



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS, FARMACÊUTICAS E BIOMÉDICAS
GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

DIAGNÓSTICO E ACOMPANHAMENTO EVOLUTIVO DOS
MENINGIOMAS ATRAVÉS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

GOIÂNIA - GO

2020

RAPHAEL DA SILVA FONSECA PEREIRA

**DIAGNÓSTICO E ACOMPANHAMENTO EVOLUTIVO DOS
MENINGIOMAS ATRAVÉS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a Graduação em
Biomedicina da Escola de Ciências
Médicas, Farmacêuticas e Biomédicas da
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
– PUC Goiás.

ORIENTADOR: PROF. DR. HERMÍNIO MAURÍCIO DA ROCHA SOBRINHO

**GOIÂNIA – GO
2020**

DIAGNÓSTICO E ACOMPANHAMENTO EVOLUTIVO DOS MENINGIOMAS ATRAVÉS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

DIAGNOSIS AND EVOLUTIONARY FOLLOW-UP OF MENINGIOMAS THROUGH MAGNETIC RESONANCE

Raphael da Silva Fonseca Pereira¹; Cristiene Costa Carneiro²; Hermínio Maurício da Rocha Sobrinho³

¹Graduando do Curso de Biomedicina da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás, Goiânia – GO, E-mail: raphaelfonseca.biomed@hotmail.com

²Biomédica. Mestrado e Doutorado em Ciências Biológicas pelo Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás. Professora da Escola de Ciências Médicas, Farmacêuticas e Biomédicas da PUC Goiás.

³Biomédico. Doutor e Mestre em Medicina Tropical e Saúde Pública pela Universidade Federal de Goiás – UFG. Professor Efetivo da Escola de Ciências Médicas, Farmacêuticas e Biomédicas da PUC Goiás.

RESUMO

Os meningiomas são tumores benignos intracranianos de evolução lenta que se originam nas meninges. Por serem assintomáticos, a maioria desses tumores, geralmente, são de difícil identificação. Entretanto, se não diagnosticados, esses tumores podem comprimir vasos sanguíneos cerebrais levando até à morte. A Ressonância Magnética (RM) é um método de imagem vital para o diagnóstico e caracterização desses tumores, particularmente importante para se estabelecer um plano de tratamento oncológico. **Objetivo:** Este estudo constitui uma revisão bibliográfica narrativa que visou descrever a importância da RM no diagnóstico e acompanhamento evolutivo dos meningiomas e caracterização tissular, correlacionando achados imagenológicos com análises histológicas do tumor. **Resultados:** Os meningiomas são, geralmente, isointensos em T1 e T2, com variações ligadas à textura mais ou menos compacta ou hidratada do tecido, associados à presença de cistos, calcificações ou metaplasia adiposa. Podem provocar hiperostose, levando ao espessamento do osso afetado. Em imagens ponderadas em T1 pós contraste os meningiomas aparecem com hipersinal homogêneo, geralmente. **Conclusão:** A RM contribui, de forma promissora, para a detecção e caracterização dos meningiomas fornecendo dados prognósticos para o seu tratamento. Um diagnóstico preciso auxilia no acompanhamento evolutivo e pós cirúrgico. Em um período de 24 horas pós cirúrgica, a RM é capaz de identificar resíduos tumorais e recorrências tardias, comuns entre 10 a 20 anos depois da ressecção total do tumor.

Palavras-chave: Ressonância Magnética, Meningiomas, Diagnóstico.

ABSTRACT

Meningiomas are benign, slowly evolving intracranial tumors that originate in the meninges. As they are asymptomatic, most of these tumors are generally difficult to identify. However, if not diagnosed, these tumors can compress brain blood vessels leading to death. Magnetic resonance imaging (MRI) is a vital imaging method for the diagnosis and characterization of these tumors, which is particularly important for establishing a cancer treatment plan.

Objective: This study constitutes a narrative bibliographic review that visualizes the importance of MRI in the diagnosis and evolutionary monitoring of meningiomas and tissue characterization, correlating imaging findings with histological analysis of the tumor. **Results:** Meningiomas are generally isointense in T1 and T2, with variations linked to the more or less compact or hydrated texture of the tissue, associated with the presence of cysts, calcifications or adipose metaplasia. They can cause hyperostosis, leading to thickening of the affected bone. In post-contrast T1-weighted images, meningiomas usually appear with homogeneous hypersignal. **Conclusion:** MRI promises a promising way for the detection and characterization of meningiomas, providing prognostic data for their treatment. An accurate diagnosis helps in the evolutionary and post-surgical follow-up. In a 24-hour post-surgical period, MRI is able to identify tumor residues and late recurrences, common between 10 to 20 years after total tumor resection.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging, Meningiomas, Diagnosis.

INTRODUÇÃO

Desde a pré-história são descritos conhecimentos anatômicos, tendo em vista que fósseis de crânios humanos perfurados foram localizados, datados de mais ou menos três mil anos a.C. Dentre várias obras anatômicas, destaca-se a coleção de Hipócrates (600 – 300 a.C.) e contribuições das descrições ilustradas por Aristóteles. A escola de Alexandria, no Egito, caracterizou-se como a maior instituição científica da antiguidade clássica, onde a anatomia foi descrita pela primeira vez como uma disciplina, sendo que as primeiras dissecações de animais e humanos foram realizadas por Herófilo de Calcedônia, que identificou o cérebro como o principal órgão do Sistema Nervoso Central, e por Erasítrato ¹.

Desde o conhecimento anatômico, novas conquistas foram descritas ao longo da história da medicina. Alterações observadas puderam ajudar na identificação de disfunções fisiológicas, e contribuíram para o aumento do conhecimento na área da saúde. Atualmente a tecnologia tem influenciado bastante no diagnóstico das diversas morbidades conhecidas ^{1,2}.

Os meningiomas são tumores benignos que foram descritos por Richard Bright em 1831 como sendo tumores originados a partir da membrana aracnoidea. Cleland em 1864 sugeriu sua origem dos corpúsculos ou granulações de Pacchioni e Schmidt. Cushing em 1922 atribuiu definitivamente sua origem a partir de células aracnoideas das vilosidades e das membranas aracnoideas. Essa neoplasia pode migrar para tecidos adjacentes, como dura-máter, espaço vascular e todo o crânio ^{3,4}.

Estes tumores desenvolvem-se preferencialmente na convexidade cerebral, tenda cerebelar, sulcos olfatórios e asa menor do esfenoide. Acometem o Sistema Nervoso Central, com maior prevalência em mulheres após os cinquenta anos de idade e, normalmente, de forma assintomática. Os casos sintomáticos podem ocorrer devido constrição, oclusão e/ou propagação do tumor em estruturas fundamentais para a fisiologia do corpo humano ^{5,6}. O curso da doença pode variar bastante, devido sua evolução lenta, podendo variar entre 15 dias e 7 anos ³.

