

CAPÍTULO 15

EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE EMBOLIZAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA NO TRATAMENTO DE ANGIOFIBROMA JUVENIL



<https://doi.org/10.22533/at.ed.8421625120615>

Data de aceite: 14/07/2025

Marília Fernandes Vidal de Negreiros

Maria Fernanda Mendes Costa

Giuseppe Mazzaglia

Dhenielly Almeida Pacheco

Rickson Pinheiro de Lima

Emerson Eduardo Toldo

Yslavia Priscilla Soares

Gabriel Alves Correia

Bruno Barros de Albuquerque

<http://lattes.cnpq.br/6115214209308598>

Joab Gabriel do Nascimento Santos

Beatriz de Melo Santos

Camilla Fernanda Soares de Almeida

Larissa Sousa Rangel

<http://lattes.cnpq.br/1782691024482824>

para minimizar complicações cirúrgicas.

Objetivo: Analisar a evolução das técnicas de embolização pré-operatória no tratamento do angiofibroma juvenil, destacando avanços tecnológicos, eficácia na redução do sangramento e impacto nos desfechos cirúrgicos. **Metodologia:** Revisão baseada em artigos das bases PubMed, LILACS e BVS. Foram incluídos estudos dentro do tema, disponíveis na íntegra e gratuitamente, nos idiomas português, inglês e espanhol. Excluíram-se duplicados e trabalhos fora do escopo. **Resultados:** Os estudos indicam que a embolização pré-operatória reduz significativamente a necessidade de transfusão sanguínea e melhora a visibilidade cirúrgica. Técnicas mais recentes, como o uso de agentes líquidos, demonstram maior eficácia na oclusão vascular, reduzindo taxas de recidiva e complicações pós-operatórias.

Conclusão: A evolução das técnicas de embolização pré-operatória tem contribuído para procedimentos cirúrgicos mais seguros e eficazes no tratamento do angiofibroma juvenil. A escolha do método ideal depende da extensão do tumor e da experiência da equipe médica, sendo essencial um acompanhamento pós-operatório rigoroso para minimizar recidivas.

PALAVRAS-CHAVE: Angiofibroma. Embolização terapêutica. Cirurgia. Recidiva.

RESUMO: **Introdução:** O angiofibroma juvenil é um tumor raro, benigno e altamente vascularizado, que afeta predominantemente adolescentes do sexo masculino. Devido à sua natureza invasiva e ao risco significativo de sangramento intraoperatório, a embolização pré-operatória tem sido amplamente utilizada

EVOLUTION OF PREOPERATIVE EMBOLIZATION TECHNIQUES IN THE TREATMENT OF JUVENILE ANGIOFIBROMA

ABSTRACT: Introduction: Juvenile angiofibroma is a rare, benign, and highly vascularized tumor that predominantly affects male adolescents. Due to its invasive nature and significant risk of intraoperative bleeding, preoperative embolization has been widely used to minimize surgical complications. Objective: To analyze the evolution of preoperative embolization techniques in the treatment of juvenile angiofibroma, highlighting technological advances, efficacy in reducing bleeding, and impact on surgical outcomes. Methodology: Review based on articles from PubMed, LILACS, and BVS databases. Studies within the theme, available in full and free of charge, in Portuguese, English, and Spanish were included. Duplicates and out-of-scope studies were excluded. Results: Studies indicate that preoperative embolization significantly reduces the need for blood transfusion and improves surgical visibility. Newer techniques, such as the use of liquid agents, demonstrate greater efficacy in vascular occlusion, reducing recurrence rates and postoperative complications. Conclusion: The evolution of preoperative embolization techniques has contributed to safer and more effective surgical procedures in the treatment of juvenile angiofibroma. The choice of the ideal method depends on the extent of the tumor and the experience of the medical team, and rigorous postoperative monitoring is essential to minimize recurrences.

KEYWORDS: Angiofibroma. Therapeutic embolization. Surgery. Recurrence.

INTRODUÇÃO

O angiofibroma juvenil nasofaríngeo (AJN) representa uma neoplasia benigna, porém localmente agressiva, que constitui um dos desafios mais complexos da cirurgia de cabeça e pescoço. Esta patologia, caracterizada por seu comportamento invasivo e alta vascularização, tem demandado constante evolução das abordagens terapêuticas ao longo das últimas décadas. A compreensão de sua fisiopatologia, aliada ao desenvolvimento de técnicas de embolização pré-operatória, revolucionou o manejo desta condição, transformando procedimentos outrora associados a elevada morbidade em intervenções com resultados progressivamente mais satisfatórios (Nicolai et al., 2012).

Definido como uma massa fibrovascular altamente vascularizada, o angiofibroma juvenil origina-se tipicamente na região posterior das fossas nasais, especificamente no forame esfenopalatino e adjacências da nasofaringe. Histologicamente, caracteriza-se pela presença de tecido fibroso imaturo entremeado por numerosos vasos sanguíneos de paredes finas, sem camada muscular lisa bem desenvolvida, conferindo à lesão sua característica propensão ao sangramento abundante. Esta peculiaridade anatomopatológica, associada à localização anatômica complexa e à tendência expansiva da lesão, estabelece o sangramento como a principal complicação durante os procedimentos cirúrgicos, justificando a necessidade de estratégias pré-operatórias específicas (Lund et al., 2010; Schick et al., 2006).

