CARDIOLOGIA
TEORIA E PRÁTICA

EDIÇÃO XXVII

Capítulo 66

PERFUSÃO CEREBRAL ANTERÓGRADA VS RETRÓGRADA NO ARCO AÓRTICO: FISIOPATOLOGIA E NEUROPROTEÇÃO

ARTHUR WARTCHOW WEISS[1]
MARINA BANDEIRA MARCOLLA[1]
NÁDIA MARTINS PANTA[1]
RAFAELLA MENEGHETTI[1]
GRAZIELA ELISA KROTH[1]

[1]Discente – Medicina da Universidade de Santa Cruz UNISC.

Palavras-chave: *Perfusão Cerebral Anterógrada, Perfusão Cerebral Retrógrada, Neuroproteção.*

DOI 10.59290/4004981964

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A cirurgia do arco aórtico exige, em algum momento do procedimento, a interrupção temporária do fluxo sanguíneo cerebral anterógrado fisiológico para permitir a reconstrução dos vasos supra-aórticos. Historicamente, essa interrupção era tolerada exclusivamente por meio da redução da demanda metabólica cerebral induzida pela hipotermia profunda, técnica introduzida por Griepp e colaboradores em 1975, que tornou factível a substituição protética do arco aórtico com mortalidade aceitável para a época (GRIEPP *et al*., 1975).

A parada circulatória hipotérmica profunda (*deep hypothermic circulatory arrest*, DHCA) isolada, entretanto, revelou-se tempo-dependente: séries maiores demonstraram elevação progressiva do risco de acidente vascular cerebral (AVC) e de mortalidade precoce à medida que o tempo de parada ultrapassava aproximadamente 30 a 40 minutos (SVENSSON *et al*., 1993). Essa limitação motivou, de forma praticamente simultânea, o desenvolvimento de duas estratégias adjuntas de proteção cerebral no final da década de 1980: a perfusão cerebral retrógrada (*retrograde cerebral perfusion*, RCP), descrita por Ueda e colaboradores por meio de cânula posicionada na veia cava superior (UEDA *et al*., 1990), e a perfusão cerebral anterógrada seletiva (*selective antegrade cerebral perfusion*, ACP ou SACP), introduzida de forma independente por Bachet e Guilmet na Europa e por Kazui e colaboradores no Japão, mediante canulação direta dos vasos supra-aórticos (KAZUI *et al*., 1992; BACHET *et al*., 1991).

Do ponto de vista fisiopatológico, a ACP busca reproduzir um padrão de perfusão próximo do fisiológico: sangue oxigenado é infundido de forma anterógrada pelo tronco braquiocefálico e/ou pelas carótidas comuns, uni ou bilateralmente, com fluxo e pressão ajustados para manter a autorregulação cerebral e a oferta de substrato metabólico mesmo sob hipotermia moderada a profunda. Essa estratégia depende, contudo, da integridade anatômica do polígono de Willis para garantir perfusão homogênea de ambos os hemisférios quando a canulação é unilateral, uma vez que variações anatômicas — como hipoplasia ou ausência de artérias comunicantes — são relativamente frequentes na população geral e podem comprometer a perfusão contralateral durante a ACP unilateral (regra geral discutida em estudos anatômicos sobre o polígono de Willis aplicados à perfusão cerebral seletiva).

A RCP, por sua vez, infunde sangue hipotérmico em sentido retrógrado pela veia cava superior, com fluxos e pressões deliberadamente baixos para evitar edema cerebral. Seu principal mecanismo de ação não é a entrega nutritiva de oxigênio e substrato aos tecidos, uma vez que parcela relevante do volume infundido tende a ser desviada por colaterais venosas extracranianas sem alcançar de forma consistente o leito capilar cerebral; sua contribuição fisiológica mais consistente parece relacionar-se à manutenção da hipotermia cerebral homogênea e à possível lavagem retrógrada de êmbolos e ar do sistema arterial cefálico durante a reconstrução do arco. Essa distinção mecanística é o ponto de partida conceitual para compreender por que os desfechos clínicos comparativos entre as duas técnicas permanecem, até hoje, motivo de debate.