Sua etiologia é desconhecida, porém sabe-se de atributos causais, como: fator genético (mutação no gene NF2 e deleção no cromossomo 22q), efeitos tardios pelo contato com elementos radioativos, irritação ou infecção crônica das meninges, hematoma subdural e traumatismos cranianos podem induzir o desenvolvimento deste tumor ⁵⁻⁷.

Em relação aos métodos para o diagnóstico do meningioma, além dos indícios de alterações hematológicas, o diagnóstico por imagem revela com grande precisão a região acometida e possíveis metástases que, apesar de serem raras, apresentam uma incidência por

volta de 1:1000 casos. Os principais sítios de acometimento metastático dos meningiomas são: pulmões, fígado, linfonodos cervicais, ossos longos, pelve, crânio, pleura, vértebras e SNC ^{2,8}.

A ressonância magnética (RM) é essencial no diagnóstico de neoplasias do Sistema Nervoso Central, principalmente no planejamento de intervenções cirúrgicas. Essa técnica, além das vantagens de não utilizar radiações ionizantes, é fundamental no diagnóstico, caracterização tecidual (consistência do tumor) e correlação das análises de imagens com os subtipos histológicos do tumor para análise do prognóstico da doença. A análise da consistência do tumor pela RM pode colaborar para o planejamento das ressecções cirúrgicas mais adequadas do tumor e até mesmo uma substituição da dura-máter subjacente em tratamentos de casos avançados ^{2,9}.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi descrever a importância e benefícios da RM no diagnóstico e acompanhamento evolutivo dos meningiomas.

METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica narrativa para a qual foram realizadas buscas de trabalhos científicos nas plataformas eletrônicas de dados: PubMed (National Center of Biotechnology Information US), Portal de Periódicos da Capes, SciELO e Google Acadêmico. O recorte temporal da pesquisa foi o período de 1993 ao ano de 2020. Para a pesquisa foram utilizados os seguintes Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) ou palavras-chave, de forma isolada e combinada: *Ressonância Magnética, Meningiomas, Diagnóstico, Exames por Imagem, Magnetic resonance imaging, Imaging exams*. Foram incluídos neste estudo artigos publicados dentro do período temporal estabelecido, artigos com texto disponível na íntegra e estudos que apresentavam relação com os objetivos propostos. Foram excluídos deste estudo os artigos duplicados, artigos com textos completos não disponíveis, estudos que não apresentavam relação com os objetivos propostos e trabalhos publicados fora do período temporal determinado. Um total de 158 artigos foram encontrados nas bases de dados utilizadas, deste total foram selecionados 33 artigos que apresentavam conteúdos relacionados aos objetivos deste estudo.

Aspectos gerais dos Meningiomas

Os meningiomas são tumores benignos na maioria dos casos, entretanto, há ocorrência de casos anaplásicos com prognósticos ruins que ocorrem em menos de 5% dos meningiomas¹⁰.

Segundo a OMS (2016) os meningiomas podem ser classificados em grau 1, grau 2 e grau 3. Essa classificação está ligada a evidências histológicas associadas também à clínica dos pacientes. Nos meningiomas de grau 1, normalmente de curso benigno, pode se encontrar uma variedade de subtipos como por exemplo: meningotelial ou sincicial, fibroso ou fibroblástico, transicional, psamomatoso, angiomatoso, microcístico, secretor, rico em linfócitos e plasmócitos, e metaplásico. Nos meningiomas grau 2, são encontrados tumores atípicos com células de atividade mitótica aumentada, aumento do número de núcleos das células, aumento da relação núcleo-citoplasmática com nucléolos ressaltados, arquitetura difusa com presença de necrose. O grau 3 desses tumores são anaplásicos, caracterizados por elevada taxa de atividade mitótica ($\geq 20/10$ em campos visuais de maior aumento), padrão histológico sem distinção pela imunohistoquímica, e alterações genéticas como a deleção do cromossomo 22q e do gene NF2. Apesar dessas diferentes classificações, qualquer meningioma pode ter evolução atípica ou anaplásica^{10,11}.

Os tumores anaplásicos apresentam elevado potencial metastático, conforme demonstrado no estudo de Hongyi et al. (2018), no qual pacientes entre 33 e 91 anos de idade, do sexo masculino, apresentavam meningiomas anaplásicos com alterações invasivas nos tecidos ósseos, cerebrais e muscular¹⁰.

A ressonância magnética define, operacionalmente, a descoberta tumoral. Os meningiomas são isointensos em relação ao cérebro em imagens registradas em T1 e T2. Cerca de 10 a 15% dos meningiomas tem aparência atípica, simulando metástases ou gliomas malignos. Atualmente, trata-se do melhor exame para diagnóstico e acompanhamento evolutivo dos meningiomas^{5,7}.

A celularidade do tumor, o conteúdo de água e o conteúdo fibroso são considerados os principais determinantes das diferentes intensidades de sinal dos vários subtipos de meningioma¹².

Estudo realizado por Matsushima e colaboradores (2019) evidenciou em lâminas histopatológicas obtidas a partir da medula óssea de crânio, uma cavitação com acúmulo de sangue e infiltração tumoral, levando ao aumento da vascularização que não é compensada pela vasodilatação. Isso pode estar relacionado à hiperintensidade apresentada em T2 presumindo uma congestão no osso. A hiperostose foi evidenciada a partir da identificação de uma área

mais espessa que o crânio em um sítio diferente do habitual, sendo um achado do seio paranasal adjacente ao meningioma ¹³. A **Tabela 1** evidencia os principais aspectos e características dos meningiomas.

Tabela 1. Principais aspectos e características clínico-laboratoriais e imagenológicas dos meningiomas em pacientes adultos e pediátricos.

Principais características dos Meningiomas		
	Pacientes adultos	Pacientes pediátricos
Origem do tumor	• Vilosidades Aracnóideas • Membranas Aracnóideas	
Sítios anatômicos afetados	SNC, pulmões, fígado, linfonodos cervicais, ossos longos, pelve, crânio, pleura, vertebras	SNC (maior ocorrência intraventricular)
Evolução da doença	Lenta	Rápida
Representação em % dos tumores intracranianos primários	13 – 27%	1 – 4% na primeira década de vida
Sexo	Predomínio em indivíduos do sexo feminino	Predomínio em crianças do sexo masculino
Idade	50 – 70 anos	≤ 20 anos
Prognóstico	Benigno, na maioria dos casos	Quase sempre maligno
Diagnóstico imagenológico (RM)	• Geralmente, isossinal em imagens ponderadas em T1 e T2 • Hiperossinal em T1 pós contraste (Gadolinio) • Hiperostose • Edema cerebral • Sinal da cauda dural	
Taxa de Mortalidade	7 – 14%	Índice mais elevado que pacientes adultos em virtude do sítio anatômico e prognóstico

Principais achados clínico-laboratoriais	• Os sinais clínicos variam conforme o local do SNC acometido pelo tumor, podendo haver: Déficit neurológico focal, convulsão, sinais e sintomas de hipertensão intracraniana, cefaleia e crise parcial simples motora, paresia contralateral • Alguns dos achados laboratoriais evidenciados são observados nos líquidos corporais e biópsia, tais como: Corpos de psamomma, invasão focal no parênquima cerebral, hipercelularidade com presença de mitose e aparecimento de núcleos bizarros
Fonte: Hou et al. (2017)³; Torres et al. (1996)⁵; Lin et al. (2014)⁹; Yao et al. (2016)¹²; Figueiredo et al. (1998)¹⁴; Hanel et al. (2001)¹⁵; Mazzola (2009)^{16,17}; Gasparetto et al. (2007)¹⁸.	