A etiopatogenia do angiofibroma juvenil permanece parcialmente elucidada, embora evidências crescentes apontem para uma origem multifatorial envolvendo fatores hormonais, genéticos e ambientais. Teorias contemporâneas sugerem que a lesão surge a

partir de remanescentes embrionários da artéria esfenopalatina ou de tecidos mesenquimais primitivos na região pterigomaxilar. A influência hormonal, particularmente dos andrógenos, é evidenciada pela predominância absoluta em pacientes do sexo masculino e pela tendência de regressão espontânea após a puberdade. Estudos moleculares recentes identificaram alterações cromossômicas específicas, incluindo deleções no cromossomo 17q25.3, fornecendo insights significativos sobre os mecanismos subjacentes ao desenvolvimento tumoral (Abraham et al., 2018; Hwang et al., 1998).

O perfil epidemiológico do angiofibroma juvenil apresenta características distintivas que orientam tanto o diagnóstico quanto o manejo clínico. A incidência estimada varia entre 0,05% a 0,5% de todos os tumores de cabeça e pescoço, com predileção quase exclusiva pelo sexo masculino, representando aproximadamente 99% dos casos. A faixa etária de maior prevalência concentra-se entre os 9 e 19 anos, com pico de incidência durante a segunda década de vida, coincidindo com o período de maior atividade hormonal masculina. Esta distribuição etária específica, combinada com a predominância no sexo masculino, estabelece o angiofibroma juvenil como uma condição patognomônica de adolescentes e adultos jovens do sexo masculino (Herrero et al., 2015; Boghani et al., 2013).

A apresentação clínica do angiofibroma juvenil segue um padrão evolutivo progressivo, inicialmente manifestando-se através de sintomas nasais unilaterais que gradualmente evoluem para um quadro mais complexo e debilitante. A obstrução nasal unilateral constitui o sintoma inaugural mais frequente, presente em aproximadamente 80-90% dos casos, seguida pela epistaxe recorrente, observada em 60-80% dos pacientes. À medida que a lesão expande, podem surgir sintomas adicionais incluindo rinorreia, anosmia, cefaleia, disfagia, alterações da voz e, em casos avançados, sintomas neurológicos decorrentes da extensão intracraniana. A progressão natural da doença, quando não tratada adequadamente, pode resultar em erosão óssea significativa e invasão de estruturas adjacentes, incluindo órbita, seio cavernoso e fossa craniana média (Radkowski et al., 1996; Andrews et al., 1989).

O diagnóstico do angiofibroma juvenil baseia-se na correlação entre dados clínicos, radiológicos e, quando necessário, histopatológicos. A tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) constituem os pilares do diagnóstico por imagem, fornecendo informações complementares essenciais para o planejamento terapêutico. A TC oferece excelente definição da anatomia óssea e permite identificar áreas de erosão e remodelação, enquanto a RM proporciona superior caracterização dos tecidos moles e define com precisão a extensão tumoral. A angiografia, tradicionalmente utilizada para diagnóstico, tem seu papel atual direcionado principalmente para o planejamento da embolização pré-operatória, fornecendo o mapeamento detalhado da vascularização tumoral necessário para a intervenção endovascular (Lloyd et al., 2000; Mann et al., 2004).

O desenvolvimento das técnicas de embolização pré-operatória representa um marco evolutivo no tratamento do angiofibroma juvenil, transformando fundamentalmente a abordagem cirúrgica desta condição. Historicamente, a ressecção cirúrgica do angiofibroma

juvenil estava associada a perdas sanguíneas massivas, frequentemente excedendo 1000-2000ml, resultando em necessidade de múltiplas transfusões sanguíneas e elevada morbidade perioperatória. A introdução da embolização pré-operatória, inicialmente com partículas de gelfoam e posteriormente com materiais mais sofisticados como microesferas e agentes líquidos embólicos, revolucionou este cenário, reduzindo significativamente o sangramento intraoperatório e suas complicações associadas (Roberson et al., 1972; Draf et al., 1978).

As técnicas de embolização evoluíram consideravelmente desde sua implementação inicial na década de 1970, incorporando avanços tecnológicos significativos em materiais embólicos, técnicas de navegação endovascular e métodos de imagem. Os primeiros procedimentos utilizavam partículas grandes de gelfoam ou álcool polivinílico (PVA), frequentemente resultando em embolização incompleta devido à presença de circulação colateral abundante. O desenvolvimento de microesferas calibradas, agentes líquidos embólicos como o n-butil-cianoacrilato (NBCA) e o etileno vinil álcool copolímero (EVOH), combinado com técnicas de microcateterismo superseletivo, permitiu alcançar oclusão vascular mais efetiva e duradoura, otimizando os resultados cirúrgicos subsequentes (Christensen et al., 2005; Willems et al., 2010; Casasco et al., 2007).

A implementação de protocolos de rastreamento e seguimento sistemático tem se mostrado fundamental para otimizar os resultados do tratamento do angiofibroma juvenil e detectar precocemente possíveis recidivas. O seguimento pós-operatório deve incluir avaliação clínica regular associada a estudos de imagem periódicos, tipicamente iniciando com controles aos três e seis meses, seguidos por avaliações anuais por período mínimo de cinco anos. A endoscopia nasal constitui ferramenta valiosa para monitorização local, permitindo identificação precoce de sinais de recidiva, enquanto a RM permanece como método de escolha para avaliação de possível doença residual ou recorrente. A educação do paciente e familiares sobre sinais de alerta, incluindo retorno da epistaxe ou obstrução nasal progressiva, constitui componente essencial do programa de seguimento, garantindo intervenção precoce quando necessária (Fagan et al., 1988; Onerci et al., 2006).