Passadas mais de três décadas de uso clínico de ambas as estratégias, e apesar de dezenas de estudos comparativos — incluindo ensaios clínicos randomizados, coortes pareadas por escore de propensão, registros multicêntricos e diversas metanálises —, não existe consenso definitivo sobre a superioridade de uma técnica sobre a outra. Documentos de consenso e diretrizes internacionais recentes, como o *gui-*

deline conjunto EACTS/STS de 2024 para síndromes agudas e crônicas da aorta e o AATS *Expert Consensus Document* de 2021, reconhecem essa incerteza e reservam recomendações de classe semelhante para ambas as estratégias, com preferência relativa pela ACP em reconstruções mais extensas ou de maior duração previsível (CZERNY *et al*., 2024).

Diante dessa persistente controvérsia, o objetivo desta revisão foi comparar a perfusão cerebral anterógrada e a perfusão cerebral retrógrada na cirurgia do arco aórtico, com ênfase nos mecanismos fisiopatológicos subjacentes a cada técnica e na eficácia neuroprotetora clínica, avaliada por mortalidade operatória, incidência de acidente vascular cerebral, disfunção neurológica transitória e desfechos neurocognitivos.

MÉTODO

Foi realizada uma revisão sistemática qualitativa da literatura, com relato orientado pelos itens aplicáveis do PRISMA 2020 (PAGE *et al*., 2021). A pergunta foi estruturada pelo acrônimo PICO: população (P), pacientes adultos submetidos a cirurgia do arco aórtico (reconstrução parcial/hemiarco ou total) com necessidade de parada circulatória hipotérmica, por aneurisma ou dissecção; intervenção (I), perfusão cerebral anterógrada seletiva, uni ou bilateral; comparação (C), perfusão cerebral retrógrada; e desfechos (O), mortalidade operatória ou em 30 dias, incidência de acidente vascular cerebral, disfunção neurológica transitória e permanente, desempenho neurocognitivo pós-operatório e reoperação.

A busca bibliográfica contemplou PubMed/MEDLINE, Embase e *Cochrane Central Register of Controlled Trials*, com recorte de publicação entre 1º de janeiro de 2000 e 31 de dezembro de 2025. Em 20 de agosto de 2026 foi realizada auditoria de sensibilidade e revalidação bibliográfica, mantendo-se a janela temporal encerrada em 2025 e sem inclusão de artigos publicados após essa data. A estratégia combinou três blocos conceituais por meio do operador booleano AND: perfusão anterógrada (*"antegrade cerebral perfusion" OR "selective antegrade cerebral perfusion"),* perfusão retrógrada ("*retrograde cerebral perfusion"*) e contexto cirúrgico *("aortic arch" OR "hemiarch" OR "circulatory arrest"*), padronizada para os campos *Title/Abstract* no PubMed e campos equivalentes nas demais bases.

Foram elegíveis estudos clínicos comparativos diretos entre ACP e RCP em humanos adultos — ensaios clínicos randomizados, coortes pareadas por escore de propensão ou casos-controle, registros multicêntricos ou nacionais e metanálises — que relatassem ao menos um dos desfechos de interesse de forma separável entre os dois grupos. Foram excluídos relatos de caso e séries não comparativas, descrições puramente técnicas sem desfecho clínico, estudos em população pediátrica ou com cardiopatia congênita, estudos que analisaram ACP e RCP como um único braço combinado sem dados separáveis, e publicações sem desfechos clínicos comparativos claros.

A seleção foi conduzida em etapas de identificação, triagem por título e resumo e avaliação de elegibilidade do texto completo, com verificação de sobreposição entre coortes provenientes da mesma instituição ou do mesmo banco de dados nacional; quando identificada sobreposição, priorizou-se a publicação com maior tamanho amostral, ajuste estatístico mais robusto ou seguimento mais longo. A síntese final compreendeu nove estudos comparativos, publicados entre 2012 e 2023, complementados por referências históricas e mecanísticas para contextualização fisiopatológica. Pela heterogeneidade de desenhos, populações (aneurisma

versus dissecção), graus de hipotermia, extensão da reconstrução (hemiarco versus arco total) e definições de desfecho, optou-se por síntese qualitativa, sem metanálise própria.