Manifestações clínicas

Em 90% dos casos os meningiomas são tumores benignos, sendo o segundo grupo de maior importância dentre as neoplasias primárias que acometem o SNC ¹⁹.

Os sinais e sintomas provocados pelo meningioma refletem a sua localização e devido ao crescimento lento podem atingir grandes proporções antes de manifestarem algum sinal ou sintoma. Meningiomas da foice e parasagitais do terço médio do seio sagital são os mais frequentes e geralmente se manifestam com paresia contralateral ⁵.

Em pacientes pediátricos com suturas não fundidas, pode haver aumento do perímetro cefálico. É descrito ainda déficit neurológico focal, convulsão, sinais e sintomas de hipertensão intracraniana, cefaleia e crise parcial simples motora ¹⁵.

Epidemiologia

Na literatura, há poucos estudos com dados epidemiológicos para os meningiomas. No estudo de Mendes et al. (2014), quanto ao tipo histológico, os meningiomas transicionais são os mais prevalentes, com (39,8%) dos 196 casos de meningiomas, seguido por atípico (29,1%), meningotelial (17,3%), fibroblástico (7,1%), angiomatoso (1,5%), microcístico, *clear cells* e anaplásico (1% cada) e psamomatoso e secretor (0,5% cada) ²⁰.

Diversos estudos apontam que esse tipo de tumor acomete principalmente indivíduos do sexo feminino com idade entre 50 e 70 anos. Apresenta incidência de 6 casos por 100.000

habitantes por ano, nos Estados Unidos e prevalência de 97,5 casos por 100.000 habitantes 5,19,21.

Estudo realizado por Hanel e colaboradores (2001) avaliou alguns casos de meningiomas pediátricos onde observaram alguns aspectos, como o sítio anatômico do tumor e o prognóstico que diferem do que é comumente observado em indivíduos adultos. Em 1961, uma revisão de 1760 meningiomas evidenciou apenas 19 casos na infância, sendo abordada por alguns autores sua maior incidência em crianças do sexo masculino e menor frequência de aderência à dura-máter. Observou-se ainda diferença entre os sítios anatômicos, com maior ocorrência intraventricular, crescimento rápido, predisposição à transformação sarcomatosa e pior prognóstico ¹⁵.

Ressonância Magnética (RM)

Segundo Mazzola (2009), a imagem por ressonância magnética é uma técnica em ascendência, utilizada no diagnóstico clínico e na sondagem de aspectos anatomofuncionais. Sua aquisição é decorrente da interação física entre um campo magnético e ondas de radiofrequência gerados pelo equipamento e os prótons de hidrogênio presentes no corpo do indivíduo submetido ao método. Foi descrita em 1946 por Bloch e Purcell, porém, as primeiras imagens obtidas foram possíveis apenas em 1976, evidenciando sua complexidade ^{16,17}.

A ressonância magnética produz imagens de maneira não invasiva, em três dimensões, com ampla resolução espacial e de contraste, sem utilizar radiações ionizantes ²². Esse exame permite a observação estrutural e dinâmica da matéria por meio de manifestação física entre dois sistemas distintos. Tem seu princípio fundamentado na interação de radiofrequências eletromagnéticas com os núcleos dos átomos de hidrogênio (spin nuclear) submetidos a esse campo, causando excitação atômica e estimulando a captação desses sinais por uma antena, convertendo-os em imagem ²³.

Spin nuclear ou momento angular são propriedades apresentadas por prótons e nêutrons, que representam movimento de rotação sobre seu próprio eixo. Além disso, o próton apresenta um momento em que se comporta como um magneto em consequência de sua carga elétrica, que somado ao movimento é referido como um dipolomagnético, que não somente produz um campo eletromagnético, mas responde à presença de outras fontes ^{23,24}.

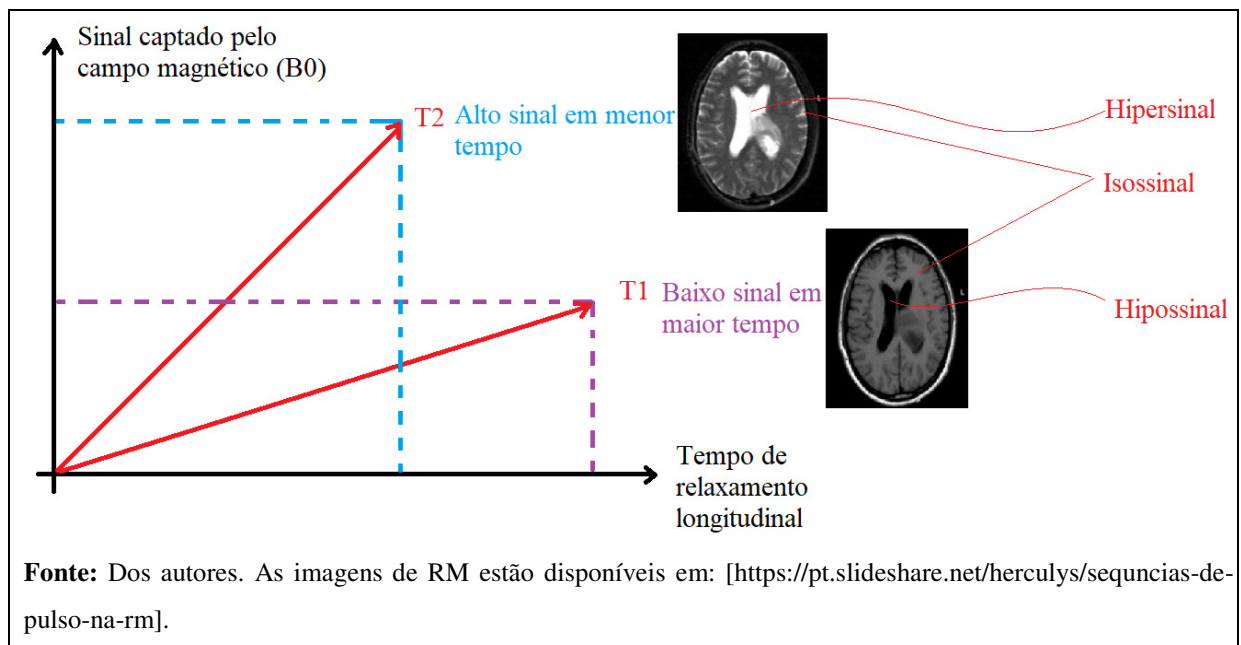
É de suma importância o isolamento do campo magnético para efetivação do princípio da RM, evitando a dispersão dos spins e a perda do sinal ²².