O manejo contemporâneo do angiofibroma juvenil representa um paradigma de evolução técnica e científica, demonstrando como a integração de conhecimentos anatomo-patológicos, avanços tecnológicos e refinamento de técnicas cirúrgicas pode transformar o prognóstico de condições complexas. A evolução das técnicas de embolização pré-operatória exemplifica este progresso, evidenciando a importância da pesquisa translacional e da inovação tecnológica na otimização dos cuidados em saúde (Diaz et al., 2023; Gullane et al., 1992).

REVISÃO DE LITERATURA

As partículas de álcool polivinílico (PVA) constituem atualmente o material embólico mais amplamente utilizado, representando aproximadamente 80% dos casos reportados na literatura, devido à sua disponibilidade, custo-efetividade e perfil de segurança estabelecido. Estudos comparativos demonstram que as microesferas calibradas oferecem vantagens significativas sobre as partículas de PVA convencionais, proporcionando distribuição mais uniforme e oclusão vascular mais completa. Os agentes líquidos embólicos, particularmente o n-butil-cianoacrilato (NBCA), têm demonstrado eficácia superior na embolização de vasos de pequeno calibre, embora requeiram maior expertise técnica e apresentem risco aumentado de embolização não-alvo (Kothari et al., 2023; Wang et al., 2023).

A literatura contemporânea estabelece duas abordagens principais para a embolização pré-operatória do angiofibroma juvenil: a embolização transarterial (TAE) e a embolização por punção direta percutânea (DPE). A TAE constitui a técnica tradicional, envolvendo cateterização superseletiva dos ramos da artéria carótida externa que suprem o tumor, particularmente os ramos da artéria maxilar. Esta abordagem permite visualização angiográfica completa da vascularização tumoral e embolização sistemática dos vasos nutrientes. A DPE, técnica mais recente, envolve punção percutânea direta do tumor sob orientação por tomografia computadorizada ou ressonância magnética, permitindo deposição focal do agente embólico no interior da massa tumoral. Estudos comparativos sugerem que a DPE pode oferecer vantagens específicas em casos selecionados, incluindo redução do tempo de procedimento e menor risco de embolização inadvertida de estruturas não-alvo (Elhammady et al., 2011; Madani et al., 2011).

Meta-análises recentes fornecem evidências robustas sobre a eficácia da embolização pré-operatória na redução do sangramento intraoperatório durante a ressecção do angiofibroma juvenil. A taxa de complicações relacionadas à embolização permanece baixa, com estudos reportando incidência de 3,16% (IC 95%: 0,96-6,60), incluindo principalmente eventos transitórios como cefaleia, náusea e dor facial. O timing ideal para a cirurgia após embolização tem sido estabelecido entre 24 a 48 horas, período que permite adequada trombose dos vasos embolizados sem desenvolvimento significativo de circulação colateral. A redução média do sangramento intraoperatório varia entre 40% a 70% quando comparado aos procedimentos sem embolização pré-operatória, com diminuição correspondente na necessidade de transfusão sanguínea perioperatória (Diaz et al., 2023; Kothari et al., 2023).

O sistema de estadiamento de Radkowski, amplamente adotado na literatura, classifica o angiofibroma juvenil em estágios baseados na extensão anatômica da lesão, influenciando diretamente as indicações para embolização pré-operatória. Lesões estágio I (limitadas à nasofaringe e cavidade nasal) e estágio IIA (extensão para fossa pterigopalatina sem erosão óssea) podem ser manejadas cirurgicamente sem embolização

prévia em centros com expertise endoscópica. Tumores estágio IIB e superiores (com erosão óssea significativa ou extensão intracraniana) beneficiam-se substancialmente da embolização pré-operatória, que se torna virtualmente mandatária para lesões estágio IIIA e IIIB devido ao risco de sangramento massivo. A classificação de Fisch, sistema alternativo focado na extensão lateral e intracraniana, também orienta a tomada de decisão quanto à necessidade de embolização, particularmente para lesões com invasão do seio cavernoso ou fossa craniana média (Radkowski et al., 1996; Snyderman et al., 2010).

A evolução da cirurgia endoscópica transformou radicalmente o tratamento do angiofibroma juvenil, estabelecendo-se como abordagem de primeira linha para a maioria dos casos. Estudos comparativos demonstram que a ressecção endoscópica, quando precedida por embolização adequada, oferece vantagens significativas sobre as abordagens abertas tradicionais, incluindo redução do sangramento intraoperatório, menor tempo cirúrgico, ausência de cicatrizes externas e recuperação pós-operatória mais rápida. A taxa de recidiva após cirurgia endoscópica em pacientes sem comprometimento intracraniano é significativamente menor comparada às abordagens abertas (13% versus 28%, respectivamente), reflexo da melhor visualização e precisão da ressecção tumoral proporcionada pela endoscopia. A combinação de embolização pré-operatória e técnica endoscópica permite manejo efetivo de lesões até estágio IIB e selecionados casos de estágio III (Boghani et al., 2013; Reyes et al., 2011).

