
ARTIGO ORIGINAL

**TRATAMENTO CIRÚRGICO DO ANEURISMA CEREBRAL: REVISÃO
SISTEMÁTICA DE TÉCNICAS E RESULTADOS****SURGICAL TREATMENT OF CEREBRAL ANEURYSM: SYSTEMATIC REVIEW
OF TECHNIQUES AND OUTCOMES**

Yohanna Monise dos Santos Rodrigues¹
Maria Eduarda Nunes Guimarães Pommer²
Bruna Moreira Martins Pacheco³
Marina Maria Cruz Carvalhal Eyer⁴
Beatriz Pereira Fernandes⁵
Isadora Walber Machado⁶
DOI: <https://doi.org/10.63845/d3hmvj36>

RESUMO

O aneurisma cerebral é uma dilatação anormal da artéria intracraniana associada a alto risco de ruptura e hemorragia subaracnoidea, sendo prevalente em 2–5% da população adulta, principalmente em mulheres entre 40 e 60 anos. O avanço dos exames de imagem aumentou a detecção de aneurismas não rotos, impondo desafios terapêuticos. Entre as opções cirúrgicas destacam-se a clipagem microcirúrgica, considerada padrão tradicional, e as técnicas endovasculares, como coiling e stent-assisted coiling, além de abordagens minimamente invasivas. **Objetivo:** O objetivo desta revisão foi analisar sistematicamente as principais técnicas cirúrgicas empregadas no tratamento dos aneurismas intracranianos, avaliando eficácia, segurança, complicações, sobrevida, recuperação funcional e qualidade de vida pós-operatória. **Metodologia:** A pesquisa foi conduzida nas bases PubMed, SciELO e Cochrane Library, incluindo artigos publicados entre 2020 e 2025 em português, inglês e espanhol. Foram considerados ensaios clínicos, estudos observacionais e revisões sistemáticas com metanálises, excluindo relatos de caso, séries pequenas e estudos exclusivamente clínicos ou endovasculares. Após triagem, 11 artigos foram incluídos para análise comparativa. **Resultados:** Os resultados evidenciam que a clipagem microcirúrgica mantém alta taxa de oclusão completa e baixa mortalidade, sendo preferencial para aneurismas da artéria cerebral média e lesões complexas, embora com maior risco de complicações precoces. Técnicas endovasculares apresentaram menor morbidade perioperatória e avanços com novos dispositivos, mas ainda com maior taxa de recanalização. Abordagens minimamente invasivas mostraram benefícios estéticos e funcionais. **Conclusão:** Conclui-se que tanto a cirurgia microvascular quanto a endovascular são eficazes, mas a escolha deve ser individualizada. São necessários ensaios

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, BA, Brasil yohannauesbxx@gmail.com.

² Centro Universitário de Várzea Grande, MT, Brasil, dudapommert17@gmail.com.

³ Universidade Federal de Mato Grosso, MT, Brasil brunamartinspacheco@gmail.com.

⁴ Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil marinaeyer.pesquisa@gmail.com.

⁵ Universidade Nova Iguaçu, RJ, Brasil, beatrizpfernandes01@gmail.com.

⁶ Universidade de Passo Fundo, RS, Brasil, isadora0711@gmail.com.

randomizados de maior escala e seguimento prolongado para consolidar evidências e definir condutas ideais.

Descritores: Aneurisma Intracraniano; Neurocirurgia; Procedimentos Cirúrgicos Operatórios; Resultado do Tratamento.

ABSTRACT

Cerebral aneurysm is an abnormal dilation of an intracranial artery associated with a high risk of rupture and subarachnoid hemorrhage, with a prevalence of 2–5% in the adult population, especially among women aged 40 to 60. Advances in imaging techniques have increased the detection of unruptured aneurysms, presenting therapeutic challenges. Among the surgical options, microsurgical clipping stands out as the traditional gold standard, alongside endovascular techniques such as coiling, stent-assisted coiling, and other minimally invasive approaches. **Objective:** This review aimed to systematically analyze the main surgical techniques used in the treatment of intracranial aneurysms, evaluating their effectiveness, safety, complications, survival, functional recovery, and postoperative quality of life. **Methodology:** The research was conducted in the PubMed, SciELO, and Cochrane Library databases, including articles published between 2020 and 2025 in Portuguese, English, and Spanish. Clinical trials, observational studies, and systematic reviews with meta-analyses were considered, while case reports, small case series, and studies focused exclusively on clinical or endovascular treatments were excluded. After screening, 11 articles were included for comparative analysis. **Results:** The findings show that microsurgical clipping maintains a high rate of complete occlusion and low mortality, being the preferred option for middle cerebral artery aneurysms and complex lesions, despite a higher risk of early complications. Endovascular techniques demonstrated lower perioperative morbidity and progress with new devices, although they still present a higher rate of recanalization. Minimally invasive approaches showed aesthetic and functional benefits. **Conclusion:** It is concluded that both microsurgical and endovascular treatments are effective, but the choice should be individualized. Large-scale randomized trials with long-term follow-up are needed to consolidate evidence and define ideal treatment strategies.