Sinal da RM e princípios para a aquisição das imagens

A depender da imagem de RM, muitos órgãos emitem baixos sinais e quando são acometidos por algum tipo de tumor tornam-se mais evidenciados, especialmente após o uso do contraste, em caso de imagens ponderadas em T1 ²². Esses sinais podem ser diferenciados como hipointenso, isointenso e hiperintenso ¹⁸.

O sinal é produzido, na ressonância magnética, pelo momento magnético do próton. Trata-se da indução de uma corrente elétrica induzida em uma bobina receptora pelo momento magnético. Estes prótons devem alinhar-se para serem detectados pela bobina. Em situação normal, os prótons encontram-se dispostos aleatoriamente no corpo, havendo a necessidade de serem posicionados em um campo magnético externo para que os spins se alinhem na mesma direção do campo magnético, e no mesmo sentido do vetor ou sentido contrário a ele ²³.

Os efeitos de relaxação T1 (spin-rede) e T2 (spin-spin) dão melhor resolução do contraste de partes moles na RM quando comparada à Tomografia Computadorizada (TC). A água e os lipídeos presentes no organismo são dotados de prótons, possibilitando observar o tempo de relaxação e o comportamento do contraste. Em imagens ponderadas em T1, os líquidos aparecem com hipossinal enquanto nas imagens ponderadas em T2 e DP o sinal dos líquidos é hiperintenso ²³.



Quando aplicado no tecido humano, os pulsos de radiofrequência deslocam a direção de magnetização dos prótons de hidrogênio, e posteriormente, ao serem desligados, os spins retornam paulatinamente à sua origem num intervalo denominado tempo de relaxação, sendo diferenciados entre T1 (spin-rede: relacionado ao retorno da magnetização com influência da

interação entre os spins e as moléculas de hidrogênio) e T2 (spin-spin: na comunicação dos prótons com campos de outros núcleos) ²⁴.

Os campos magnéticos induzem a propagação de correntes elétricas, com baixa intensidade, direcionadas de modo a não causarem lesões celulares por meio da quebra de ligações químicas, tornando o método não ionizante, porém, a elevada exposição à esses campos pode causar lesões a partir da geração de radicais livres endógenos ou interação com os canais de cálcio ²⁵.

Embora a RM convencional colabore bastante para o diagnóstico dos meningiomas, ela não pode determinar o seu grau patológico ou o potencial de crescimento tumoral ²⁶.

O uso de contrastes na RM

As técnicas imagenológicas geralmente utilizam substâncias químicas que servem como marcadores, estimulando a produção do sinal da imagem. Tais substâncias são conhecidas como contrastes, que podem ter administração endovenosa ou oral, principalmente ²².

Grande parte dos compostos utilizados desde 1980 como contraste na RM são à base de quelatos do íon paramagnético gadolínio. Este contraste pode ser comercializado em duas categorias: extracelular inespecífico e intracelular específico, diferenciando-se apenas na molécula quelante carreadora. É encontrado na natureza como um elemento “terras raras”, sendo extraído de rochas. Apresenta-se como um cristal branco prateado, com propriedades ferromagnéticas em temperatura ambiente. A aquisição de imagens por ressonância magnética com uso deste contraste intravenoso tem como finalidade evidenciar seu efeito paramagnético sobre os tecidos adjacentes. Na prática, o gadolínio reduz os tempos de relaxamento do hidrogênio ligado à água em ponderação T1, aumentando o sinal de tecidos biológicos vascularizados. Apresenta fraca afinidade por tecidos biológicos, diferentemente dos contrastes iodados utilizados na TC. Além disso, o gadolínio é descrito como um contraste mais seguro, porque o volume administrado é bem menor em relação ao da TC, variando entre 10 e 20 mL. Entretanto, pode haver algumas complicações devido ao seu uso, como efeitos adversos, que são descritos com uma incidência de 2% a 4%, podendo ocorrer raramente laringoespasma e choque anafilático. Complicações crônicas podem ser observadas, como a fibrose nefrogênica sistêmica ²⁷.

Diagnóstico dos meningiomas por RM

O diagnóstico por imagem, utilizando-se a RM, fornece imagens tridimensionais capazes de diagnosticar meningiomas de forma não invasiva com grande confiança e delinear com precisão as localizações desses tumores em relação às suas estruturas adjacentes para colaborar com o planejamento terapêutico ^{12,19}.

Meningiomas assintomáticos podem ser identificados e seu crescimento monitorado ao longo do tempo. Além disso, a imagem serve rotineiramente como uma ferramenta essencial para pesquisar a extensão do tumor em vários estágios durante o curso do tratamento, desse modo fornecendo orientações sobre sua eficácia ou a necessidade de novas intervenções ^{12,19,23,28}. O **Quadro 1** apresenta os principais benefícios da RM no diagnóstico e monitoramento de meningiomas.

Quadro 1. Principais benefícios da Ressonância Magnética (RM) no diagnóstico e monitoramento de meningiomas.

- ✓ A técnica não emprega radiação ionizante;
- ✓ A RM fornece imagens tridimensionais do tumor;
- ✓ Fornece imagens de alta resolução capazes de detectar com precisão a localização, características e extensão dos meningiomas;
- ✓ Detecta infiltrações tumorais e calcificações cerebrais em lesões intra e extradurais e infiltrações em estruturas cranianas adjacentes ao tumor;
- ✓ Monitora o crescimento dos meningiomas ao longo do tempo;
- ✓ Fornece dados sobre o prognóstico dos meningiomas.

Fonte: Yao et al. (2016)¹²; Mazzola (2009)^{16,17}; Gasparetto et al. (2007)¹⁸.

Segundo a Sociedade Americana de Câncer (2020), a biópsia dos espécimes para avaliação molecular e os exames de imagem podem ser bastante úteis no diagnóstico e acompanhamento evolutivo do estadiamento de diversos tipos de tumores, podendo se realizar a Ressonância Magnética para orientação do procedimento invasivo. Além do diagnóstico por imagem, pode-se realizar ainda exames laboratoriais como o Hemograma, EAS e punção lombar em busca de possíveis alterações nos líquidos corporais avaliados por cada um destes testes, sendo respectivamente, o sangue, urina e líquido cefalorraquidiano ²⁹.

Usualmente o crescimento dos meningiomas é lento e apresenta poucos sinais e sintomas no estágio inicial. Meningiomas cerebrais são detectados ao atingirem uma fase avançada com tamanho relativamente grande, capaz de comprimir estruturas adjacentes ¹⁹.