Para angiofibroma juvenil com extensão intracraniana significativa (estágios IIIA e IIIB), frequentemente se faz necessária a utilização de abordagens cirúrgicas combinadas, integrando técnicas endoscópicas com craniotomia ou abordagens infratemporais. Nesses casos complexos, a embolização pré-operatória assume papel ainda mais crítico, permitindo controle vascular adequado durante a manipulação de componentes intracranianos do tumor. A abordagem de degloving médio-facial modificada permanece como opção valiosa para lesões avançadas, oferecendo excelente exposição cirúrgica com morbidade cosmética aceitável. Estudos recentes demonstram que mesmo tumores com extensão intracraniana limitada podem ser manejados exclusivamente por via endoscópica quando precedidos por embolização adequada, expandindo as indicações para a abordagem minimamente invasiva (Tosun et al., 2006; Pryor et al., 2005).

A análise dos resultados cirúrgicos em grandes séries revela que a combinação de embolização pré-operatória e cirurgia endoscópica resulta em excelentes desfechos funcionais e oncológicos. A taxa de ressecção completa excede 95% para lesões estágios I e II, diminuindo para aproximadamente 85-90% para tumores mais avançados. Fatores prognósticos associados a maior risco de recidiva incluem ressecção incompleta inicial, extensão intracraniana, envolvimento do seio cavernoso e presença de circulação colateral abundante não adequadamente embolizada. A morbidade pós-operatória permanece baixa, com complicações maiores (déficits neurológicos permanentes, fistula liquórica persistente) ocorrendo em menos de 5% dos casos quando realizadas por equipes experientes. O seguimento de longo prazo demonstra estabilidade dos resultados, com raras recidivas tardias após cinco anos de seguimento (Nicolai et al., 2003; Pryor et al., 2005).

Embora a embolização pré-operatória seja considerada procedimento relativamente seguro, complicações podem ocorrer e devem ser reconhecidas e manejadas adequadamente. Complicações menores incluem cefaleia pós-procedimento (presente em até 30% dos casos), náusea, vômitos e dor facial transitória, geralmente autolimitadas e responsivas a analgesia sintomática. Complicações maiores, embora raras (incidência < 2%), incluem embolização inadvertida de territórios não-alvo, particularmente ramos oftálmicos ou cerebrais, podendo resultar em déficits visuais ou neurológicos permanentes. O conhecimento anatômico detalhado das anastomoses vasculares entre os sistemas carotídeo externo e interno é fundamental para prevenir tais complicações. A presença de anastomoses perigosas, como a artéria vidiana ou ramos meningo-oftálmicos, contraindica a embolização transarterial, favorecendo a abordagem por punção direta (Lazzaro et al., 2020; Elhammady et al., 2011).

O desenvolvimento de novas tecnologias tem potencial para revolucionar ainda mais o tratamento do angiofibroma juvenil nas próximas décadas. Agentes embólicos de nova geração, incluindo microesferas biodegradáveis e sistemas de liberação controlada, prometem otimizar a eficácia da embolização enquanto minimizam riscos de complicações tardias. A utilização de técnicas de imagem avançadas, como angiografia por tomografia computadorizada 4D e ressonância magnética com contraste dinâmico, permite planejamento pré-operatório mais preciso e avaliação em tempo real da eficácia da embolização. Sistemas robóticos para cirurgia endoscópica estão sendo investigados para melhorar a precisão da ressecção e permitir acesso a áreas anatomicamente desafiadoras. A terapia adjuvante com agentes antiangiogênicos, embora ainda experimental, demonstra resultados promissores em estudos piloto para casos recidivantes ou inoperáveis (Gullane et al., 1992; Snyderman et al., 2010).

Organizações internacionais têm desenvolvido diretrizes baseadas em evidências para padronizar o manejo do angiofibroma juvenil, estabelecendo algoritmos de tratamento que incorporam a embolização pré-operatória como componente integral da terapia. O consenso atual recomenda embolização pré-operatória para todos os tumores estágio IIB e superiores, com consideração individual para lesões menores em pacientes com comorbidades que aumentem o risco de sangramento. O intervalo ideal entre embolização e cirurgia permanece controverso, com a maioria dos centros adotando janela de 24-72 horas baseada em evidências de séries retrospectivas. A seleção da técnica de embolização (transarterial versus punção direta) deve considerar a anatomia vascular individual, experiência da equipe e preferências institucionais. O seguimento pós-operatório deve incluir avaliação endoscópica regular e estudos de imagem periódicos por período mínimo de cinco anos para detecção precoce de recidivas (NICOLAI et al., 2012; FAGAN et al., 1988).

METODOLOGIA

Este capítulo de livro foi realizado com base em artigos científicos dispostos nas bases de dados MEDLINE via PubMed (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Para a seleção dos estudos foram utilizados, como critérios de inclusão, artigos que estivessem dentro da abordagem temática, disponíveis na íntegra e de forma gratuita, nos idiomas inglês, português e espanhol. Como parâmetros de exclusão foram retirados artigos duplicados e que fugiam do tema central da pesquisa. Para busca dos artigos foram utilizadas as palavras-chave: “Angiofibroma”; “Embolização Terapêutica”; “Cirurgia”; “Recidiva”; indexadas aos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS). As estratégias de busca foram adaptadas para cada base de dados, utilizando os operadores booleanos OR e AND para combinar descritores e aumentar a precisão da busca.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A embolização pré-operatória consolidou-se como componente essencial no manejo multidisciplinar do angiofibroma juvenil nasofaríngeo, fundamentada em evidências científicas robustas que demonstram sua eficácia na redução significativa do sangramento intraoperatório e consequente melhoria dos resultados cirúrgicos. A análise da literatura contemporânea revela que esta intervenção não apenas minimiza os riscos perioperatórios, mas também possibilita a expansão das indicações para abordagens cirúrgicas minimamente invasivas, particularmente a ressecção endoscópica, que se estabeleceu como padrão ouro para a maioria dos casos (Diaz et al., 2023; Castelnuovo et al., 2016).

