

NEUROLOGIA

Diagnósticos, Tratamentos e Cirurgias

Edição III

EP EDITORA
PASTEUR

Capítulo 11

EXAMES DE IMAGEM APLICADOS A NEUROLOGIA

Luiza Costa Gomes¹
Jessica Kirjner¹
Carlos Eduardo Gasparetto¹
Leonardo Bacchin Carbonell Schotkis¹
Manuela Paczko Bozko Cecchini¹
Isadora Martinewski Fonseca¹
Laura Delai¹
Andre Both Martins¹
Ana Caroline De Souza Keppel¹
Amanda Isasmendi Stein¹
Sofia Lisboa Lazzarotti¹
Marina Frosi Amaral¹
Lais Meyer Golendziner¹
Isabella Pinheiro Barboza¹
Emilly Caroline Lopes¹

1. Discente - Medicina – Universidade Luterana do Brasil

Palavras-Chave: Neurologia; Tomografia computadorizada; Ressonância magnética.

Doi

10.59290/978-65-6029-133-1.11

INTRODUÇÃO

O rápido avanço dos exames de imagem nas últimas duas décadas aumentou significativamente o papel da imagiologia na medicina. A imagiologia desempenha um papel integral na avaliação dos transtornos neurológicos. Ela é realizada para fins de diagnóstico, avaliação da eficácia do tratamento, acompanhamento e como guia anatômico para procedimentos. (OSBORN; DIGRE. *Neurologia em Imagem*, 2018).

Doenças neurológicas benignas e neoplasias que ameaçam a vida podem apresentar sintomas semelhantes, sobrepostos, relativamente inespecíficos. A história clínica combinada a um bom exame neurológico é, muitas vezes, acompanhada de investigações laboratoriais, eletroencefalografia, punção lombar e outros exames. A tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) compõem a espinha dorsal da investigação por imagem desses pacientes. As doenças neurológicas geralmente são complexas, e alcançar um diagnóstico envolve conhecimento sobre neuroanatomia, patologia, fisiologia e também a respeito de ferramentas diagnósticas, tais como neuroimagem. Objetivo deste trabalho é destacar a evolução dos exames de imagem na neurologia. (OSBORN; DIGRE. *Neurologia em Imagem*, 2018).

MÉTODO

Trata-se de uma revisão (integrativa, sistemática ou narrativa) realizada no período de 2024 por meio de pesquisas nas bases de dados: ex. *PubMed* e *Medline*. Foram utilizados os descritores: neurologia, ressonância magnética, tomografia computadorizada. Desta busca foram encontrados 20 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas português; publicados no período de 2001 a 2023 e que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa, estudos do tipo (revisão, meta-análise), disponibilizados na íntegra.

Após os critérios de seleção restaram 10 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, de forma a refletir a relação dos exames de imagem com a neurologia moderna e seus aspectos fundamentais para o diagnóstico de enfermidades neurológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tomografia Computadorizada (TU): A Tomografia Computadorizada (TC) começou a ser desenvolvida nos anos 60 pelo neurologista William Oldendorf. Entretanto, apenas no início da década de 70 foi apresentado o primeiro esboço de como seria uma TC, sendo de grande utilidade na análise do encéfalo. Essa tecnologia, baseada em raio-X, permitiu uma melhor visualização do sistema ventricular e de partes ósseas do crânio. O aparelho de TC é composto por radiação x, na qual é emitida em forma de leque e captada e transformada em sinal elétrico para ser convertida em uma imagem digital. A análise é feita pela comparação de densidade de absorção do raio-X, podendo ser classificado a partir da escala de *Hounsfield* (JÚNIOR & YAMASHITA, 2001).