Keywords: Intracranial aneurysm; Neurosurgery; Surgical Procedures, Operative; Treatment Outcome.

INTRODUÇÃO

O aneurisma cerebral é uma condição vascular potencialmente grave, que depende de uma dilatação anormal consequente da fraqueza da parede da artéria intracraniana [1], podendo evoluir para ruptura e hemorragia subaracnóidea (HSA), com alto índice de mortomorbidade neurológica [2]. Consideram que sua prevalência na população adulta varia entre 2% e 5%, sendo mais comum em mulheres e entre as idades 40 a 60 anos [1,3]. Do ponto de vista etiológico, em sua grande maioria, ele desenvolve-se ao longo da vida, sendo que alguns fatores genéticos facilitam seu aparecimento, além de algumas condições adquiridas. Entre essas condições destacam-se a aterosclerose, a hipertensão arterial sistêmica (HAS), infecções, traumatismos crânio-encefálicos (TCE) e eventos embólicos, sendo estas causas frequentemente implicadas na formação de aneurismas saculares [1].

Com os avanços nos exames de imagem, a detecção incidental de aneurismas não rotos, sendo aqueles ainda íntegros e muitas vezes assintomáticos, tem se tornado mais frequente, desafiando neurologistas e neurocirurgiões quanto a indicação terapêutica ideal [4]. Dois métodos predominam no

tratamento cirúrgico: a clipagem microcirúrgica - abordagem tradicional que exige craniotomia para aplicação de um clipe metálico no colo do aneurisma - e a embolização endovascular, técnica minimamente invasiva que promove oclusão do aneurisma por meio de dispositivos [1,5].

A escolha entre essas modalidades deve ser cuidadosamente individual, por considerar fatores como localização, tamanho, morfologia do aneurisma, idade e comorbidades do paciente [2,6]. Enquanto a clipagem oferece alta taxa de oclusão definitiva e reduzida recanalização, a embolização apresenta menor risco perioperatório e maior aplicabilidade em pacientes de alto risco cirúrgico [1,4,7].

No entanto, não há consenso absoluto sobre qual técnica oferece melhores resultados em termos de prognóstico, recorrência e complicações. Estudos sugerem que fatores como a espessura da parede do aneurisma, presença de sintomas compressivos e acesso cirúrgico influenciam diretamente a conduta [1,4]. Ademais, unidades especializadas, como unidade de terapia intensiva (UTI), têm papel crescente na uniformização dessas decisões por meio de abordagens multidisciplinares [1].

Com isso, torna-se importante revisar sistematicamente as evidências disponíveis sobre a terapêutica neurocirúrgica dos aneurismas cerebrais, com ênfase na comparação entre as técnicas, resultados clínicos e implicações para a prática neurocirúrgica. Sendo o objetivo deste estudo é revisar as principais técnicas cirúrgicas utilizadas no tratamento do aneurisma cerebral, como o clipping do aneurisma, a embolização endovascular, o bypass cerebral e a cirurgia de descompressão com ressecção. Além disso, busca-se avaliar os principais resultados associados a essas abordagens, analisando a sobrevivência dos pacientes, a recuperação funcional, as taxas de complicações e a qualidade de vida pós-operatória.

METODOLOGIA

Para este estudo, foi conduzido uma revisão sistemática da literatura para reunir e examinar as evidências científicas disponíveis relacionadas ao tratamento cirúrgico de aneurismas cerebrais. Foram incluídos estudos classificados como ensaios clínicos randomizados ou não-randomizados, estudos observacionais (coorte, caso-controle, transversais) e revisões sistemáticas acompanhadas de metanálises, desde que tratassem diretamente de intervenções cirúrgicas, como a clipagem microcirúrgica, com ou sem o suporte de tecnologias complementares. Foram excluídos relatos de caso, séries com menos de 10 pacientes, resumos desprovidos de artigo completo, monografias, comentários, cartas ao editor, opiniões, estudos exclusivamente voltados ao tratamento endovascular ou clínico, bem como aqueles cujos desfechos não apresentavam relevância clínica. Estudos com pacientes pediátricos (<18 anos) e aqueles que abordavam aneurismas extracranianos também foram desconsiderados.

Dessa forma, a estratégia de busca foi executada no ano de 2025, utilizando os seguintes descritores em inglês: “brain aneurysm”, “intracranial aneurysm”, “cerebral aneurysm” e “surgery”, junto com o operador booleano “AND”. A busca foi limitada aos idiomas português, inglês e espanhol, restringindo-se a artigos com acesso gratuito ao texto completo, publicados entre janeiro de 2020 e abril de 2025. As bases de dados consultadas incluíram: 1) PubMed; 2) SciELO; e 3) Cochrane Library.