O meningioma é o tumor primário intracraniano mais comum, representando cerca de 14-20% dos casos. Na grande maioria são lesões intradurais, e apenas 1-2% são extradurais ²⁸.

Em RM, os meningiomas são geralmente isointensos em T1 e T2, com variações ligadas à textura mais ou menos compacta ou hidratada do tecido, presença de cistos, calcificações ou metaplasia adiposa. Como exemplo, meningiomas microcísticos são ricos em líquido intercelular e dão hipossinal em T1 e hipersinal em T2. Meningiomas psamomatosos densamente calcificados dão hipossinal em T1 e T2. Com contraste, meningiomas mostram captação forte na RM ponderada em T1 (**Figura 1**) ^{12,19}.

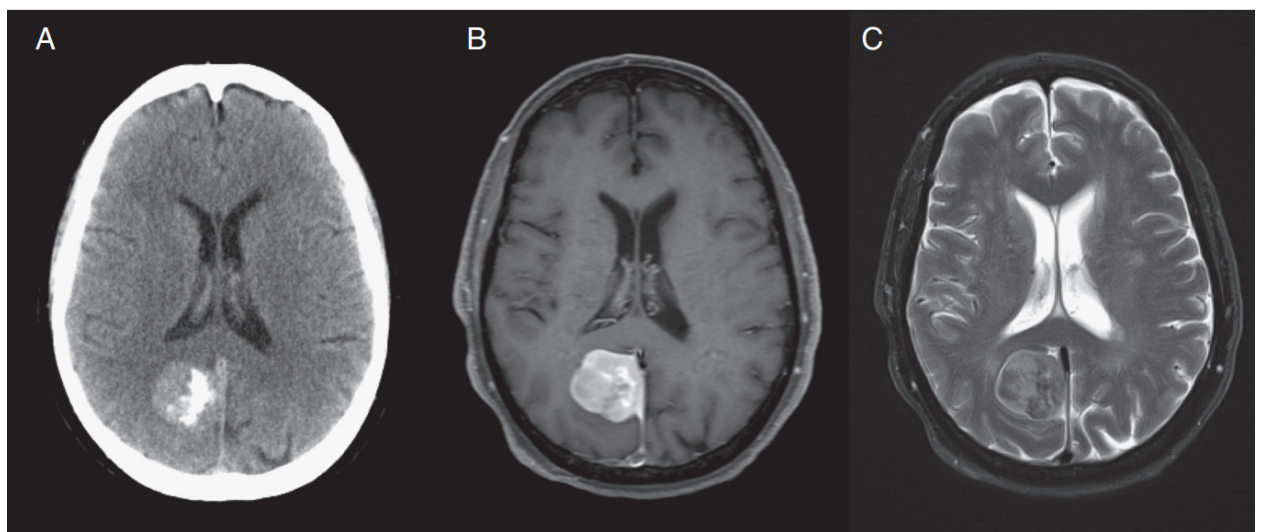


Figura 1. (A) TC sem contraste, (B) RM ponderada em T1 com gadolínio e (C) RM ponderada em T2 de um meningioma falcino direito parcialmente calcificado. **Fonte:** Adaptado de Huang et al. (2019)³⁰.

Segundo estudo realizado por Gasparetto e colaboradores (2007) em São Paulo-SP-Brasil, os meningiomas na ressonância magnética tem variedade no sinal, na maior parte das vezes isointenso ou hipointenso na sequência T1 e hiperintenso em T2. Contudo, lesões apresentam sinal heterogêneo em T1 com destaques para imagens em T2. Com a administração do gadolínio observa-se um realce intenso dessa estrutura. Esse estudo demonstrou prevalência de baixo sinal em T1 na maioria dos tumores (60%), com maior emissão de sinal em T2 (68%) e Fluid-attenuated inversion recovery-FLAIR (69%), com intenso sinal ao uso de contraste, com 26% dos casos com infiltração óssea e 59% deles com sinal da cauda dural (**Figura 2**) ¹⁸.

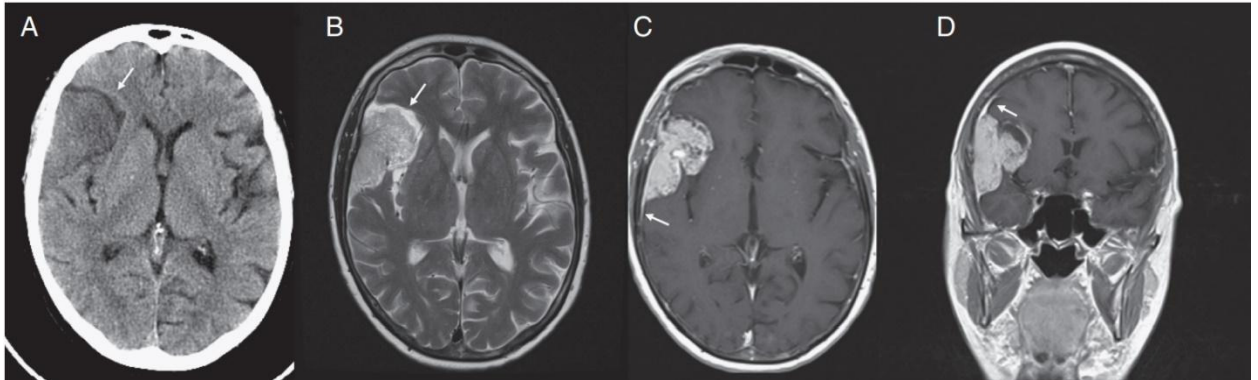


Figura 2. (A) A TC sem contraste mostra uma massa extra-axial com uma fenda de LCR de baixa densidade (seta) entre a massa e o lobo frontal direito adjacente. (B) Imagem de ressonância magnética ponderada em T2 mostra uma massa de sinal intermediário com fenda de LCR (seta). Ressonância magnética aprimorada com gadolínio em (C) axial e (D) coronal planes demonstra realce ávido dentro da massa e um sinal de cauda dural (ponta de seta).

Fonte: Adaptado de Huang et al. (2019)³⁰.

Partindo do princípio das imagens ponderadas em T1 e T2, podemos evidenciar a presença de grande quantidade de sangue nos meningiomas. Isso deve-se à sua hipervascularização, demonstrando maior evidenciação nas imagens ponderadas em T2^{13,23}.

Matsushima (2019) afirma que “O chamado sinal da cauda dural é amplamente conhecido como um achado útil para o diagnóstico de meningioma.” Essa estrutura refere-se a um segmento espessado da dura-máter adjacente a uma lesão, destacando-se com o formato de cauda. A impregnação por contraste da dura-máter nas proximidades de meningiomas é atribuída à maior vascularização da camada interna da dura-máter, amplificada pela circulação sanguínea gerada pelo tumor. Esse sinal já foi altamente específico nos meningiomas, mas pode ocorrer também em outros tumores intra ou extra-axiais. Nos meningiomas, apresenta baixa especificidade e boa sensibilidade, podendo variar entre 50% e 80%. Pode representar alterações vasculares isoladas, invasão tumoral, crescimento tumoral adjacente e não contíguo e micronódulos tumorais^{13,31}.