A qualidade metodológica dos estudos observacionais foi avaliada de forma qualitativa com base nos domínios da escala Newcastle-Ottawa (seleção da coorte, comparabilidade dos grupos e aferição dos desfechos), e os ensaios clínicos randomizados foram avaliados quanto à adequação da randomização, ao cegamento possível (limitado pela natureza intraoperatória da intervenção) e ao poder amostral. Da mesma forma que ocorre em revisões de temas cirúrgicos comparáveis, não houve acesso aos arquivos brutos de exportação da busca eletrônica nem à planilha intermediária de triagem, o que impediu a construção de um fluxograma PRISMA quantitativo; essa limitação foi tratada de forma conservadora, sem estimativas retrospectivas de números de registros identificados, duplicatas ou exclusões por etapa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mecanismos fisiopatológicos da perfusão anterógrada e da perfusão retrógrada

A ACP moderna, na técnica descrita por Kazui e refinada ao longo das décadas seguintes, é realizada por canulação direta do tronco braquiocefálico ou da artéria axilar/subclávia direita (unilateral) ou também da carótida comum esquerda (bilateral), com fluxos-alvo de aproximadamente 6 a 10 mL/kg/min e pressão de perfusão cerebral mantida entre 50 e 70 mmHg, monitorada por via arterial radial e, cada vez mais, por espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS), que permite estimar em tempo real a saturação regional de oxigênio cerebral e identificar precocemente hipoperfusão hemisférica assimétrica. Esse padrão de perfusão preserva, em grande medida, a autorregulação cerebral e a entrega nutritiva de oxigênio, mas depende da integridade funcional do polígono de Willis para assegurar perfusão contralateral adequada quando apenas um território arterial é canulado, além de carregar risco teórico de embolização a partir da manipulação direta dos vasos supra-aórticos ateromatosos ou dissecados.

A RCP, descrita originalmente por Ueda e colaboradores, é tecnicamente mais simples: dispensa a manipulação dos vasos do arco e é realizada por cânula inserida na veia cava superior, com fluxos baixos (tipicamente 200 a 500 mL/min) e pressão limitada a cerca de 25 mmHg para minimizar o risco de edema cerebral. Diferentemente da ACP, a RCP não reproduz um padrão de perfusão nutritiva consistente: estudos experimentais e clínicos sugerem que parte relevante do volume infundido é desviada por vias colaterais extracranianas (plexo venoso vertebral, sistema ázigo) sem atingir de forma homogênea o leito capilar cerebral, de modo que seu papel neuroprotetor mais bem estabelecido é a manutenção da hipotermia cerebral e a possível remoção retrógrada de *debris* embólicos e ar do sistema arterial no momento da abertura do arco, e não propriamente o suporte metabólico contínuo do tecido encefálico.

Essa diferença mecanística fundamental — perfusão nutritiva anterógrada versus lavagem/manutenção térmica retrógrada — ajuda a explicar por que a ACP tende a ser preferida quando se antecipa tempo prolongado de interrupção da circulação anterógrada (reconstruções extensas do arco total, técnicas de *elephant trunk* congelado), ao passo que a RCP permanece uma alternativa útil quando a canulação direta dos vasos supra-aórticos é anatomicamente desfavorável, como em arcos muito ateromatosos, dissecções que se estendem aos vasos cervicais ou reoperações com aderências extensas.

Mortalidade operatória e incidência de acidente vascular cerebral

O registro nacional japonês (JACVSD), analisado por Usui e colaboradores, comparou 2.209 pacientes submetidos a ACP e 583 a RCP em cirurgia eletiva de aneurisma não dissecante, com 499 pares pareados por escore de propensão; a análise ajustada não demonstrou diferença estatisticamente significativa entre as técnicas quanto à mortalidade de 30 dias ou operatória, embora a RCP tenha se associado a maior incidência de disfunção neurológica transitória e de necessidade de diálise pós-operatória (USUI *et al*., 2012).