Inicialmente, foram identificados 80 artigos: 61 na PubMed, 13 na SciELO e 6 na Cochrane Library. Na etapa inicial da triagem, as revisoras analisaram os títulos e resumos para excluir os que não correspondiam à pergunta de pesquisa. Em seguida, os textos completos dos estudos potencialmente elegíveis foram avaliados integralmente, com base em critérios previamente definidos. A seleção final foi feita mediante consenso entre as revisoras, utilizando-se uma estratégia de concordância nos casos de divergência. Ao término do processo, 11 artigos foram considerados elegíveis e incluídos na análise final.

A leitura e interpretação dos artigos selecionados proporcionaram uma perspectiva comparativa das abordagens cirúrgicas disponíveis, seus respectivos resultados clínicos e potenciais implicações no tratamento de aneurismas cerebrais no período recente. Após a sistematização dos dados, foi possível realizar a análise crítica que fundamenta os resultados deste estudo.

RESULTADOS

A presente revisão sistemática incluiu 11 estudos clínicos que avaliaram o tratamento cirúrgico de aneurismas intracranianos, abordando diferentes técnicas e seus desfechos clínicos e radiológicos. A seguir, apresentam-se os resultados dos principais ensaios selecionados, que demonstram formas variadas de tratamento e sua eficácia, segurança e influência terapêutica.

Gallardo et al., em um estudo retrospectivo com 201 pacientes operados entre 1997 e 2020, analisaram a clipagem ideal microcirúrgica com estratégias adjuvantes como drenagem liquórica, oclusão temporária da artéria-mãe e monitorização de pressão intracraniana. Houve uma taxa de recuperação sem sequelas de 74,62%, com mortalidade de 1,49%. Além disso, os aneurismas da circulação anterior compuseram 98,51%, enquanto as estratégias complementares facilitaram a dissecação e clipagem do colo aneurismático. [8]

Por meio dos estudos randomizados CURES em aneurismas não rompidos e ISAT-2 rompidos, Darsaut et al. compararam clipagem microcirúrgica e embolização endovascular coiling. Em aneurismas não rompidos, a clipagem apresentou menor taxa de falha (7% vs. 27%, $p = 0,025$) e maior taxa de oclusão completa em 1 ano (75% vs. 35%). Em casos rompidos, não houve diferença significativa em mortalidade ou incapacidade funcional (18% vs. 24%), mas a clipagem manteve superioridade na oclusão completa (71% vs. 54%). [9]

No ensaio clínico multicêntrico com 350 pacientes, comparando dois dispositivos de embolização (Numen vs. Axiom coils). As taxas de oclusão completa aos 6 meses foram praticamente idênticas (91,18% vs. 91,85%; $p = 0,84$), com baixos índices de eventos adversos graves e mortalidade nos dois grupos. [10]

No contexto endovascular, Boisseau et al. compararam o coiling com e sem assistência de stent (SAC) em 205 pacientes com aneurismas não rompidos de alto risco. A taxa de falha do tratamento foi similar entre os grupos (30,1% SAC vs. 27,3% coiling; $p = 0,66$), sem superioridade do SAC. Mortalidade e incapacidade funcional também não diferiram significativamente. [12]

Uma pesquisa, com base em 287 pacientes em 19 centros médicos na Alemanha, Suíça e Canadá, buscou estudar os efeitos das complicações e fatores de risco associados à utilização do ensaio clínico EARLYDRAIN e a hemorragia subaracnoidea aneurismática (aSAH). Este estudo focou nas complicações específicas das técnicas de tratamento do aneurisma, dividindo os pacientes em dois grupos, 147 para o grupo de coiling endovascular e 140 para o grupo de clipping cirúrgico. Os pacientes apresentavam idade mediana de 55 anos, com maior presença de mulheres (68,6%) e a gravidade inicial, conforme a escala Hunt & Hess, de 18,8% grau I e 21,3% grau V. [13]

Analisando as complicações associadas ao tratamento, como hemorragia pós-procedimento e infarto relacionado, 22,9% dos pacientes no grupo submetido a clipping apresentaram complicações, sendo, no caso do grupo submetido ao coiling, 16,3% dos casos com complicações. Nesse contexto, o grupo clipping apresentou maior taxa de infartos (16,4%) que o grupo coiling (7,5%), porém, nas complicações totais e no desfecho neurológico global, não houve diferença significativa. Além disso, foi detectada hemorragia em TC após procedimento, sendo possível que sua motivação esteja associada ao procedimento, enquanto o infarto apresentou-se por áreas de isquemia detectadas por exames de imagem, causadas, provavelmente, por oclusão vascular accidental. [13]

Observando o impacto clínico dessas complicações, independente das técnicas testadas, os pacientes mostraram 2,2 vezes mais infartos secundários e evolução neurológica significativamente pior em 180 dias. Outros dados mostraram que pacientes operados no mesmo dia de entrada no hospital apresentavam 2,39 vezes mais chance de complicação do que os que foram operados depois. Pacientes com sangramento antes da cirurgia tiveram 3,37 vezes mais risco de complicações, e hospitais com menos pacientes recrutados para o estudo expuseram 2,96 vezes mais complicações. Esses dados foram controlados estatisticamente em fatores como idade, gravidade da hemorragia (Hunt & Hess) e hemorragia intraventricular. No que se refere ao tamanho do aneurisma e sexo, essas variáveis não afetaram os riscos de complicações. [13]