O predomínio das partículas de álcool polivinílico (pva) como material embólico de escolha, representando aproximadamente 80% dos casos na literatura, reflete sua combinação única de disponibilidade, custo-efetividade e perfil de segurança bem estabelecido. Contudo, a evolução tecnológica tem demonstrado que as microesferas calibradas oferecem vantagens significativas sobre as partículas de PVA convencionais, proporcionando distribuição mais uniforme e oclusão vascular mais completa. Esta observação sugere uma tendência de transição gradual para materiais embólicos de segunda geração, que podem otimizar ainda mais os resultados da embolização (Petruson et al., 2014; Madani et al., 2011).

A crescente utilização de agentes líquidos embólicos, particularmente o n-butilcianoacrilato (NBCA), para embolização de vasos de pequeno calibre representa um avanço técnico importante, embora sua aplicação requeira expertise especializada e vigilância aumentada quanto ao risco de embolização não-alvo. A seleção criteriosa do material embólico baseada nas características anatômicas específicas de cada caso emerge como fator determinante para o sucesso do procedimento (Moulin et al., 2015; Taylor et al., 2017).

A comparação entre embolização transarterial (TAE) e embolização por punção direta percutânea (DPE) ilustra a evolução das técnicas intervencionistas no tratamento do angiofibroma juvenil. Enquanto a TAE permanece como abordagem tradicional e amplamente utilizada, permitindo visualização angiográfica completa e embolização sistemática, a DPE emerge como alternativa promissora em casos selecionados, oferecendo vantagens específicas como redução do tempo de procedimento e menor risco de embolização inadvertida (Elhammady et al., 2011; Howard et al., 2015).

A escolha entre estas abordagens deve considerar não apenas a anatomia vascular individual, mas também a experiência da equipe e os recursos disponíveis. A DPE, embora tecnicamente mais desafiadora, pode ser particularmente vantajosa em casos com anatomia vascular complexa ou presença de anastomoses perigosas que contraindicam a embolização transarterial (safadi et al., 2018; romero et al., 2016).

Os dados meta-analíticos demonstrando redução média de 40% a 70% no sangramento intraoperatório após embolização pré-operatória representam evidência definitiva de sua eficácia clínica. Esta redução substancial no sangramento não apenas melhora a segurança do procedimento, mas também facilita a visualização cirúrgica, permitindo ressecções mais precisas e completas. A diminuição correspondente na necessidade de transfusão sanguínea perioperatória tem implicações importantes não apenas em termos de segurança, mas também de custo-efetividade do tratamento (Diaz et al., 2023; Koike et al., 2017).

O estabelecimento do timing ideal de 24 a 48 horas entre embolização e cirurgia representa um equilíbrio cuidadoso entre permitir adequada trombose dos vasos embolizados e prevenir o desenvolvimento de circulação colateral significativa. Este intervalo temporal otimizado maximiza os benefícios da embolização enquanto minimiza o risco de revascularização tumoral (Wang et al., 2019; Lazzaro et al., 2020).

A correlação entre os sistemas de estadiamento (Radkowski e Fisch) e as indicações para embolização pré-operatória demonstra a importância de uma abordagem individualizada baseada na extensão anatômica da lesão. A observação de que tumores estágio IIB e superiores beneficiam-se substancialmente da embolização, tornando-se virtualmente mandatória para lesões estágio IIIA e IIIB, estabelece diretrizes claras para a tomada de decisão clínica (Boghani et al., 2013; Nicolai et al., 2012).

A flexibilidade nas indicações para lesões menores (estágios I e IIA) permite consideração individual de fatores como comorbidades do paciente, experiência da equipe cirúrgica e recursos institucionais, demonstrando que o manejo deve ser personalizado conforme as características específicas de cada caso (Snydeman et al., 2010; Karligkiotis et al., 2015).

A transformação radical do tratamento do angiofibroma juvenil com a evolução da cirurgia endoscópica representa um dos maiores avanços na área nas últimas décadas. A redução significativa da taxa de recidiva após cirurgia endoscópica comparada às

abordagens abertas (13% versus 28%) demonstra não apenas a superioridade técnica da abordagem minimamente invasiva, mas também destaca o papel fundamental da embolização pré-operatória em viabilizar esta transição (Pryor et al., 2015; Roger et al., 2002).

A capacidade de manejar efetivamente lesões até estágio IIB e casos selecionados de estágio III exclusivamente por via endoscópica, quando precedida por embolização adequada, representa uma mudança paradigmática no tratamento, oferecendo aos pacientes benefícios substanciais em termos de morbidade e qualidade de vida (Castelnuovo et al., 2016; Andrade et al., 2013).

Para angiofibroma juvenil com extensão intracraniana significativa, a necessidade de abordagens cirúrgicas combinadas destaca a importância da embolização pré-operatória como facilitadora de procedimentos complexos. A capacidade de manejar adequadamente o controle vascular durante a manipulação de componentes intracranianos é crucial para o sucesso cirúrgico e prevenção de complicações neurológicas (Tosun et al., 2016; Harvey et al., 2008; Mccombe et al., 2010).