Acredita-se que achados histopatológicos correspondem ao aumento da vascularização e ao realce intramedular, refletindo a congestão no osso e ocasionando a hiperintensidade em T2¹³.

Tumores hiperintensos em T2 são mais prováveis de serem angioblástico, meningotelial ou sincicial e, também tendem a ser tumores mais suaves. Os tumores hiperintensos em relação à substância cinzenta cerebral em T2, geralmente, são mais propensos a demonstrar componentes de atipia, invasão, angioblástica ou melanocítica. Os tumores hipointensos em T2 são, principalmente, do subtipo fibroblástico, caracterizado por uma matriz colágena densa, e

tendem a ser mais firmes. Há uma correlação entre maior conteúdo de colágeno e hipointensidade em T2, e entre maior conteúdo de água e vascularidade e hiperintensidade em T2 ¹².

Portanto, achados relevantes no diagnóstico de meningiomas por RM são: vaso intramedular proeminente, realce intramedular e hiperintensidade T2 intramedular podem ser reconhecidos no crânio adjacente aos meningiomas. Esses achados aparecem tão frequentemente ou mais frequentemente do que hiperostose ¹³.

Meningiomas podem provocar hiperostose se infiltrando em ossos do crânio estimulando a proliferação de osteoblastos com deposição de matriz óssea e mineralização, levando ao espessamento do osso afetado (**Figura 3**) ^{12,13}. Essas evidências encontradas nos casos de meningiomas apresentam mecanismos desconhecidos, mas, acredita-se que estão relacionados entre si, associando-se à hipervascularização observada. Esses achados podem ainda estar diretamente associados ao tamanho do tumor, sendo que, quanto maior o meningioma, maior a vascularização ¹³.

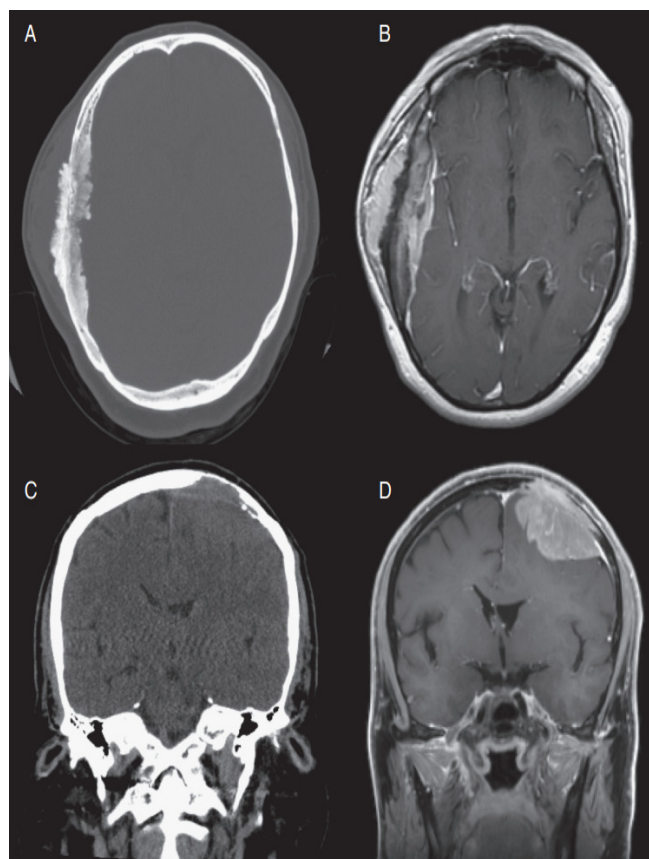


Figura 3. TC sem contraste e ressonância magnética ponderada em T1 com gadolínio demonstrando (A, B) um meningioma grau I com hiperostose profunda e tumor de realce extracalvarial e (C, D) um meningioma de grau III com erosão lítica do osso adjacente da invasão do tumor. **Fonte:** Adaptado de Huang et al. (2019)³⁰.

Achados histopatológicos

A característica histológica patognomônica de um meningioma são formações esféricas de células meningoteliais, chamadas verticilos, que eventualmente se mineraliza em corpos de psammoma ³².

Desde a publicação das diretrizes revisadas da OMS de 2016, os meningiomas são classificados como grau II de tumores atípicos se eles tiverem 4+ mitoses por dez campos de microscopia óptica consecutivos de alta potência (usando uma objetiva de 40 ×) ou invasão cerebral, definida como meningioma infiltrando para o córtex subjacente sem uma camada intermediária de tecido conjuntivo ¹¹.

O estudo de Lin et al. (2014) em lâminas histopatológicas de 120 tecidos parafinados e corados com HE, determinou a diferenciação de tumores cerebrais de acordo com os critérios da OMS (2007) ⁹. Alguns dos achados histopatológicos dos meningiomas são apresentados na **Figura 4**.