Em coorte unicêntrica japonesa de dissecção aguda tipo A, Sugiura e colaboradores documentaram a transição institucional de RCP (109 pacientes, período inicial) para ACP (94 pacientes, período posterior), com mortalidade hospitalar e complicações neurológicas precoces comparáveis entre os dois períodos, resultado consistente com a leitura de que ambas as estratégias podem ser empregadas com segurança quando bem executadas (SUGIURA *et al*., 2012). De forma semelhante, a coorte unicêntrica de Ganapathi e colaboradores, em pacientes submetidos a substituição de hemiarco sob DHCA, não encontrou diferença significativa em mortalidade operatória, acidente vascular cerebral ou sobrevida tardia entre 360 pacientes com ACP e 80 com RCP após pareamento por escore de propensão, sugerindo equivalência clínica em tempos de parada mais curtos, típicos de reconstruções limitadas ao hemiarco (GANAPATHI *et al*., 2014).

A maior análise de registro multicêntrico disponível, conduzida por O'Hara, Itagaki e colaboradores a partir do banco de dados da *Society of Thoracic Surgeons* (STS-ACSD) em 7.830 pacientes submetidos a cirurgia aórtica eletiva sem dissecção, mostrou que tanto a DHCA associada a ACP (razão de chances [OR] 0,65) quanto a DHCA associada a RCP (OR 0,57) reduziram significativamente o risco combinado de morte e acidente vascular cerebral em comparação à DHCA isolada sem perfusão adjunta; a MHCA associada a ACP também se associou a redução de risco (OR 0,61). O benefício de qualquer uma das duas estratégias adjuntas foi maior quanto mais longo o tempo de parada circulatória, especialmente acima de 30 minutos, reforçando que a escolha entre ACP e RCP é, em grande medida, menos determinante do que a decisão de utilizar alguma forma de perfusão cerebral adjunta associada à hipotermia adequada (O'HARA *et al*., 2020).

Ensaios clínicos randomizados e evidência de maior qualidade metodológica

A evidência de maior nível metodológico permanece escassa, refletindo a dificuldade logística de randomizar intervenções intraoperatórias complexas em cirurgia de baixa frequência relativa. No estudo piloto DRAMA, Leshnower e colaboradores randomizaram 20 pacientes submetidos a reconstrução eletiva de hemiarco para DHCA associada a RCP (11 pacientes) ou MHCA associada a ACP (9 pacientes), com avaliação neurológica por neurologista independente e ressonância magnética antes da alta; não houve diferença significativa no desfecho composto de acidente vascular cerebral, ataque isquêmico transitório e lesão identificada à ressonância magnética entre os grupos, resultado interpretado pelos autores como base de viabilidade para um ensaio multicêntrico de maior porte (LESHNOWER *et al*., 2019). É relevante notar que, ainda em 2025, um novo ensaio clínico randomizado multicêntrico comparando diretamente ACP e RCP em hipotermia leve a moderada foi iniciado nos Es-

tados Unidos, evidência de que a questão permanece clinicamente relevante e não definitivamente resolvida mesmo décadas após a introdução das duas técnicas.

Metanálises e síntese quantitativa da literatura

Três metanálises de diferentes magnitudes reforçam, de maneira convergente, a ausência de superioridade consistente de uma técnica sobre a outra. Guo e colaboradores, reunindo 7.023 pacientes de estudos comparativos, concluíram por efetividade neuroprotetora semelhante entre ACP e RCP quando ambas associadas à DHCA (GUO *et al*., 2015). Takagi e colaboradores, em metanálise contemporânea de 19 estudos e 15.365 pacientes publicados entre 2010 e 2017, encontraram incidências semelhantes de acidente vascular cerebral (OR 0,92; IC95% 0,79–1,08) e de mortalidade (OR 1,07; IC95% 0,90–1,26) entre ACP e RCP, com apenas uma tendência não significativa de menor disfunção neurológica transitória associada à ACP (OR 0,85; IC95% 0,69–1,04) (TAKAGI *et al*., 2019).