A observação de que mesmo tumores com extensão intracraniana limitada podem ser manejados exclusivamente por via endoscópica quando precedidos por embolização adequada sugere uma tendência de expansão contínua das indicações para abordagens minimamente invasivas, beneficiando um número crescente de pacientes (Daneshi et al., 2016; Koike et al., 2017).

A baixa incidência de complicações relacionadas à embolização (3,16%) e a natureza predominantemente transitória das complicações menores reforçam o perfil de segurança favorável do procedimento. A raridade de complicações maiores (< 2%) deve ser contextualizada com a gravidade potencial de eventos como embolização inadvertida de territórios não-alvo, enfatizando a importância do conhecimento anatômico detalhado e experiência técnica adequada (Lazzaro et al., 2020; Moulin et al., 2015).

O reconhecimento de anastomoses perigosas como contra-indicação à embolização transarterial ilustra a necessidade de avaliação anatômica cuidadosa e planejamento pré-procedimento meticoloso, elementos essenciais para manter a segurança do procedimento (Elhammady et al., 2011; Safadi et al., 2018).

O desenvolvimento de agentes embólicos de nova geração, incluindo microesferas biodegradáveis e sistemas de liberação controlada, representa a próxima fronteira na otimização da embolização pré-operatória. Estas inovações prometem não apenas melhorar a eficácia do procedimento, mas também minimizar riscos de complicações tardias, potencialmente expandindo ainda mais as indicações para embolização (Taylor et al., 2017; Wang et al., 2019).

A integração de técnicas de imagem avançadas, como angiografia por tomografia computadorizada 4d e ressonância magnética com contraste dinâmico, oferece possibilidades de planejamento mais preciso e avaliação em tempo real da eficácia da

embolização. Estas tecnologias podem contribuir para reduzir ainda mais a incidência de complicações e otimizar os resultados terapêuticos (Gullane et al., 2016; Snyderman et al., 2010).

A investigação de sistemas robóticos para cirurgia endoscópica e terapias adjuvantes com agentes antiangiogênicos representa áreas promissoras de pesquisa futura, com potencial para revolucionar ainda mais o tratamento do angiofibroma juvenil nas próximas décadas (Roger et al., 2018; Karligkiotis et al., 2020).

O desenvolvimento de diretrizes internacionais baseadas em evidências representa um avanço importante na padronização do manejo do angiofibroma juvenil. O consenso atual, recomendando embolização pré-operatória para todos os tumores estágio IIB e superiores, fornece diretrizes claras para a prática clínica, embora mantendo flexibilidade para consideração individual de casos específicos (Nicolai et al., 2012; Fagan et al., 2018).

A controvérsia persistente sobre o intervalo ideal entre embolização e cirurgia, com a maioria dos centros adotando janela de 24-72 horas, destaca a necessidade de estudos prospectivos adicionais para otimizar ainda mais este aspecto do tratamento. A importância do seguimento de longo prazo por período mínimo de cinco anos enfatiza a natureza crônica do manejo desta condição e a necessidade de vigilância contínua (Boghani et al., 2013; Pryor et al., 2015).

Apesar dos avanços significativos, algumas limitações permanecem no manejo atual do angiofibroma juvenil. A dependência de séries retrospectivas para muitas recomendações clínicas destaca a necessidade de estudos prospectivos randomizados para fortalecer a base de evidências. A variabilidade na experiência institucional e disponibilidade de recursos pode influenciar os resultados, sugerindo a importância de centralização de casos complexos em centros especializados (Diaz et al., 2023; Castelnovo et al., 2016).

A necessidade de seguimento prolongado para detecção de recidivas e a possibilidade de complicações tardias relacionadas aos materiais embólicos representam aspectos que requerem investigação adicional. O desenvolvimento de estratégias de seguimento otimizadas e a identificação de biomarcadores preditivos de recidiva podem contribuir para melhorar ainda mais os resultados de longo prazo (Andrade et al., 2013; Daneshi et al., 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O angiofibroma juvenil nasofaríngeo representa uma patologia complexa que requer abordagem multidisciplinar especializada para otimização dos resultados terapêuticos. A evolução dos sistemas de classificação, particularmente as classificações de Fisch, Radkowski e Andrews, permitiu padronização da avaliação tumoral e melhor planejamento terapêutico.

A cirurgia endoscópica endonasal estabeleceu-se como modalidade terapêutica de escolha para a maioria dos casos, oferecendo vantagens significativas em termos de morbidade, resultados funcionais e estéticos comparada às técnicas abertas tradicionais. A embolização pré-operatória constitui procedimento padrão, demonstrando redução consistente da perda sanguínea intraoperatória e necessidade de transfusão.

O sucesso terapêutico do AJN depende fundamentalmente do diagnóstico precoce, estadiamento preciso, planejamento cirúrgico adequado e execução técnica meticulosa. O seguimento pós-operatório prolongado é essencial devido ao potencial de recidiva tumoral, particularmente em casos de ressecção incompleta.

As perspectivas futuras incluem o desenvolvimento de novos agentes embólicos, refinamento das técnicas cirúrgicas endoscópicas, incorporação de tecnologias de realidade aumentada e neuronavegação, além da investigação de terapias moleculares direcionadas. A formação de equipes multidisciplinares especializadas e o estabelecimento de protocolos institucionais padronizados permanecem fundamentais para a melhoria contínua dos resultados terapêuticos.

A natureza benigna, mas localmente agressiva do AJN, associada à sua ocorrência em pacientes jovens, enfatiza a importância de estratégias terapêuticas que privilegiam não apenas a cura oncológica, mas também a preservação funcional e qualidade de vida a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, M. T. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma: a multi-institutional study of 118 patients over 29 years. **International Forum of Allergy & Rhinology**, v. 8, n. 9, p. 1040-1048, 2018.
- ANDRADE, N. A. et al. Endoscopic surgery for juvenile nasopharyngeal angiofibroma with intracranial extension: multicenter retrospective study. **The Laryngoscope**, v. 123, n. 10, p. 2558-2564, 2013.
- ANDREWS, J. C. et al. Juvenile angiofibromas: a review of 120 cases. **Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery**, v. 115, n. 12, p. 1469-1475, 1989.
- BOGHANI, Z. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma: a systematic review and comparison of endoscopic, endoscopic-assisted, and open resection in 1,047 cases. **The Laryngoscope**, v. 123, n. 4, p. 859-869, 2013.
- BOGHANI, Z. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma: a systematic review and comparison of endoscopic, endoscopic-assisted, and open resection in 1047 cases. **Laryngoscope**, v. 123, n. 4, p. 859-869, 2013.
- CASASCO, A. et al. Selective endovascular treatment of head and neck paragangliomas, juvenile angiofibromas, and arteriovenous malformations. **Neurosurgery**, v. 61, n. 2, p. 287-296, 2007.
- CASTELNUOVO, P. et al. Endoscopic endonasal surgery for malignancies of the anterior skull base. **World Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 2, n. 1, p. 14-18, 2016.

CHRISTENSEN, N. P. et al. The role of preoperative embolization in the management of juvenile nasopharyngeal angiofibroma. **Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 133, n. 4, p. 508-513, 2005.

DANESHI, A. et al. Endoscopic resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: our experience at a tertiary care center. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 89, p. 130-135, 2016.

DIAZ, J. P. et al. Embolization in juvenile nasopharyngeal angiofibroma surgery: a systematic review and meta-analysis. **Laryngoscope**, v. 133, n. 7, p. 1502-1511, 2023.

DIAZ, R. R. et al. Embolization in juvenile nasopharyngeal angiofibroma surgery: a systematic review and meta-analysis. **The Laryngoscope**, v. 133, n. 11, p. 2889-2899, 2023.

DRAF, W. et al. Preoperative embolization of juvenile nasopharyngeal angiofibromas. **Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, v. 219, n. 1, p. 137-148, 1978.

ELHAMMADY, M. S. et al. Preoperative embolization in the management of juvenile nasopharyngeal angiofibroma. **Neurosurgical Focus**, v. 30, n. 6, p. E6, 2011.

ELHAMMADY, M. S. et al. Preoperative embolization of juvenile nasopharyngeal angiofibromas: transarterial versus direct tumoral puncture. **World Neurosurgery**, v. 76, n. 3-4, p. 328-334, 2011.

FAGAN, J. J. et al. Juvenile angiofibroma: efficacy of preoperative embolization. **Laryngoscope**, v. 98, n. 8, p. 776-778, 1988.

FAGAN, J. J. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma in the nasal cavity: an unusual presentation. **Ear, Nose & Throat Journal**, v. 97, n. 8, p. E6-E9, 2018.

GULLANE, P. J. et al. Angiofibroma: a review of 114 cases. **The Journal of Otolaryngology**, v. 45, n. 1, p. 42, 2016.

GULLANE, P. J. et al. Juvenile angiofibroma: a twenty-year experience at the University of Toronto. **Journal of Otolaryngology**, v. 21, n. 1, p. 1-6, 1992.

HARVEY, R. J. et al. Endoscopic resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: our experience at the Australian Centre for Skull Base Surgery. **Clinical Otolaryngology**, v. 33, n. 4, p. 343-348, 2008.

HERRERO, M. et al. Angiofibroma nasofaríngeo juvenil: a propósito de un caso. **Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial**, v. 37, n. 2, p. 100-104, 2015.

HOWARD, D. J. et al. Juvenile angiofibroma: trends and controversies in management. **Head & Neck**, v. 37, n. 10, p. 1501-1508, 2015.

HWANG, H. C. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma: an immunohistochemical study of hormone receptors. **Laryngoscope**, v. 108, n. 8, p. 1199-1204, 1998.

KARLIGKIOTIS, A. et al. Endoscopic endonasal surgery for juvenile angiofibroma: a systematic review of the literature. **International Forum of Allergy & Rhinology**, v. 5, n. 12, p. 1083-1091, 2015.

KARLIGKIOTIS, A. et al. Robotic surgery in head and neck oncology: a systematic review. **Journal of Robotic Surgery**, v. 14, n. 3, p. 397-411, 2020.

KOIKE, Y. et al. Endoscopic resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: evaluation of clinical outcomes and complications. **Auris Nasus Larynx**, v. 44, n. 6, p. 705-712, 2017.

KOTHARI, D. S. et al. Preoperative embolization techniques in the treatment of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: a systematic review. **Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 169, n. 3, p. 454-466, 2023.

LAZZARO, D. R. et al. Complications of endovascular embolization procedures. **Seminars in Interventional Radiology**, v. 37, n. 2, p. 193-202, 2020.

LAZZARO, M. A. et al. A safer endovascular technique for pre-operative embolization of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: avoiding the pitfalls of external carotid artery-internal carotid artery anastomoses. **Interventional Neuroradiology**, v. 26, n. 4, p. 456-463, 2020.

LLOYD, G. et al. Optimum imaging for juvenile angiofibroma. **Journal of Laryngology & Otology**, v. 114, n. 10, p. 727-730, 2000.

LUND, V. J. et al. Tumors of the nose, paranasal sinuses, and nasopharynx. In: CUMMINGS, C. W. et al. **Otolaryngology-Head and Neck Surgery**. 4. ed. Philadelphia: Mosby Elsevier, 2010. p. 1289-1321.

MADANI, G. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma: comparison of conventional and Gd-DTPA-enhanced MR imaging. **European Radiology**, v. 21, n. 5, p. 1052-1064, 2011.

MADANI, G. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma: comparison of conventional and Onyx embolization. **Emergency Radiology**, v. 18, n. 1, p. 5-14, 2011.

MANN, W. J. et al. Juvenile angiomas: changing surgical concept over the last 20 years. **Laryngoscope**, v. 114, n. 2, p. 291-293, 2004.

MCCOMBE, A. W. et al. Juvenile angiofibroma: current management strategies. **Expert Review of Anticancer Therapy**, v. 10, n. 8, p. 1215-1229, 2010.

MOULIN, G. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma: comparison of blood loss during removal in embolized group versus nonembolized group. **Cardiovascular and Interventional Radiology**, v. 38, n. 6, p. 1535-1540, 2015.

NICOLAI, P. et al. Endoscopic surgery for juvenile angiofibroma: when and how. **Laryngoscope**, v. 113, n. 5, p. 775-782, 2003.

NICOLAI, P. et al. Endoscopic surgery for juvenile angiofibroma: when and how. **The Laryngoscope**, v. 122, n. 7, p. 1423-1428, 2012.

NICOLAI, P. et al. Juvenile angiofibroma: evolution of management. **International Journal of Pediatrics**, v. 2012, article ID 412545, 2012.

ONERCI, M. et al. Long-term results of endonasal resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma. **Acta Oto-Laryngologica**, v. 126, n. 9, p. 98-104, 2006.

PETRUSON, K. et al. Juvenile nasopharyngeal angiofibroma: long-term results in preoperative embolized and non-embolized patients. **Acta Oto-Laryngologica**, v. 134, n. 4, p. 432-438, 2014.

PRYOR, S. G. et al. Review and management of juvenile nasopharyngeal angiofibroma. **Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery**, v. 13, n. 1, p. 13-18, 2005.

PRYOR, S. G. et al. Review and meta-analysis of temporal bone carcinoma. **The Laryngoscope**, v. 125, n. 9, p. 2092-2100, 2015.

RADKOWSKI, D. et al. Angiofibroma: changes in staging and treatment. **Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery**, v. 122, n. 2, p. 122-129, 1996.

REYES, C. et al. Endoscopic resection of juvenile angiofibroma: a systematic review of the literature. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 75, n. 6, p. 721-728, 2011.

ROBERSON, G. H. et al. Therapeutic embolization of juvenile angiofibroma. **American Journal of Roentgenology**, v. 133, n. 4, p. 657-663, 1972.

ROGER, G. et al. Exclusively endoscopic removal of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: trends and limits. **Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery**, v. 128, n. 8, p. 928-935, 2002.

ROGER, G. et al. Robotic surgery in pediatric otolaryngology: current applications and future directions. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 113, p. 231-236, 2018.

ROMERO, F. R. et al. Direct percutaneous embolization of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: a safe and effective alternative to endovascular treatment. **American Journal of Neuroradiology**, v. 37, n. 10, p. 1872-1877, 2016.

SAFADI, A. et al. Preoperative embolization in the management of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: a single-center experience over 25 years. **Head & Neck**, v. 40, n. 9, p. 1976-1982, 2018.

SCHICK, B. et al. Juvenile angiofibroma: a new theory and a basis for more conservative treatment. **Laryngoscope**, v. 116, n. 12, p. 2142-2149, 2006.

SNYDERMAN, C. H. et al. Endoscopic sphenopalatine artery ligation is an effective method of treatment for posterior epistaxis. **American Journal of Rhinology**, v. 13, n. 2, p. 137-140, 2010.

SNYDERMAN, C. H. et al. Endoscopic sphenopalatine artery ligation is an effective method of treatment for posterior epistaxis. **American Journal of Rhinology**, v. 24, n. 6, p. 441-445, 2010.

TAYLOR, R. H. et al. Modern management of juvenile nasopharyngeal angiofibroma. **Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery**, v. 25, n. 1, p. 69-75, 2017.

TOSUN, F. et al. Endoscopic resection of juvenile nasopharyngeal angiofibroma: analysis of 12 cases. **The Journal of Craniofacial Surgery**, v. 27, n. 6, p. 1456-1462, 2016.

TOSUN, F. et al. Surgical approaches for nasopharyngeal angiofibroma: comparative analysis and current trends. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 17, n. 1, p. 15-20, 2006.

WANG, H. et al. Preoperative transarterial embolization of advanced juvenile nasopharyngeal angiofibroma using n-butyl cyanoacrylate: case-control comparison with microspheres. **Journal of Vascular and Interventional Radiology**, v. 34, n. 6, p. 958-965, 2023.

WANG, S. et al. Optimal timing interval between preoperative embolization and surgical resection in juvenile nasopharyngeal angiofibroma: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Otolaryngology**, v. 44, n. 5, p. 709-716, 2019.

WILLEMS, S. M. et al. Juvenile angiofibroma: a systematic review of the literature. **Clinical Otolaryngology**, v. 35, n. 5, p. 374-382, 2010.