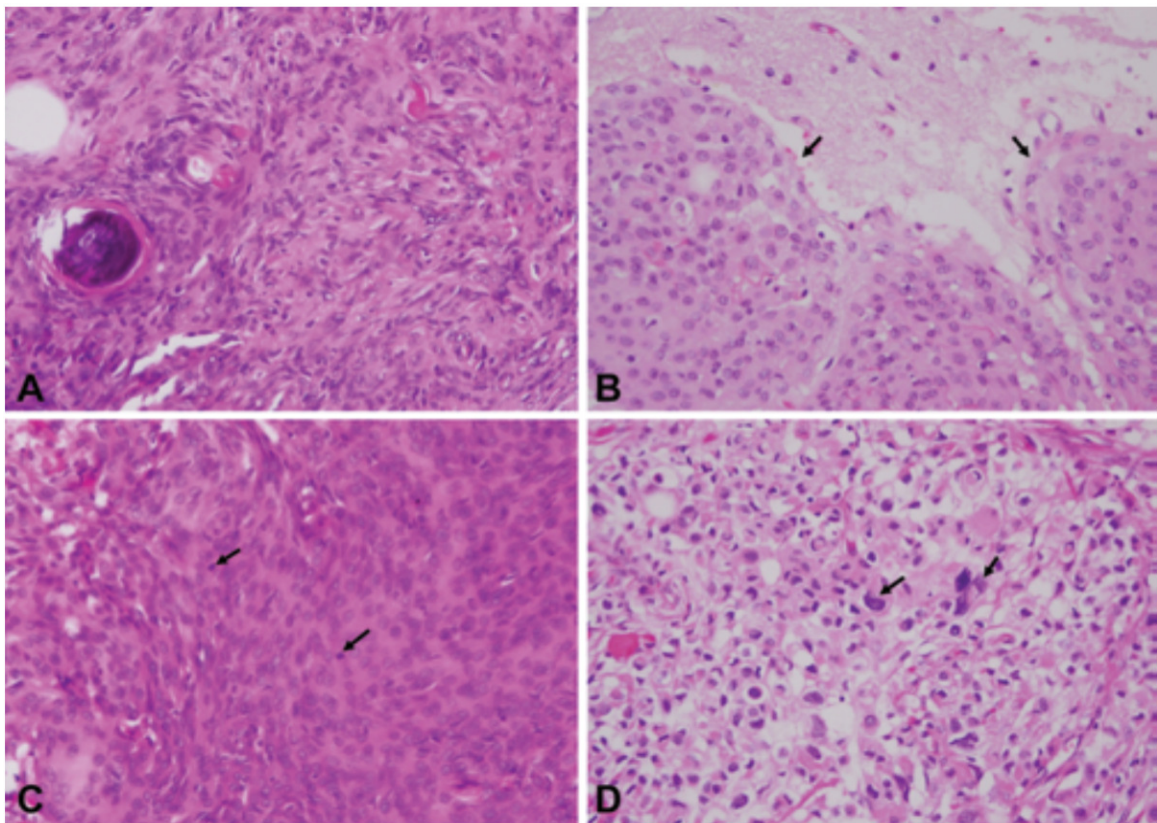


Figura 4. Adaptada de Lin et al. (2014)⁹. Correlação entre a graduação da ressonância magnética e a graduação patológica no meningioma. **A.** Meningioma meningoteliomatoso (Grau I) apresentaram corpos de psammoma; **B.** Meningioma com histopatologia benigna demonstrou invasão focal no parênquima cerebral (Grau II); **C.** Os meningiomas atípicos (Grau II) mostrou hiper celularidade com presença de mitoses. **D.** Meningioma anaplásico (Grau III) indicou núcleos bizarros.

Acompanhamento evolutivo dos meningiomas por Ressonância Magnética

Desde seu aparecimento, o meningioma deve ser devidamente diagnosticado e acompanhado em sua progressão como medida de segurança para um tratamento eficaz, necessitando de uma avaliação por imagem mesmo após a ressecção cirúrgica total, mesmo sendo associado a uma menor recorrência e maior sobrevida global. Meningiomas residuais são avaliados com maior frequência pela ressonância magnética contrastada, realizada em um prazo de 24 a 72 horas pós operatória. Pode haver um realce dos tecidos de granulação no local, dificultando a diferenciação do tumor residual. Entretanto, as alterações reativas tendem a ser lineares enquanto o resíduo tumoral apresenta-se de forma nodular. Com o aumento da taxa de recorrência, é recomendado que se realize uma margem ampla de ressecção óssea e da dura-máter, podendo haver a complementação deste procedimento com técnicas de radiocirurgia e com o uso de hidroxiuréia em meningiomas benignos irresssecáveis e recorrentes, os quais demonstram bastante eficácia, diferente dos meningiomas malignos e atípicos ^{30,33}.

Há grande susceptibilidade de localizar artefatos pós-operatório imediato devido a presença de ar e hemoderivados na região da ressecção, obscurecendo os locais do tumor realçado, recomendando-se técnicas de eco gradiente 3D e supressão de gordura, monitorando a proliferação tumoral ao longo do tempo. É possível fazer uma distinção através da ressonância magnética entre o efeito do tumor, já que a necrose de radiação (que pode ser vista após tratamento de radioterapia) é evidenciada com realce intra-axial. Já nos meningiomas recorrentes, observa-se o espessamento dural ou realce nodular. A avaliação por imagem é de extrema importância para o acompanhamento evolutivo do meningioma, sendo fundamental que haja comparações entre as imagens nos diversos estágios do tumor para evidenciar sua progressão ou regressão, bem como a observação de seu efeito sobre tecidos peritumorais ³⁰.

Embora haja um acompanhamento rotineiro dos meningiomas após a ressecção, não existe um consenso estabelecido que se refere à frequência do acompanhamento por imagem. Segundo Huang (2019), a National Comprehensive Cancer Network fornece uma diretriz para o acompanhamento dos meningiomas de graus I e II da OMS em 3, 6 e 12 meses após a cirurgia ou exposição à radiação. Após este período, a cada 6-12 meses por 5 anos e em seguida a cada 1-3 anos. Pode haver uma recorrência tardia desses meningiomas por volta de 10 a 20 anos após o tratamento, sendo fundamental que haja uma vigilância de longo prazo em pacientes jovens

CONCLUSÃO

Os meningiomas são tumores quase sempre benignos, que acometem o SNC e podem apresentar diferentes características ao longo de sua evolução, de acordo com sua classificação, dada pela OMS em graus, que variam de 1 a 3. A importância do diagnóstico por imagem, especialmente da RM, no tratamento contemporâneo e no manejo do meningioma está em sua capacidade de informar a sua localização, crescimento ao longo do tempo e efeito sobre os tecidos adjacentes. Os meningiomas intracranianos geralmente apresentam-se isointensos em T1 e T2, com algumas variações. Nota-se ainda hipersinal em T1 pós contraste. Além disso, edema cerebral, sinal da cauda dural e infiltração óssea são os achados associados mais frequentes. Entretanto, sua precisão e reprodutibilidade precisam ser validados dentro de populações de pacientes bem definidas, subtipos de tumor e modalidades de tratamento. Com o acompanhamento evolutivo, podemos estimar a taxa de sobrevida dos pacientes diagnosticados com meningiomas e tratados, sobretudo quando são submetidos à ressecção do tumor e que realizam um acompanhamento periódico a fim de identificar possíveis recorrências, que acontecem na maioria dos casos.

