky DS, et al.	USA, 2015	Estándares y parámetros de práctica	Literatura basada en evidencia que respalda guías de práctica clínica para el control de la temperatura durante la circulación extracorpórea en adultos realizado por la Sociedad de Cirujanos Torácicos, la Sociedad de Anestesiología Cardiovascular y la Sociedad Estadounidense de Tecnología Extracorpórea.
Rong LQ, Kamel MK, Rahouma M, et al.	USA, 2018	Metaanálisis	Las directrices actuales recomiendan el drenaje del líquido cefalorraquídeo (LCR) para la protección de la columna durante las reparaciones abiertas y endovasculares de aneurismas de la aorta torácica y toracoabdominal. Antes de la reparación quirúrgica o endovascular se debe realizar una discusión multidisciplinaria que sopesa el riesgo del drenaje del LCR frente al riesgo individual de paraplejía de los pacientes.
Tang GH, Kai M, Malekan R, et al.	USA, 2015	Revisión	Revisar la práctica en el reemplazo total de arco mediante el uso de la técnica del injerto trifurcado. La UACP o BACP y la isquemia de la parte inferior del cuerpo se pueden realizar sin agregar complejidad significativa al procedimiento, al tiempo que confieren máxima protección cerebral, espinal y de la parte inferior del cuerpo.
Griep RB, Griep EB	USA, 2014	Revisión	La mejor comprensión de la red colateral revelada por estudios clínicos y experimentales recientes ha proporcionado una justificación para algunas de las recomendaciones propuestas para el manejo óptimo de la reparación de aneurismas toracoabdominales extensos con el objetivo de minimizar la paraplejía y una mayor vigilancia para evitar la inestabilidad hemodinámica.

Actualización de la protección neurológica durante el abordaje quirúrgico del síndrome aórtico agudo.