Em pesquisa prospectiva, randomizada e unicêntrica, feita em São Paulo, Brasil, compararam-se técnicas cirúrgicas minimamente invasivas (MIS) com a abordagem padrão (pterional) no tratamento de aneurismas não rotos da circulação anterior. Foram selecionados 111 pacientes com aneurismas não rotos da circulação anterior (UIAs), organizados em 3 grupos: Abordagem Pterional Padrão (PtA), com 41 pacientes, Abordagem Transpalpebral (TelA), 36 pacientes e Abordagem Nanopterional (NPtA), 34 pacientes, sendo o estudo feito com acompanhamento de 12-18 meses. A randomização foi feita em proporção de 2:1 entre MIS em relação ao PtA e depois 1:1 entre TelA e NPtA. As características dos pacientes envolviam maioria de homens (79.3%) e a idade média de 57.1 anos. [14]

Dados mais relevantes apresentados abordaram mortalidade e complicações neurológicas, expondo o grupo PtA com 1 óbito por complicação isquêmica, enquanto os grupos MIS não apresentaram óbitos. Em relação às complicações neurológicas, dados expressam: paralisia facial de 12-18 meses (4 no grupo PtA e 0 nos MIS), paralisia facial de 15 a 30 dias (14 PtA e 2 no grupo NPtA) e

déficit neurológico (3 após 12-18 meses no grupo PtA e 2 no grupo MIS que se mantiveram desde os primeiros 15 a 30 dias). [14]

Refletindo sobre qualidade de vida e resultados estéticos, o grupo PtA apresentou 4 casos de atrofia muscular temporal grave (grau III) e satisfação “excelente” em 53,65% dos casos (considerando o observador 1). Comparando-se aos grupos MIS, não foi apresentada atrofia muscular grave, além de expor satisfação “excelente” em 88,88% (TelA) e 73,52% (NPtA) dos casos, segundo o mesmo observador. [14]

Sobre eficiência cirúrgica, o grupo PtA apresentou 293 min de cirurgia, 75,6% de alta no terceiro dia, 9,75% casos de resíduo de aneurisma e 95% dos pacientes relataram dor orofacial no primeiro mês. Já ao analisar os grupos MIS, apresentou-se com menos tempo de cirurgia quando comparado ao grupo PtA, possuindo aproximadamente 204 min de cirurgia, 91,4% de altas no primeiro dia, 8,57% de casos com resíduo de aneurisma e dor orofacial no primeiro mês em 41,67% (TelA) e 47,06% (NPtA). [14]

Em outro estudo, compara-se o grupo “HydroCoil Embolic System” (HES) – segunda geração – com o grupo “Bare Platinum Coils” (BPC) por meio de ensaio randomizado controlado com 600 pacientes, sendo 297 HES e 303 BPC inicialmente. Na prática do estudo, 251 pacientes foram analisados no grupo HES e 266 no grupo BPC. Em casos de impossibilidade de uso de dados do follow-up de 18-24 meses, utilizaram-se dados do período de 3-12 meses, sendo 29 no grupo HES e 35 no grupo BPC. O objetivo do artigo foi comparar a recorrência de aneurismas intracranianos entre os grupos HES e BPC. [15]

O grupo HES apresentou 4,4% de recorrência de aneurismas primários e o grupo BPC, 15,4%, baseando-se na escala Raymond-Roy. No estudo, constatou-se que a recorrência maior foi notada em 12,8% dos casos no grupo HES e em 20,7% dos casos de BPC, enquanto a recorrência menor apresentou-se em 1% dos casos do grupo HES e 5% do grupo BPC. Além disso, para a densidade de enrolamento, o grupo HES mostrou-se em 32,5% dos casos e o grupo BPC em 24,7%, apresentando, também, no estudo evolutivo da oclusão, que o grupo HES apresentava 17,8% de oclusão completa inicial e o BPC, 28,3%. Em dado relevante testado, a melhora ao longo do tempo foi percebida, respectivamente entre o grupo HES e BPC, em relação à oclusão completa, os valores de 64,9% e 49% (3-12 meses) e 68,6% e 51,5% (18-24 meses). [15]

No retratamento, 5,2% dos pacientes do grupo HES necessitou de nova intervenção, enquanto no grupo BPC os valores encontrados foram de 8,3%. Hemorragia pós-procedimento ocorreu em 5 casos no grupo HES (apenas um relacionado ao aneurisma tratado), incluindo 2 pós-procedurais, e 4 casos no grupo BPC. Sobre a mortalidade, foi de 2,4% no grupo HES e 3% no grupo BPC, relatando-se, também, 3 casos de hidrocefalia no grupo HES (todos em aneurismas não rotos da circulação posterior) e nenhum caso no grupo BPC. [15]