A absorção diferencial do feixe de raios X por tecidos distintos produz níveis variados de densidade na imagem, que, nas tomografias computadorizadas, são mensurados em unidades *Hounsfield* (HU). O resultado pode ser exibido em formato transversal ou em múltiplos planos. A TC com múltiplas fileiras de detectores (TCMD) aumentou a potencialidade da TC, ao permitir varreduras mais rápidas, maior resolução espacial e reconstruções multiplanares.

A capacidade da TC de fornecer imagens de condições traumáticas do cérebro e da coluna vertebral de maneira rápida fez com que ela adquirisse valor inestimável no manejo do neurotrauma agudo. Lesões comumente vistas na TC incluem fraturas na calota craniana, hemorragias agudas intra e extra-axiais, contusões hemorrágicas, lesão axonal difusa e fraturas vertebrais. Além do mais, a TC desempenha um papel fundamental no manejo do AVC agudo, sendo considerada o método de imagem de primeira escolha. Ela ajuda rapidamente a determinar se os sinais e sintomas identificados podem ser atribuídos a hemorragia intracraniana, AVC isquêmico ou a lesão com efeito de massa. Embora existam métodos mais avançados, a TC continua sendo o padrão-ouro devido ao seu baixo custo, alta disponibilidade, rapidez de execução e precisão (ZHANG & LIANG, 2019).

A maior contribuição da TC sem contraste é a exclusão da hemorragia intracraniana, de modo que pacientes adequadamente selecionados possam ser tratados com a alteplase ativador do plasminogênio tecidual (tPA). Embora a TC seja menos sensível do que a RM para revelar isquemia ou infarto cerebral agudo, é possível detectar anormalidades em cerca de 50 a 60% das tomografias sem contraste (TCSC) realizadas por pacientes com AVC de grandes territórios vasculares (infarto não lacunar). A TC sem contraste é relativamente insensível para detectar doença neoplásica, especialmente quando a carga tumoral é pequena.

Dessa forma, a TC deve ser realizada com contraste sempre que houver a suspeita da presença de uma condição neoplásica (OSBORN, 2018). A evolução da técnica e do aparelho para a realização do exame permite adquirir imagens de uma forma mais rápida através de uma varredura espiral. Ademais, é possível a realização de angiografia por TC (angio-TC).

Angiografia por TC (angio-TC): A angio-TC é o estudo de escolha para todas as condições neurovasculares, emergenciais ou não, incluindo o AVC agudo, malformações arteriovenosas aneurismas. É rápida e menos suscetível a artefatos do que a angiografia por RM (angio-RM). A angio-TC combinada da cabeça e pescoço, do arco aórtico ao vértice craniano, pode ser obtida com apenas 70 mL de contraste endovenoso e em menos de 15 segundos, possibilitando uma análise de ambos os sistemas carotídeos e do sistema vértebro basilar de forma isolada ou em conjunto (CARVALHO *et al.*, 2019). Dada a elevada prevalência de AVCs agudos cardioembólicos, agora é possível estender o campo de cobertura da angio-TC, de forma a incluir igualmente o coração na avaliação. Ainda que seja a melhor opção para avaliação do sistema vascular cerebral, possui suas limitações, destacando-se indivíduos com insuficiência renal, para os quais a angio-TC não é recomendada (AZEVEDO *et al.*, 2019).

Venografia por TC (VTC): A VTC é semelhante à angio-TC, senão por uma latência adicional para que seja gerada uma visualização ideal do sistema venoso. É uma técnica rápida e confiável para excluir a trombose de seios durais em um contexto de emergência.

Perfusão por TC (PTC): A PTC utiliza a dinâmica do bolus de primeira passagem através do parênquima cerebral para derivar mapas de perfusão. TCs repetidas de uma região limitada do cérebro geram uma curva de atenuação/tempo para cada pixel, que demonstra as mudanças no contraste do tecido durante a passagem do bolus de contraste. O *software* da PTC processa essas imagens e gera dados como volume sanguíneo cerebral (CBV), fluxo sanguíneo cerebral (CBF), tempo médio de trânsito (MTT), tempo de pico (TTP) e mapas de permeabilidade (kPS).