REFERÊNCIAS

1. Talamoni A. Anatomia, ensino e entretenimento. *Os Nerv e os ossos do ofício uma análise etnológica da aula Anat.* Published online 2014:23–37. doi:10.7476/9788568334430
2. Madureira LCA, Oliveira CS, Seixas C, Nardi V De, Araújo RPC, Alves C. Importância da imagem por ressonância magnética nos estudos dos processos interativos dos órgãos e sistemas. *Rev Ciências Médicas e Biológicas.* 2010;9(1):13–19. doi:10.9771/cmbio.v9i1.4727
3. Hou W, Ma Y, Xing H, Yin Y. Imaging characteristics and surgical treatment of invasive meningioma. *Oncol Lett.* 2017;13(5):2965–2970. doi:10.3892/ol.2017.5833
4. Costa Jr LB da, Morais JV de, Lemos S. Meningioma com transformação rabdóide: relato de caso. *Arq Neuropsiquiatr.* 2003;61(2A):277–280. doi:10.1590/s0004-282x2003000200023
5. Torres LFB, Madalozzo LE, Werner B, et al. Meningiomas: Estudo epidemiológico e anátomo-patológico de 304 casos. *Arq Neuropsiquiatr.* 1996;54(4):549–556. doi:10.1590/S0004-282X1996000400001
6. Watts J, Box G, Galvin A, Brotchie P, Trost N, Sutherland T. Magnetic resonance imaging of meningiomas: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2014;5:113–122. doi:10.1007/s13244-013-0302-4
7. Rockhill J, Mrugala M, Chamberlain MC. Intracranial meningiomas: an overview of diagnosis and treatment. *Neurosurg Focus.* 2007;23(4: E1):1–7. doi:10.3171/FOC-07/10/E1
8. Rubin AS, Pellegrin LG, Porto N da S, Geyer G. Múltiplas metástases pulmonares de meningioma benigno. *J Bras Pneumol.* 2005;31(2):177–180. doi:10.1590/s1806-37132005000200015
9. Lin BJ, Chou KN, Kao HW, et al. Correlation between magnetic resonance imaging grading and pathological grading in meningioma. *J Neurosurg.* Published online 2014:1–8. doi:10.3171/2014.7.JNS132359
10. Cao H, Jiang B, Zhao Y, Fan C. A rare subtype of meningioma. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(23 (e11019)):1–7. doi:10.1097/MD.00000000000011019
11. Louis DN, Perry A, Reifenberger G, et al. The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Acta Neuropathol.* 2016;131(6):803–820. doi:10.1007/s00401-016-1545-1

12. Yao A, Pain M, Balchandani P, Shrivastava RK. Can MRI predict meningioma consistency?: a correlation with tumor pathology and systematic review. *Neurosurg Rev*. Published online 2016;745–753. doi:10.1007/s10143-016-0801-0
13. Matsushima S, Shimizu T, Fukasawa N, Ojiri H. Novel Characteristic Skull Magnetic Resonance Imaging Features Associated With Meningioma. *J Comput Assist Tomogr*. 2019;43(5):708–712. doi:10.1097/RCT.0000000000000900
14. Figueiredo EG, Aguiar PH, Córdoba BF, Fujimoto Y, Rotta JM, Marino RJ. Meningiomas Supratentoriais Diagnóstico, resultados cirúrgicos e complicações. *Arq Neuropsiquiatr*. 1998;56((3 A)):429–435. doi:10.1590/s0004-282x1998000300012
15. Hanel RA, Tatsui CE, Araujo JC, et al. Meningiomas em pacientes pediátricos - Relato de 2 casos. *Arq Neuropsiquiatr*. 2001;59((3 A)):623–627. doi:10.1590/s0004-282x2001000400029
16. Mazzola AA. Ressonancia magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. *Rev Bras Física Médica*. 2009;3(1):117–129. doi:10.29384/RBFM.2009.V3.N1.P117-129
17. Mazzola A. Física da RMN. Published online 2009:1–123.
18. Gasparetto EL, Leite CDC, Lucato LT, et al. Intracranial meningiomas: Magnetic resonance imaging findings in 78 cases. *Arq Neuropsiquiatr*. 2007;65((3 A)):610–614. doi:10.1590/s0004-282x2007000400012
19. Pimentel FL, Guerra GG, dos Santos K, et al. Estudo do perfil epidemiológico dos pacientes com meningioma cerebral da região do Alto Tietê. *Rev Neurociencias*. 2015;23(3):337–341. doi:10.4181/RNC.2015.23.03.1025.05p
20. Mendes GA, Ongaratti BR, Pereira-Lima JFS. Epidemiologia de uma série de tumores primários do sistema nervoso central. *Arq Bras Neurocir*. 2014;33(4):279–283. doi:10.1055/s-0038-1626227
21. Claus EB, Bondy ML, Schildkraut JM, Wiemels JL, Wrensch M, Black PM. Epidemiology of intracranial meningioma. *Neurosurgery*. 2005;57(6):1088–1095. doi:10.1227/01.NEU.0000188281.91351.B9
22. Guimaraes MD, Schuch A, Hochhegger B, Gross JL, Chojniak R, Marchiori E. Ressonância magnética funcional na oncologia: Estado da arte. *Radiol Bras*. 2014;47(2):101–111. doi:10.1590/S0100-39842014000200013

23. Hage MCFNS, Iwasaki M. Imagem por ressonância magnética: Princípios básicos. *Cienc Rural*. 2009;39(4):1287–1295. doi:10.1590/s0103-84782009005000041
24. Nunes TCL, da Silveira JB. Ressonância Magnética Nuclear: A Física Envolvida no Diagnóstico por Imagens. *Rev Conex Eletrônica*. 2017;14(1):439–451.
25. Marcilio I, Habermann M, Gouveia N. Campos magnéticos de frequência extremamente baixa e efeitos na saúde: revisão da literatura. *Rev Bras Epidemiol*. 2009;12(2):105–123. doi:10.1016/B978-1-4377-0314-6.00013-9
26. Alegro M de C. Segmentação de tumores do encéfalo em imagens por ressonância magnética baseada em informações texturais. Published online 2009:1–115. http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-11082009-170102/publico/dissertacao_Maryana_Alegro.pdf
27. Elias JJ, Dos Santos AC, Koenigkam-Santos M, Nogueira-Barbosa MH, Muglia VF. Complicações do uso intravenoso de agentes de contraste à base de gadolínio para ressonância magnética. *Radiol Bras*. 2008;41(4):263–267. doi:10.1590/s0100-39842008000400013
28. Zakhari N, Torres C, Castillo M, Nguyen TB. Uncommon Cranial Meningioma: Key Imaging Features on Conventional and Advanced Imaging. *Clin Neuroradiol*. 2017;27:135–144. doi:10.1007/s00062-017-0583-y
29. American Cancer Society. Brain and Spinal Cord Tumor in Adults Early Detection, Diagnosis, and Staging. Published online 2020:1–19. <https://www.cancer.org/content/dam/CRC/PDF/Public/8569.00.pdf>
30. Huang RY, Bi WL, Griffith B, et al. Imaging and diagnostic advances for intracranial meningiomas. *Neuro Oncol*. 2019;21(S1):i44–i61. doi:10.1093/neuonc/noy143
31. Barra FR, Gonçalves FG, Matos V de lima, et al. Sinais em neurorradiologia - Parte 2. *Radiol Bras*. 2011;44(2):129–133. doi:10.1590/S0100-39842011000200013
32. Menke JR, Raleigh DR, Gown AM, Thomas S, Perry A, Tihan T. Somatostatin receptor 2a is a more sensitive diagnostic marker of meningioma than epithelial membrane antigen. *Acta Neuropathol*. 2015;130(3):441–443. doi:10.1007/s00401-015-1459-3
33. Barboza EDS, Panagopoulos AT, Lancellotti CLP, Veiga JCE. Meningeoma pós-radioterapia. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006;64(3 B):794–797. doi:10.1590/s0004-282x2006000500017