Em outro estudo, visando comparar a terapia antiplaquetária dupla (DAPT) curta (3 meses) com a longa (12 meses) após a embolização de aneurisma cerebral com stent (SACE), foi conduzido um

ensaio randomizado multicêntrico no Japão com 17 hospitais. Na prática do estudo, 133 pacientes foram alocados no grupo DAPT longo (65 pacientes) e DAPT curto (68 pacientes). [16]

No critério principal analisado, considerando-se a eficácia para prevenção de AVC isquêmico, o grupo DAPT longo apresentou 0 eventos/100 pessoas-anos entre 3-12 meses pós-SACE, enquanto o grupo DAPT curto apresentou 2,1 eventos/100 pessoas-anos. Em relação à segurança, o grupo DAPT longo registrou 4,3 eventos hemorrágicos/100 pessoa-anos, incluindo um hematoma subdural crônico, enquanto o grupo DAPT curto não registrou eventos hemorrágicos. Considerando-se os desfechos clínicos, a taxa de morte ou qualquer AVC durante 3 a 12 meses após SACE foi de 2,2 eventos/100 pessoa-anos no grupo DAPT longo e 2,1 no grupo DAPT curto, sendo que a taxa de retratamento de aneurisma foi de 2,2/100 pessoa-anos no grupo DAPT longo e 6,4/100 pessoa-anos no grupo DAPT curto. Por fim, nos casos de retratamento abordados anteriormente, observou-se 1 caso associado à oclusão do stent (DAPT longo). [16]

Em estudo com 124 pacientes, buscou-se comparar a segurança e a eficácia do sistema Numen Coil em comparação com o Axiom Coil para o tratamento de aneurismas intracranianos pequenos (menores de 5 mm). O estudo foi um ensaio clínico randomizado prospectivo multicêntrico em 10 centros na China, dividindo 58 participantes para o grupo Numen e 66 para o grupo Axiom. O grupo Numen foi apresentado a bobinas de platina-tungstênio com design anti-desenrolamento, enquanto o grupo Axiom foi exposto a bobinas de platina padrão. [17]

Em achados mais relevantes, nota-se que o grupo Numen mostrou 93,1% de oclusão bem-sucedida em 6 meses, enquanto o grupo Axiom apresentou 97%. Sobre a oclusão completa (escala Raymond 1), o grupo Numen mostrou 63,8% dos casos em 6 meses e 65,5% em 12 meses, encontrando, em comparação, o grupo Axiom apresentando 62,1% em 6 meses e 66,7% em 12 meses. Nesse contexto de coleta de dados, a recorrência nos pacientes foi notada no período de 6 meses, presente em 5,2% dos pacientes do grupo Numen e 3% do grupo Axiom, sendo, em 12 meses, 6,9% no grupo Numen e 4,5% no grupo Axiom. Além disso, notaram-se AVC isquêmicos em 1,7% do grupo Numen (equivalente a 1 caso) e 4,5% do grupo controle (equivalente a 3 casos). Em última adição, eventos adversos totais quantificaram-se em 15,5% no grupo Numen e 16,7% no grupo Axiom. [17]

Em artigo que compara a eficácia e segurança do uso de múltiplos stents sobrepostos (MS) e de um único stent (SS) na embolização de aneurismas intracranianos complexos, utilizou-se ensaio clínico randomizado simples-cego com 144 pacientes, sendo 71 deles do grupo SS e 73 do grupo MS. [18]

Sobre os dados encontrados na pesquisa, a recorrência de aneurismas foi maior no grupo SS (52,1%) do que no grupo MS (39,7%), sendo que achados sobre a oclusão completa (escala O'Kelly-Marotta) incluem valores de 87,3% do grupo SS e 94,5% do grupo MS, que alcançaram oclusão completa. Bons resultados neurológicos foram observados em 88,7% dos pacientes do grupo SS e 93,1% do grupo MS, além de mortalidade de 7% nos pacientes do grupo SS e 2,7% no grupo MS, com rupturas durante o procedimento como principal causa, menos comum no grupo MS, com a morbidade maior no SS (12,7%) do que no MS (4,1%), incluindo redução significativa de AVC no grupo MS. [18]

DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática reuniu evidências de ensaios clínicos que compararam diversas técnicas endovasculares e cirúrgicas no tratamento dos aneurismas intracranianos, com importância nos desfechos clínicos, angiográficos e nas taxas de complicações associadas.

O estudo de Lacerda-Gallardo e Mazorra-Pazos destaca a eficácia na abordagem microcirúrgica convencional com estratégias adjuvantes, com ênfase em contexto hospitalar. Entre os 201 pacientes operados, 74,62% obtiveram recuperação completa sem sequelas neurológicas, e a taxa de mortalidade foi extremamente baixa (1,49%). E isso devido a técnica utilizada, que consiste majoritariamente na exclusão microcirúrgica com clipagem direta do colo aneurismático, com auxílio de estratégias adjuvantes como drenagem espinhal contínua, ventriculostomia, controle da pressão intracraniana e oclusão temporária da artéria-mãe. Essas manobras permitiram uma dissecação mais segura e eficiente, em especial em aneurismas rotos ou com localização complexa [8]. Adicionalmente, os autores relatam que apenas 0,99% dos pacientes precisam de retratamento, o que contrasta fortemente com as taxas observadas em procedimentos endovasculares, onde a recanalização e necessidade de reintervenção são mais frequentes. A escolha do acesso cirúrgico – com predominância da abordagem supraorbital “keyhole” – também contribuiu para reduzir morbidade. Essa precisão anatômica, somada à experiência cirúrgica, representa uma das maiores vantagens da clipagem, principalmente para aneurismas da circulação anterior [8, 9].