O objetivo da PTC é detectar o *mismatch* (ou desproporção) entre o cérebro já infartado

(“núcleo” isquêmico) e aquele em risco de infarto (“penumbra”, parte do cérebro potencialmente recuperável). Os mapas de permeabilidade (kPS) são úteis em imagens de tumores, para estadiar gliomas e discriminar recorrência tumoral de necrose por radiação.

Alguns princípios simples podem ser empregues para assegurar que nenhuma emergência neurocirúrgica passe despercebida durante uma tomografia computadorizada (TC) de emergência, realizada em situações difíceis.

Linha média: A linha média do cérebro do paciente deve estar localizada no meio da cabeça, e os dois lados do cérebro devem ter aspecto semelhante. Embora existam assimetrias funcionais importantes entre os hemisférios cerebrais direito e esquerdo, as diferenças anatômicas são sutis e insignificantes na neurorradiologia clínica. Presume-se que qualquer desvio das estruturas da linha média represente uma lesão expansiva no lado oposto ao desvio da linha mediana. Para fins práticos, não existem lesões cerebrais agudas “sugadoras” que “puxem” a linha mediana em sua direção. Se o septo inter-ventricular e o terceiro ventrículo estiverem localizados na linha média, não existirá herniação subfalcina.

A simetria do cérebro é crucial para a avaliação radiológica. No tocante à assimetria, apenas a experiência ensina os limites da normalidade. De modo geral, o padrão dos sulcos deve ser simétrico. Os sulcos de um lado do cérebro têm as mesmas dimensões dos sulcos correspondentes do outro lado. A fissura inter-hemisférica anterior (fissura longitudinal do cérebro, segundo a Terminologia Anatômica [TA]) deve ser visualizada. O desaparecimento dos sulcos pode ser consequente a compressão por massa ou opacificação do líquido cefalorraquidiano após hemorragia subaracnóide ou, menos frequentemente, por meningite ou propagação de tumor pelo líquido cefalorraquidiano. Os sulcos

se estendem até a tábua interna (lâmina interna) dos ossos do crânio.

Cisternas basais: Sinais mais sutis, embora mais importantes, de lesão expansiva intracraniana incluem distorção dos espaços extra-axiais da fossa posterior e da base do cérebro. As estruturas cruciais são a cisterna quadrigeminal e a cisterna supresselar (cisterna quiasmática, segundo a TA) (Figuras 2.6, 2.10 e 2.16). Visto que esses espaços extra-axiais são atravessados por estruturas neurais importantes, é decisivo o exame cuidadoso dessas regiões. No plano axial, a cisterna quadrigeminal tem o aspecto de um sorriso simétrico. Qualquer assimetria tem de ser considerada suspeita e uma anormalidade dessa cisterna pode representar rotação do tronco encefálico, resultante de herniação tentorial, apagamento da cisterna por massa no cerebelo ou no tronco encefálico, ou opacificação da cisterna (p. ex., hemorragia subaracnóide).

Ventrículos: A última estrutura que tem de ser avaliada em uma revisão rápida de um exame de imagem do cérebro é o sistema inter-ventricular. É melhor começar pelo quarto ventrículo na fossa posterior porque é o de visualização mais difícil na TC. Assimetria ou desvio do quarto ventrículo pode ser o único sinal de massas intracranianas significativas. Por causa do formato do quarto ventrículo, parte da assimetria pode ser reflexo da posição do paciente no tomógrafo. As dimensões globais do sistema ventricular devem ser avaliadas a seguir. A dilatação dos ventrículos laterais e do terceiro ventrículo, na vigência de cefaleia ou sinais de massa intracraniana, pode representar hidrocefalia, uma condição potencialmente fatal, mas de fácil tratamento.