A síntese mais ampla até o momento foi conduzida por Abjigitova e colaboradores, que analisaram 222 estudos e 43.720 pacientes, distinguindo quatro estratégias: ACP unilateral, ACP bilateral, RCP e DHCA isolada sem perfusão adjunta. A mortalidade agrupada foi de 6,6% para ACP unilateral, 9,1% para ACP bilateral, 7,8% para RCP e 9,2% para DHCA isolada; a incidência de acidente vascular cerebral incapacitante foi de 4,8%, 7,3%, 6,4% e 6,3%, respectivamente. Os próprios autores ressaltaram, contudo, que a ausência de critérios uniformes de seleção da técnica entre os centros e a natureza predominantemente observacional dos dados tornam essas comparações sujeitas a confundimento por indicação, impedindo conclusões causais definitivas sobre superioridade entre as estratégias (ABJIGITOVA *et al*., 2022).

Confundimento por indicação e fatores modificadores do efeito

Assim como observado em outras comparações cirúrgicas baseadas em dados observacionais, a escolha entre ACP e RCP não é aleatória na prática clínica: a RCP tende a ser reservada para situações em que a canulação direta dos vasos supra-aórticos é tecnicamente desfavorável — vasos de pequeno calibre, acometidos por aterosclerose extensa ou envolvidos pela dissecção —, ao passo que a ACP é preferida quando se antecipa tempo de parada mais prolongado ou reconstrução mais extensa do arco. Esse padrão de seleção, evidenciado na coorte de Keeling, Leshnower e colaboradores, na qual o grupo submetido a ACP era mais idoso e apresentava mais doença vascular periférica, enquanto o grupo de RCP apresentava maior proporção de substituição radicular completa e tempos mais longos de circulação extracorpórea e de pinçamento aórtico, ilustra como diferenças basais entre os grupos podem obscurecer o efeito causal isolado da técnica de perfusão sobre os desfechos neurológicos (KEELING *et al*., 2023).

O grau de hipotermia utilizado constitui outra variável de confusão relevante. Estudos prévios mostraram que a associação de ACP com hipotermia moderada (MHCA) reduz o risco de acidente vascular cerebral em comparação à DHCA isolada sem perfusão adjunta, e que os riscos de sangramento, coagulopatia e tempo prolongado de circulação extracorpórea inerentes à hipotermia mais profunda podem, por si só, influenciar desfechos sistêmicos e neurológicos independentemente da técnica de perfusão cerebral empregada. A tendência contemporânea de utilizar temperaturas mais amenas associadas à ACP, documentada em ensaios

como o COMMENCE, reflete o esforço de dissociar parcialmente esses dois componentes — grau de hipotermia sistêmica e estratégia de perfusão cerebral — na tentativa de otimizar a proteção neurológica sem os custos sistêmicos da hipotermia profunda.

Avaliação neurocognitiva e sensibilidade dos métodos de detecção de lesão

Um achado transversal a diferentes estudos é a baixa sensibilidade do exame clínico isolado para detectar lesão neurológica sutil após cirurgia do arco aórtico, independentemente da técnica de perfusão empregada. Ensaios randomizados que associaram avaliação neurológica clínica, ressonância magnética e testes neurocognitivos formais demonstraram que a imagem por ressonância e a avaliação neurocognitiva detectam proporção substancialmente maior de eventos do que o exame clínico isolado, o que sugere que comparações baseadas exclusivamente em desfechos clínicos grosseiros (acidente vascular cerebral clinicamente evidente) podem subestimar diferenças reais entre ACP e RCP quanto à carga de microembolização e disfunção cognitiva subclínica. Esse achado reforça a importância de protocolos de monitorização intraoperatória, como a NIRS bilateral, para identificação precoce de assimetrias de perfusão hemisférica durante a ACP unilateral, particularmente em pacientes com variações anatômicas do polígono de Willis.

Qualidade metodológica e risco de viés

A avaliação qualitativa da qualidade metodológica indicou predomínio de estudos observacionais retrospectivos, com apenas um ensaio clínico randomizado piloto de pequeno porte identificado na comparação direta entre ACP e RCP em adultos. Os estudos com ajuste estatístico mais robusto — pareamento por escore de propensão ou regressão multivariável em grandes registros nacionais — tenderam a apresentar estimativas mais conservadoras quanto à magnitude da diferença entre as técnicas, reforçando a hipótese de que parte da variabilidade observada em séries menores decorre de confundimento por indicação não plenamente controlado. A **Tabela 66.1** resume as características e os principais achados dos nove estudos comparativos incluídos nesta síntese, e a **Tabela 66.2** apresenta a avaliação qualitativa de sua qualidade metodológica.

Implicações clínicas

A síntese dos nove estudos comparativos permite três leituras clínicas principais. Primeiro, tanto a ACP quanto a RCP, quando associadas a hipotermia adequada, reduzem de forma consistente o risco de morte e acidente vascular cerebral em comparação à parada circulatória hipotérmica isolada sem qualquer perfusão adjunta; a decisão de empregar alguma forma de proteção cerebral ativa parece mais determinante para o desfecho do que a escolha específica entre as duas técnicas. Segundo, embora a maioria dos estudos comparativos diretos não tenha demonstrado diferença significativa em mortalidade ou acidente vascular cerebral clinicamente manifesto, existe uma tendência recorrente, ainda que não conclusiva, de menor disfunção neurológica transitória com a ACP, plausivelmente relacionada ao seu mecanismo de perfusão nutritiva mais próximo do fisiológico. Terceiro, a escolha entre ACP e RCP na prática permanece, em larga medida, guiada por fatores anatômicos e técnicos individuais — qualidade dos vasos supra-aórticos, extensão da reconstrução planejada e experiência da equipe — mais do que por evidência definitiva de superioridade de uma estratégia sobre a outra.

Tabela 66.1 Principais características dos estudos comparativos incluídos.

Estudo	Desenho / população	ACP vs RCP	Principais achados
Usui *et al.,* 2012	Registro JACVSD; aneurismas não dissecantes eletivos (2005–2008)	2.209 vs 583 (499 pares)	Sem diferença significativa em mortalidade de 30 dias/operatória entre ACP e RCP; RCP associada a maior incidência de disfunção neurológica transitória e necessidade de diálise.
Sugiura *et al.,* 2012	Coorte unicêntrica sequencial; dissecção aguda tipo A (2003–2011)	RCP 109 vs ACP 94	Transição institucional de RCP para ACP ao longo do tempo; mortalidade hospitalar e complicações neurológicas precoces comparáveis entre os dois períodos.
Ganapathi *et al.,* 2014	Coorte unicêntrica com pareamento por escore de propensão; reconstrução de hemiarco com DHCA	360 vs 80	Sem diferença significativa em mortalidade operatória, acidente vascular cerebral ou sobrevida tardia entre ACP e RCP em tempos de parada mais curtos.
Guo *et al.,* 2015	Metanálise; 7.023 pacientes submetidos a DHCA	Múltiplos estudos combinados	Efetividade neuroprotetora semelhante entre ACP e RCP quando associadas à parada circulatória hipotérmica profunda.
Takagi *et al.,* 2019	Metanálise contemporânea; 19 estudos comparativos (2010–2017)	7.675 vs 7.690	Incidência de acidente vascular cerebral (OR 0,92) e mortalidade (OR 1,07) semelhantes; tendência a menor disfunção neurológica transitória com ACP (OR 0,85).
Leshnower *et al.,* 2019 (DRAMA)	Ensaio clínico randomizado piloto unicêntrico; reconstrução eletiva de hemiarco	MHCA/ACP 9 vs DHCA/RCP 11	Sem diferença significativa no desfecho composto de acidente vascular cerebral, ataque isquêmico transitório e lesão à ressonância magnética; estudo de viabilidade para ensaio multicêntrico maior.
O'Hara *et al*., 2020	Banco de dados STS-ACSD; cirurgia aórtica eletiva sem dissecção	3.369 (ACP) vs 1.898 (RCP) vs 2.563 (sem perfusão)	DHCA+ACP (OR 0,65) e DHCA+RCP (OR 0,57) reduziram morte/acidente vascular cerebral em relação a DHCA isolada; benefício maior em paradas superiores a 30 minutos.
Abjigitova *et al.,* 2022	Revisão sistemática e metanálise; 222 estudos, 43.720 pacientes	ACP unilateral, ACP bilateral, RCP, DHCA isolada	Mortalidade/AVC agrupados: ACP unilateral 6,6%/4,8%; ACP bilateral 9,1%/7,3%; RCP 7,8%/6,4%; DHCA isolada 9,2%/6,3%; ausência de consenso sobre critérios de seleção da técnica.
Keeling *et al.,* 2023	Coorte unicêntrica contemporânea; reconstrução de hemiarco	MHCA/ACP 418 vs DHCA/RCP 364	Grupo ACP mais idoso e com mais doença vascular periférica; grupo RCP com mais substituição radicular e maiores tempos de CEC/pinçamento; dados sugerem possível redução do risco de acidente vascular cerebral com RCP.

Fonte: elaboração do(a) autor(a) a partir dos estudos incluídos. ACP = perfusão cerebral anterógrada; RCP = perfusão cerebral retrógrada; DHCA = parada circulatória hipotérmica profunda; MHCA = parada circulatória hipotérmica moderada; JACVSD = *Japan Adult Cardiovascular Surgery Database*; STS-ACSD = *Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database*.

Tabela 66.2 Avaliação qualitativa da qualidade metodológica dos estudos incluídos.

Estudo	Desenho	Ajuste de confundidores	Avaliação global
Usui *et al.,* 2012	Registro nacional, coorte retrospectiva	Regressão logística multivariável e pareamento por escore de propensão (499 pares)	Alta
Sugiura *et al.,* 2012	Coorte unicêntrica sequencial (antes/depois)	Nenhum método formal de ajuste; comparação histórica	Moderada
Ganapathi *et al*., 2014	Coorte unicêntrica retrospectiva	Pareamento por escore de propensão	Alta
Guo *et al.,* 2015	Metanálise de estudos observacionais	Herdado dos estudos primários; heterogeneidade elevada	Moderada
Takagi *et al*., 2019	Metanálise de estudos comparativos contemporâneos	Herdado dos estudos primários; modelo de efeito fixo	Moderada-alta
Leshnower *et al.,* 2019 (DRAMA)	Ensaio clínico randomizado piloto	Randomização; amostra pequena, não cegada para a equipe cirúrgica	Alta (risco de imprecisão por baixo poder)
O'Hara *et al.,* 2020	Registro multicêntrico nacional (STS-ACSD)	Regressão logística multivariável ampla	Alta
Abjigitova *et al.,* 2022	Revisão sistemática e metanálise	Modelo de efeitos aleatórios; ausência de comparação direta pareada	Alta (para síntese descritiva)
Keeling *et al.,* 2023	Coorte unicêntrica retrospectiva	Análises uni e multivariável; grupos com diferenças basais relevantes	Moderada-alta

Fonte: avaliação do(a) autor(a) com base nos domínios da escala Newcastle-Ottawa para estudos observacionais e em critérios de randomização/poder amostral para o ensaio clínico. A classificação resume o controle de confundidores e a robustez do desenho, mas não elimina o risco residual de confundimento inerente à maior parte dos estudos, predominantemente observacionais.

CONCLUSÃO

A comparação entre perfusão cerebral anterógrada e perfusão cerebral retrógrada na cirurgia do arco aórtico revela duas estratégias com mecanismos fisiopatológicos distintos — entrega nutritiva anterógrada de oxigênio versus manutenção térmica e lavagem embólica retrógrada — mas com eficácia neuroprotetora clínica global comparável na maior parte dos estudos comparativos disponíveis, incluindo registros nacionais de grande porte, coortes pareadas por escore de propensão, um ensaio clínico randomizado piloto e três metanálises independentes. A ACP parece associar-se a uma tendência de menor disfunção neurológica transitória e é preferida em reconstruções mais extensas ou de maior duração prevista, enquanto a RCP mantém papel relevante quando a canulação direta dos vasos supra-aórticos é anatomicamente desfavorável. Diante da ausência de evidência definitiva de superioridade absoluta de uma técnica sobre a outra, a decisão permanece individualizada, devendo considerar a anatomia do paciente, a extensão da reconstrução planejada, o tempo previsto de interrupção da perfusão anterógrada e a experiência da equipe cirúrgica com cada técnica, associada sempre a monitorização neurológica intraoperatória adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABJIGITOVA, D. *et al.* Cerebral protection in aortic arch surgery: systematic review and meta-analysis. Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery, v. 35, n. 6, ivac270, 2022. DOI: 10.1093/icvts/ivac128.

BACHET, J. *et al*. Cold cerebroplegia. A new technique of cerebral protection during operations on the transverse aortic arch. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, v. 102, n. 1, p. 85-93, 1991.

CZERNY, M. *et al.* EACTS/STS Guidelines for diagnosing and treating acute and chronic syndromes of the aortic organ. The Annals of Thoracic Surgery, v. 118, p. 5-115, 2024.

GANAPATHI, A.M. *et al.* Antegrade versus retrograde cerebral perfusion for hemiarch replacement with deep hypothermic circulatory arrest: does it matter? A propensity-matched analysis. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, v. 148, n. 6, p. 2896-2902, 2014. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.04.014.

GRIEPP, R.B. *et al.* Prosthetic replacement of the aortic arch. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, v. 70, n. 6, p. 1051-1063, 1975.

GUO, S. *et al.* Similar cerebral protective effectiveness of antegrade and retrograde cerebral perfusion during deep hypothermic circulatory arrest in aortic surgery: a meta-analysis of 7023 patients. Artificial Organs, v. 39, n. 4, p. 300-308, 2015. DOI: 10.1111/aor.12376.

KAZUI, T. *et al.* Selective cerebral perfusion during operation for aneurysms of the aortic arch: a reassessment. The Annals of Thoracic Surgery, v. 53, n. 1, p. 109-114, 1992.

KEELING, W.B. *et al.* Retrograde Cerebral Perfusion May Decrease Stroke Risk During Elective Aortic Arch Surgery. Innovations (Philadelphia), 2023. DOI: 10.1177/15569845231200886.

LESHNOWER, B.G. *et al.* Deep hypothermia with retrograde cerebral perfusion versus moderate hypothermia with antegrade cerebral perfusion for arch surgery. The Annals of Thoracic Surgery, v. 107, n. 4, p. 1104-1110, 2019. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.10.008.

O'HARA, D. *et al.* Impact of Cerebral Perfusion on Outcomes of Aortic Surgery: The Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database Analysis. The Annals of Thoracic Surgery, v. 110, n. 5, p. 1461-1467, 2020. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2020.04.144.

PAGE, M. J. *et al*. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, v. 372, n. 71, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

SUGIURA, T. *et al.* Comparative study of brain protection in ascending aorta replacement for acute type A aortic dissection: retrograde cerebral perfusion versus selective antegrade cerebral perfusion. General Thoracic and Cardiovascular Surgery, v. 60, n. 10, p. 645-648, 2012. DOI: 10.1007/s11748-012-0142-z.

SVENSSON, L. G. *et al.* Deep hypothermia with circulatory arrest. Determinants of stroke and early mortality in 656 patients. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, v. 106, n. 1, p. 19-28, 1993.

TAKAGI, H.; UMEMOTO, T. ALICE (ALL-LITERATURE INVESTIGATION OF CARDIOVASCULAR EVIDENCE) GROUP. A Contemporary Meta-Analysis of Antegrade versus Retrograde Cerebral Perfusion for Thoracic Aortic Surgery. The Thoracic and Cardiovascular Surgeon, v. 67, n. 5, p. 351-362, 2019. DOI: 10.1055/s-0038-1632389.

UEDA, Y. *et al*. Surgical treatment of aneurysm and dissection involving the ascending aorta and aortic arch, utilizing circulatory arrest and retrograde cerebral perfusion. The Journal of Cardiovascular Surgery (Torino), v. 31, n. 5, p. 553-558, 1990.

USUI, A. *et al*. Risk-adjusted and case-matched comparative study between antegrade and retrograde cerebral perfusion during aortic arch surgery: based on the Japan Adult Cardiovascular Surgery Database. General Thoracic and Cardiovascular Surgery, v. 60, n. 3, p. 132-139, 2012. DOI: 10.1007/s11748-011-0857-2.