Essa superioridade técnica da clipagem também foi evidenciada em estudos que analisaram especificamente aneurismas da artéria cerebral média. Um artigo publicado na World Neurosurgery mostrou que o clipping teve maior taxa de oclusão completa quando comparada ao coiling. Embora os desfechos funcionais não tenham diferido significativamente, o maior grau de exclusão angiográfica e a menor taxa de recanalização reforçam a clipagem como tratamento preferencial para essas localizações, principalmente por permitir visualizar diretamente a anatomia vascular e manipulação dos ramos arteriais [9].

Por outro lado, técnicas endovasculares continuam sendo amplamente utilizadas, com o constante aprimoramento dos dispositivos. O estudo CATCH, conduzido por Zhao et al., avaliou o Numen Coil, uma nova tecnologia desenvolvida para embolização de aneurismas. O ensaio randomizado, multicêntrico e prospectivo demonstrou eficácia semelhante à do coil Axium (91,18% vs. 91,85% de oclusão bem-sucedida aos 6 meses), com taxas similares de segurança e retratamento. Esses achados sugerem que as novas gerações de coils mantêm desempenho satisfatório, embora sem grandes avanços clínicos comparativos à técnica padrão [10].

Outro dispositivo avaliado foi o HydroCoil de segunda geração, analisado no estudo HEAT (Hydrogel Aneurysm Treatment Trial). A pesquisa mostrou que o grupo HES apresentou menor taxa de recorrência (4,4%) comparado aos coils de platina simples (15,4%) e menor necessidade de retratamento (5,2% vs. 8,3%). Apesar disso, o que aponta para um equilíbrio entre estabilidade da oclusão e sucesso

imediatamente do procedimento. Esses dados indicam que, embora os coils modificados possam reduzir recidivas, os ganhos clínicos permanecem modestos frente à microcirurgia [11].

O uso de stents intracranianos como estratégia adjuvante também foi avaliado no STAT trial, um dos maiores ensaios clínicos comparando diretamente a técnica de *stent-assisted coiling* (SAC) com a embolização simples. Embora ele não tenha evidenciado superioridade da técnica de SAC sobre a embolização, é importante destacar que muitos dos aneurismas incluídos possuíam características que, na prática clínica, poderiam ter sido indicados para tratamento cirúrgico, especialmente em pacientes com anatomia favorável ou jovens. Ainda assim, a clipagem não foi comparada diretamente no estudo, e permanece como padrão de referência em muitos centros para aneurismas não rotos da artéria cerebral média, bifurcações e lesões com colos largos [12].

Do ponto de vista de complicações, a análise de Früh et al. sugere que o clipping apresenta maior taxa de infartos precoces (16,4%) quando comparado ao coiling (7,5%). No entanto, o estudo também revelou que a escolha da técnica não foi, por si só, o principal determinante do desfecho neurológico. Fatores como sangramento antes da cirurgia, realização do procedimento no mesmo dia da admissão e o volume de casos tratados por cada hospital foram preditores mais fortes de complicações. Isso enfatiza que a experiência institucional e a seleção criteriosa do tempo cirúrgico são determinantes para o sucesso da técnica aberta [13].

O estudo MISIAN representa um avanço importante na comparação entre técnicas minimamente invasivas e a cirurgia aberta convencional para o tratamento de aneurismas intracranianos não rotos da circulação anterior. A técnica pterional, considerada padrão-ouro há décadas, está associada a maior morbidade estética e funcional, como demonstrado pelos índices elevados de atrofia do músculo temporal e paresia do nervo facial no grupo PtA. Em contrapartida, as abordagens minimamente invasivas, TelA e NPtA, se destacaram pela redução do tempo operatório, menores índices de complicações, como paralisia facial permanente, e melhores resultados estéticos, sobretudo na TelA. Ambas as técnicas minimamente invasivas mantiveram eficácia e segurança comparáveis à cirurgia padrão, os resultados deste estudo reforçam que, para aneurismas não rotos da circulação anterior, as abordagens minimamente invasivas representam alternativas viáveis e superiores à tradicional pterional em termos de morbidade estética e impacto na qualidade de vida, sem comprometer a segurança e a eficácia cirúrgica. [14].

Os achados do estudo HEAT indicam que o uso de espirais hidrofílicas de segunda geração (HES) resulta em menores taxas de recorrência em aneurismas intracranianos, tanto rompidos quanto não rompidos, de 3 a 14 mm, quando comparado ao tratamento com bobinas padrão (BPC). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos em relação à segurança do procedimento ou aos desfechos clínicos ao longo do seguimento. Apesar das limitações inerentes ao estudo, estes resultados reforçam a superioridade do HES de segunda geração como uma opção preferencial no tratamento endovascular de aneurismas intracranianos de pequeno e médio porte [15].