Ressonância magnética: A ressonância magnética (RM) é um método diagnóstico não invasivo que fornece imagens de alta definição anatômica, sendo utilizada amplamente no

campo da neurologia (MALDONADO, *et al.*, 2005).

As imagens geradas pela RM frequentemente se assemelham a amostras de anatomia macroscópica. Uma característica importante da ressonância magnética é sua capacidade de diferenciar distintos tipos de tecidos moles e identificar anormalidades patológicas. Por isso, é indispensável para a prática neurológica moderna, tanto para diagnóstico, confirmação de hipóteses diagnósticas e caracterização de condições neurológicas, quanto para o monitoramento da resposta ao tratamento (ROWLAND, *et al.*, 2018).

Na técnica de imagem por RM, as partículas responsáveis pelo sinal são os núcleos magnéticos dos átomos de hidrogênio, comumente chamados de prótons, pois são constituídos apenas por um próton. O sinal da RM provém principalmente dos prótons das moléculas de água dos tecidos (SILVA, 2022). O alinhamento refere-se à propriedade magnética dos núcleos de alguns átomos, neste caso os átomos de hidrogênio, que tendem a se orientar paralelamente a um campo magnético. Para que esses átomos sejam alinhados em uma direção específica, é necessário um campo magnético intenso. A etapa seguinte é a excitação. Sabe-se que cada núcleo de hidrogênio "vibra" em uma determinada frequência proporcional ao campo magnético em que está localizado. O aparelho emite então uma onda eletromagnética nessa mesma frequência, transferindo energia da onda emitida para os átomos de hidrogênio, fenômeno conhecido como ressonância. A terceira etapa é a detecção de radiofrequência. Quando os núcleos de hidrogênio recebem a energia, tornam-se instáveis. Ao retornar ao estado habitual, eles emitem ondas eletromagnéticas na mesma frequência. O equipamento detecta essas ondas,

determinando a posição no espaço e a intensidade da energia. Essa intensidade é exibida como "brilho" na imagem, sendo utilizada a nomenclatura "intensidade de sinal" (JÚNIOR *et al.*, 2002).

Os parâmetros fundamentais da RM são a densidade de prótons, T1 e T2, que determinam o contraste entre os tecidos na imagem. Tecidos como gordura, melanina e proteína geram alto sinal em sequências ponderadas em T1 e se apresentam em tons "claros" /brancos, ao passo que o líquido cefalorraquidiano (LCR) é escuro. Já em sequências ponderadas em T2 o LCR possui um tempo de relaxamento longo e mostra-se branco. A sequência de inversão-recuperação com atenuação de líquidos (FLAIR) é usada para eliminar o sinal do LCR, que assim se mostra escuro, sendo útil para destacar lesões parenquimatosas próximas aos ventrículos ou sulcos, como placas na esclerose múltipla. (OSBORN & DIGRE. Neurologia em Imagem, 2018).

Angio-RM: A sequência time-of-flight (TOF) é a mais comumente usada para angio-RM. O alto sinal nas artérias intracranianas está relacionado ao fenômeno de fluxo sanguíneo no interior do vaso (efeito do influxo) e, consequentemente, não é necessária a aplicação de gadolínio intravenoso. A angio-RM por método TOF pode ser realizada por técnicas bi ou tridimensionais. A angio-RM com contraste é frequentemente utilizada para avaliar a vasculatura do pescoço. A angio-RM intracraniana com contraste é útil em pacientes com stents e/ou coils.

Venografia por RM (VRM): A VRM pode ser realizada com técnicas TOF em 2D/3D, que não necessitam de administração de gadolínio IV. A VRM com contraste, contudo, é mais robusta e menos suscetível a artefatos, se comparada às técnicas TOF.

Perfusão por RM: O exame de perfusão por RM (com contraste) pode ser realizado com 2 técnicas principais: susceptibilidade dinâmica pelo meio de contraste (DSC ou estudo de perfusão T2*) e realce dinâmico pelo meio de contraste (DCE ou estudo de permeabilidade). A perfusão com DSC dá informação sobre CBV relativo (rCBV), CBF relativo (rCBF), MTT e TTP, úteis em pacientes com AVC. A sequência de perfusão com realce dinâmico pelo contraste (DCE) avalia o extravasamento da região intravascular para o interstício, para gerar mapas de permeabilidade. Tanto a técnica de DSC quanto a de DCE podem ser usadas na avaliação de tumores cerebrais.

A técnica arterial *spin labeling* (ASL) é um método de perfusão por RM para mensurar quantitativamente o CBF, ao se valer da água no sangue arterial como um marcador livremente difusível. O método ASL é completamente não invasivo, pode ser repetido diversas vezes e é realizado sem gadolínio.

Espectroscopia por RM (ERM): A ERM fornece informações metabólicas/bioquímicas sobre tecidos de forma não invasiva in vivo. As alterações metabólicas básicas comuns à patologia cerebral incluem elevação na colina (Cho), lactato e lipídios e diminuição do N-acetilaspártato (NAA) e creatina (Cr). A ERM é

útil no contexto clínico de lesões com realce focal, distúrbios metabólicos, demências, epilepsia e infecções cerebrais.

Ressonância Magnética Funcional (RMf): A RMf é uma técnica utilizada para obter informações funcionais por meio da visualização da atividade cortical. A RMf detecta alterações sutis no fluxo sanguíneo em resposta a estímulos ou ações. É utilizada na prática clínica tipicamente para o mapeamento pré-cirúrgico de áreas eloquentes (p.ex., habilidades vocais e motoras) e em pesquisas que buscam elucidar novas redes neurais.

CONCLUSÃO

A evolução dos métodos de exame de imagem ocorreu de forma rápida, tendo seu início no início dos anos 70 e evoluindo de maneira progressiva até os dias atuais. Este avanço tecnológico e científico garantiu rapidez aos diagnósticos e maior precisão na tomada de condutas. Dessa forma, é notória a importância da imagem na área médica, uma vez que, seu avanço permitiu uma análise mais clara e profunda de lesões, propiciando maior certeza diagnóstica e assegurando o melhor cuidado ao paciente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO A.C.P., História da tomografia computadorizada. *Revista Imagem*, 2007;29(2).

CAVALCANTI, J.L.S. Sistema Nervoso. In: TARANTINO AB, editor. *Vieira Romeiro Semiologia médica*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan;1980. p.633-640.

JÚNIOR E.A., Yamashita H. Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética. *Revista Brasileira de Psiquiatria*. 2001;23(1).

LOUIS, E.D, MAYER S.A., ROWLAND L.P. *Merritt Tratado de Neurologia*; 13ª 2018.

MALDONADO J.G.A; Pereira M.E; Albuquerque K.R; Pires, J. Ressonância Magnética em Paciente Portadora de Marcapasso. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2005.May;84(5) Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/tWs4VyCTwDsvLV48Gnf9Zwh/?format=pdf>.

MAZZOLA A.A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional. *Revista Brasileira De Física Médica*. 2015;3(1).

OLIVEIRA, G. E, *et al.* A evolução dos exames de imagem na neurologia. *Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação*. 2023;4(3):111-114.

SILVA, L.T.I. Ressonância Magnética de Encéfalo: Uma revisão bibliográfica. [Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Biomedicina]. Muriaé: Centro Universitário FAMINAS; 2022.

ZHANG X.H., Liang H.M. Systematic review pith network meta-analysis: Diagnostic values of ultrasonography, computed tomography, and magnetic resonance imaging in patients pith ischemic stroke. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Jul;98(30). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000016360>.

OSBORN, A.G. Digre, K.B. *Neurologia em Imagem*. 2018. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=9mhaDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbs_ge_summaryr&cad=0#v=onepage&q&f=false.