Já os resultados do estudo da embolização assistida por stent (SACE) é uma técnica eficaz para o tratamento de aneurismas de colo largo, permitindo expandir as indicações terapêuticas com segurança. No entanto, apesar da complexidade do procedimento e do potencial proteção conferida pelo stent, não foram observadas diferenças significativas na prevenção de eventos isquêmicos entre a terapia antiplaquetária de curta e longa duração. Esses achados indicam que prolongar a DAPT pode não oferecer benefícios adicionais, mas devem ser interpretados com cautela. Entre as limitações do estudo, destacam-se o número reduzido de participantes e o viés de seleção, visto que casos de maior risco podem ter sido excluídos, comprometendo a generalização dos resultados. [16]

O estudo demonstrou que a embolização endovascular com as molas Numen é uma técnica segura e eficaz para o tratamento de aneurismas intracranianos pequenos, comparável ao uso das molas Axiom. A utilização de stents e balões como dispositivos assistentes foi frequente, potencializando a estabilidade do microcateter e o sucesso do procedimento. No entanto, as limitações incluem a baixa representatividade de aneurismas na circulação posterior e o foco exclusivo em aneurismas saculares pequenos, o que restringe a generalização dos resultados. Além disso, o risco de eventos isquêmicos associados a dispositivos assistentes permanece uma preocupação importante. [17]

Durante uma cirurgia, o stent é utilizado para criar uma abertura suficientemente ampla, garantindo o suprimento sanguíneo adequado e prevenindo obstruções. A utilização de múltiplos stents pode auxiliar na embolização do aneurisma com diferentes espirais, além de resolver problemas técnicos importantes, como o suporte insuficiente proporcionado por um único stent e a baixa densidade da malha. A técnica de embolização com espirais associada à sobreposição de múltiplos stents demonstrou reduzir significativamente a recorrência de aneurismas graves, contribuindo para a diminuição das taxas de mortalidade e morbidade. Além disso, essa abordagem aprimorou a eficácia e a segurança no tratamento de aneurismas intracranianos complexos. [18]

Portanto, os dados analisados nesta revisão indicam que a técnica cirúrgica microvascular permanece altamente eficaz, com excelentes desfechos clínicos e angiográficos, especialmente quando executada em ambientes com equipe experiente, protocolos de manejo perioperatório bem estabelecidos e seleção adequada dos pacientes. Em contrapartida, as técnicas endovasculares oferecem alternativas válidas, especialmente em casos de risco cirúrgico elevado, anatomia desfavorável ou disponibilidade limitada de neurocirurgias vasculares. Embora os resultados sejam promissores, a heterogeneidade metodológica entre os estudos e o risco de viés moderado limitam a força das conclusões, são necessários estudos randomizados, com amostras maiores e seguimento a longo prazo, para validar a efetividade das técnicas em diferentes populações.

CONCLUSÃO

A partir da análise feita na revisão sistemática acima é possível aferir que técnicas microvasculares apresentam alta eficácia, porém com ganhos clínicos modestos comparadas às técnicas endovasculares. Foi possível afirmar, a partir da análise dos estudos previamente ditos, que a Clipagem

ideal microcirúrgica apresenta boa taxa de recuperação sem sequela, baixa mortalidade (menor que 2%), menor taxa de falha em aneurismas não rompidos e de oclusão completa em 1 ano. O método de clipagem é, então, mais utilizado em aneurismas não rotos da artéria cerebral média, bifurcações e lesões com colos largos, entretanto análises indicam que possui maior risco de complicações comparado ao Coiling. Já quando comparados, o coil Axiom, juntamente com o HydroCoil são técnicas sem grandes avanços clínicos comparados à técnica padrão. Dessa forma, é prescindível afirmar que são necessários mais estudos comparativos para obtermos uma conclusão dos ganhos clínicos entre as técnicas microvasculares e endovasculares, e assim, avaliar a melhor técnica conforme o tipo de aneurisma.

REFERÊNCIAS

1. Gondim B, Salvador S. **UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA Fundada em 18 de fevereiro de 1808** [Internet]. 2013. Available from: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/13979/1/Beatriz%20Carneiro%20Gondim%20Silva.pdf>
2. Vista do Tratamento e manejo cirúrgico de aneurismas cerebrais complexos: **Comparação entre abordagens endovasculares e cirurgias abertas** [Internet]. Sevenpubl.com.br. 2025. Available from: <https://sevenpubl.com.br/REVMEDBRA/article/view/5423/9955>
3. Guastaldi GP, Campos LA, Morlin LF et al. **Cirurgia de Aneurisma Cerebral: Uma revisão das técnicas de tratamento de aneurismas cerebrais, incluindo a embolização endovascular e a cirurgia aberta.** Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences [Internet]. 2023 Oct 5;5(5):414–25. Available from: <https://bjih.s.emnuvens.com.br/bjih/article/view/628>
4. REVISTA DA ACADEMIA BRASILEIRA DE NEUROLOGIA. **Abordagens terapêuticas e história natural de aneurismas intracranianos não rotos.** *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 82, n. 3, p. 232-240, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/3vPtnjkCvVWp9DF84JD3gXQ/?format=pdf>.
5. Roy D, Miot G, Raymond J. **Endovascular Treatment of Unruptured Aneurysms.** *Stroke*. 2001 Sep;32(9):1998–2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/hs0901.095600>.
6. BRAZILIAN JOURNAL OF HEALTH REVIEW (BJihs). **Análise crítica das abordagens neurocirúrgicas e endovasculares em aneurismas cerebrais.** *Brazilian Journal of Health Review*, v. 6, n. 1, p. 88–97, 2023. Disponível em: <https://bjih.s.emnuvens.com.br/bjih/article/view/628/764>.
7. Molyneux AJ, Kerr RSC, Yu LM, et al. **International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion.** *Lancet* (London, England) [Internet]. 2005 Sep 3;366(9488):809–17. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16139655/>
8. Lacerda Gallardo AJ, Mazorra Pazos M. **Microcirugía y estrategias adyuvantes en el tratamiento de los aneurismas intracraneales.** *Medicina Clínica y Social*. 2023 Sep 11;7(3):194–201. Disponível em: <https://doi.org/10.52379/mcs.v7i3.295>.

9. Darsaut TE, Keough MB, Sagga A, et al. **Surgical or Endovascular Management of Middle Cerebral Artery Aneurysms: A Randomized Comparison.** *World Neurosurgery* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2023 Sep 10];149:e521–34. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.01.142>.
10. Zhao R, Duan G, Yang P, et al. **Endovascular Aneurysm Treatment with the Numen Coil Embolization System: A Prospective Randomized Controlled Open-Label Multicenter Noninferiority Trial in China.** *World neurosurgery* [Internet]. 2022 Apr;160:e23–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34906756/>
11. Bendok BR, Abi-Aad KR, Ward JD, et al. **The Hydrogel Endovascular Aneurysm Treatment Trial (HEAT): A Randomized Controlled Trial of the Second-Generation Hydrogel Coil.** *Neurosurgery* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2024 Jan 30];86(5):615–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32078692/>
12. Boisseau W, Darsaut TE, Fahed R, Drake B, Lesiuk H, Rempel JL, et al. **Stent-Assisted Coiling in the Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms: A Randomized Clinical Trial.** *American Journal of Neuroradiology* [Internet]. 2023 Mar 16 [cited 2023 Sep 25]; Available from: <https://www.ajnr.org/content/early/2023/03/16/ajnr.A7815#:~:text=The%20use%20of%20stents%20for%20the%20treatment%20of.>
13. Früh A, Wolf S, Wasilewski D, Vajkoczy P, Truckenmueller P. **Early Complications and Outcome After Treatment of Ruptured Aneurysms in Patients with Subarachnoid Hemorrhage—A Post Hoc Analysis of the EARLYDRAIN Trial.** *World Neurosurgery* [Internet]. 2024 Feb 8;184:e720–30. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878875024002134?via%3Dihub>
14. Mandel M, Mamoru R, Li Y, et al. **MISIAN (Minimally Invasive Surgery for Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms): A Prospective Randomized Single-Center Clinical Trial With Long-Term Follow-Up Comparing Different Minimally Invasive Surgery Techniques with Standard Open Surgery.** *World Neurosurgery*. 2021 Jul 1;151:e533–44.
15. Bendok BR, Abi-Aad KR, Ward JD, et al. **The Hydrogel Endovascular Aneurysm Treatment Trial (HEAT): A Randomized Controlled Trial of the Second-Generation Hydrogel Coil.** *Neurosurgery* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2024 Jan 30];86(5):615–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32078692/>
16. Ozaki T, Yamagami H, Morimoto M, et al. **Short- versus long-term Dual AntiPlatelet Therapy for Stent-Assisted treatment of Cerebral aneurysm (DAPTS ACE): a multicenter, open-label, randomized clinical trial.** *Journal of NeuroInterventional Surgery* [Internet]. 2023 Apr 17 [cited 2024 Jan 8]; Available from: <https://jn.is.bmj.com/content/early/2023/10/20/jnis-2022-019867.citation-tools>
17. Jin Y, Guo X, Quan T, et al. **Randomized, prospective, multicenter trial assessing the numen coil embolization system in the endovascular treatment of small intracranial aneurysms: outcomes from the CATCH Trial.** *BMC Surgery*. 2023 Jun 16;23(1). Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10276443/>

18. You L, Huang J, Zhang J, Jiang Z. **Multiple overlapping stent-assisted coiling improves efficacy and safety of treatment for complex intracranial aneurysms: a randomized trial.** *Biomedical Engineering Online*. 2021 Oct 9;20(1). Available from: <https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12938-021-00936-x>

FIGURAS

Figura 01:

