

BALDISSIN, M. M. . Métodos Diagnósticos - NeuroImagem: Correlação Neurocirúrgica Patologia Crânio - Encefálica. 2001. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila do Curso de Neurocirurgia). Palavras-chave: hemorragia sub-aracnóide, parenquimatosa; malformações vasculares, tumores; malformações congênitas, tomografia e ressonância. Grande área: Ciências da Saúde / Área: Medicina / Subárea: Cirurgia / Especialidade: Neurocirurgia. Setores de atividade: Neurociências. Referências adicionais: Brasil/Português; Meio de divulgação: Impresso; Finalidade: Programa Didático Teórico-Prático da Disciplina de Neurocirurgia do 4º ano de medicina.

Métodos Diagnósticos
NeuroImagem: Correlação Neurocirúrgica
Patologia Crânio - Encefálica
Profº : Dr. Maurício Martins Baldissin

Considerações Gerais

O colaborador de Cushing, Walter Dandy, desenvolveu, em 1919, a pneumoventriculografia, através da qual se tornou possível pela primeira vez visualizar as alterações cerebrais por meio de radiografias. Também a mielografia é um desenvolvimento de Dandy. Dandy se preocupou muito com o aperfeiçoamento da técnica neurocirúrgica. A primeira cirurgia de um aneurisma intracraniano foi realizada por ele.

Até o desenvolvimento da pneumoencefalografia por Dandy (1919), da eletroencefalografia (EEG) por Berger (1924) e, finalmente, da angiografia cerebral pelo neurologista português Egas Moniz(1927), o diagnóstico das doenças cerebrais e das doenças da medula espinhal dependia exclusivamente da experiência clínica.

Uma contribuição fundamental para o diagnóstico, talvez a etapa diagnóstica mais decisiva, foi dada pela tomografia computadorizada do crânio, que foi introduzida em 1972 por Ambrose e Houndsfiend. Desde o início dos anos 80, a tomografia por ressonância magnética veio a completar os métodos de investigação do sistema nervoso central. Em consequência disso a Neurorradiologia tem se desenvolvido cada vez mais como campo diagnóstico independente, como possibilidades técnicas crescentes.

A avaliação por imagem da patologia crânio-encefálica pode ser orientada, eficientemente, pela classificação das apresentações clínicas em dois grupos: aguda e crônica. Em geral, a patologia crânio-encefálica aguda é avaliada mais convenientemente pela TC, em virtude de sua maior sensibilidade para hemorragia em estágio inicial. Além disso, é mais fácil realizar um exame de TC no paciente gravemente enfermo, que necessite de equipamento para monitorização. A patologia

crânio-encefálica crônica é mais adequadamente investigada pela ressonância magnética, devido à sua maior sensibilidade para doença vascular, tumor, infecção e alterações pós-traumáticas. A ressonância magnética possui resolução excelente na fossa posterior, que é uma região mal visualizada pela TC, e demonstra com maior precisão gliose e desmielinização. Além disso, a RM pode detectar alterações não observadas pela TC, nos pacientes com neuropatia do trigêmeo, hemicraniana e disfunção da articulação temporomandibular. É importante assinalar que as várias etiologias das patologias crânio-encefálicas agudas também podem produzir sintomatologia crônica.

Esta aula não é uma descrição exaustiva das causas de patologia crânio-encefálica. Nela serão incluídas a Patologia crânio-encefálica com anormalidades na neuroimagem, ou associações clínicas controversas. No apêndice, há uma introdução breve sobre : radiografia simples (RX), angiografia (ANGIO), tomografia computadorizada (TC), cintilografia, tomografia por emissão de pósitrons(TEP), tomografia computadorizada por emissão de fótons isolados(SPECT) e ressonância magnética(RM).

Patologia Crânio - Encefálica Aguda

Hemorragia Subaracnóidea

O início repentino da cefaléia grave deve levar o médico a suspeitar da hemorragia subaracnóidea devida a um aneurisma. A hemorragia intraparenquimatosa também pode ser considerada, seja primária ou secundária a uma lesão preexistente. Nesses casos, o exame preferível é a tomografia computadorizada (TC).

Na TC, a hemorragia aguda é perfeitamente visualizada como uma área de alta atenuação seja no parênquima cerebral ou entre as meninges. A única exceção se dará quando o paciente estiver gravemente anêmico. Neste caso, o sangue pode ter a mesma densidade que o cérebro ou, raramente ser até hipodenso. Existem limitações no exame, quando a hemorragia for contígua ao osso, produzindo um artefato. Isso é particularmente acentuado na fossa posterior. Nesses casos, a abertura do ajuste da janela pode ajudar. A hemorragia subaracnóidea por aneurisma em geral é observada na TC e, quando for demonstrada, geralmente não haverá necessidade de realizar uma punção lombar. Se a cirurgia imediata for considerada, a angiografia seria a etapa seguinte.

O aneurisma que já sangrou geralmente não é detectável pela TC, em virtude da superposição do sangue ou coágulo intraluminal. Contudo, a localização da hemorragia pode indicar a origem do aneurisma. Se a localização predominante do sangramento for na fissura inter-hemisférica anterior, deve-se considerar um aneurisma da artéria cerebral anterior. Há um problema, porque o ápice do aneurisma pode estar voltado para o lado contralateral, nesse caso, quando o aneurisma se romper, grande parte do sangue será direcionada para o lado oposto. Nesta circunstância, um aneurisma à direita produziria hemorragia predominante do lado esquerdo. A hemorragia predominante na fissura silviana ou cisterna supra-selar indica aneurisma da artéria cerebral média, ou carótida interna, respectivamente.

Antes de ocorrer hemorragia, o aneurisma pode ser observado como uma região localizada de grande atenuação, talvez com calcificação e acentuação do contraste. Se o aneurisma já estiver trombosado, ele pode ter atenuação reduzida. Uma TC negativa deve ainda ser seguida de punção lombar, quando a suspeita clínica for forte e quando for positiva pela angiografia. Na época da angiografia, todos os principais vasos precisam ser estudados, em virtude da incidência de 20% para os aneurismas múltiplos. Já que o aneurisma pode apresentar-se sem hemorragia, com evolução aguda ou crônica, um paciente com história sugestiva também deve ser investigado rigorosamente. A ressonância magnética (RM) pode ser um exame útil para a triagem dos aneurismas, porém a angiografia ainda é o método padronizado. Na RM, um aneurisma demonstra uma combinação de alta e baixa intensidade, devidas aos fluxos lento e rápido do sangue e ao coágulo.

Hemorragia Parenquimatosa

A hemorragia intraparenquimatosa pode ser primária, em virtude da angiopatia amilóide ou hipertensão na população idosa. O abuso de drogas, principalmente o uso de cocaína ou anfetaminas, pode causar hemorragia na população mais jovem. A hemorragia intraparenquimatosa secundária é devida a uma lesão subjacente, como tumor metastático ou malformação arteriovenosa. A tomografia computadorizada é o exame inicial preferível, em vista de sua sensibilidade para hemorragia e da facilidade em realizar o exame. A tomografia computadorizada é muito sensível para hemorragia, porém não é específica. Se o paciente estiver estável, a investigação diagnóstica adicional com RM ou, possivelmente, angiografia pode ser útil para reduzir as possibilidades diagnósticas.

A hemorragia hipertensiva ocorre no putâmem, tálamo e, com menos freqüência, no núcleo denteado do cerebelo. No paciente idoso, a hemorragia lobar freqüente é causada pela amiloidose. Lesões múltiplas, edema grave e acentuação dos tecidos em torno de uma hemorragia sugerem doença metastática. As lesões metastáticas que têm maior probabilidade de sangrar incluem carcinomas de pulmão e rim, melanoma e coriocarcinoma. Os gliomas podem sangrar ocasionalmente, e certas discrasias sangüíneas são suscetíveis a hemorragia.

Malformações Vasculares

Várias malformações vasculares, a malformação arteriovenosa hiperkinética ou o hemangioma cavernoso hipocinético e o angioma venoso também podem sangrar. Dentre essas, a lesão mais suscetível a hemorragia é a malformação arteriovenosa. As artérias e veias dilatadas podem ser observadas na TC ou RM; esta última possibilidade uma definição e caracterização mais nítida. A ressonância magnética (RM) evidencia regiões serpiginosas de baixa intensidade (escuras) proeminentes de ausência de fluxo, assim como regiões de maior intensidade (brilhantes) devidas ao fluxo lento e metemoglobina (hemorragia subaguda). A hemorragia antiga (hemossiderina e ferritina) é observada como uma região de hipointensidade nas imagens TR longitudinais em torno da lesão. Se ocorreram episódios discretos de hemorragia, pode haver vários anéis de sinal com baixa intensidade. A hemorragia aguda (desoxi-hemoglobina) é evidenciada como uma região de baixa intensidade nas imagens TR longitudinais e uma região hipo ou isointensa nas imagens reforçadas de T1.

Os hemangiomas cavernosos não possuem artérias ou veias proeminentes, porém têm um aspecto característico na RM, devido à combinação das hemorragias subaguda e crônica. Há uma região central brilhante produzida pela metemoglobina, e um halo simples ou vários anéis de intensidade reduzida devidos à hemossiderina e ferritina. Essas lesões tendem a sofrer pequenas hemorragias repetidas. Os hemangiomas cavernosos são freqüentemente detectáveis na RM, porém ainda não estão bem caracterizados clinicamente, de forma que sua relação com sinais de cefaléia ou hemorragias são incertos.

Finalmente, os angiomas venosos podem sangrar em alguns casos raros. A veia anômala percorre a substância branca até a superfície do cérebro ou, centralmente até o sistema venoso profundo. Essas lesões são facilmente observáveis como ausência de fluxo linear na RM, ou como área linear de maior atenuação na TC intensificada por

contraste. A angiografia evidencia um conjunto de veias medulares convergindo para uma veia de drenagem central calibrosa.

Hidrocefalia Obstrutiva

O desenvolvimento rápido da hidrocefalia também pode produzir cefaléia aguda. Isso pode ser devido a uma lesão que obstrui as vias de circulação do líquido cerebrospinal, como um cisto colóide no terceiro ventrículo. Uma tumoração na região pineal ou fossa posterior pode obstruir o aqueduto ou quarto ventrículo, respectivamente. As lesões congênitas, como a estenose ou insuficiência do aqueduto, também podem causar, repentinamente, hidrocefalia sintomática. A tomografia computadorizada é adequada para o diagnóstico da hidrocefalia e sugere o diagnóstico correto. A ressonância magnética é, freqüentemente, realizada posteriormente, para melhor caracterização, quando o paciente estiver estável.

Patologia Crânio - Encefálica Crônica

Enxaqueca

As cefaléias mais comumente encontradas na prática clínica são devidas à enxaqueca ou à cefaléia por contração muscular. No primeiro caso, um estudo inicial com TC demonstrou um aumento na incidência de atrofia, em 58% dos 53 pacientes examinados. Estudos mais recentes com RM demonstraram incidência de atrofia de 35% e aumento dos focos de sinais nas imagens TR longitudinais na substância branca, conhecidos como *focos da substância branca* (FSB). Estes FSB são separados dos ventrículos e mais brilhantes do que o líquido cerebrospinal nas imagens TR longitudinais e intermediárias. Em um estudo efetuado por Prager et al., envolvendo 100 pacientes com cefaléia crônica grave, 77 tinham hemicrania. Em 40 pacientes com menos de 41 anos de idade, 25% tinham FSB. Em 34 pacientes com idades entre 41 e 60 anos, 68% tinham essa alteração. Todos os três pacientes com mais de 60 anos tinham FSB. Uma pesquisa envolvendo 74 pacientes com enxaqueca clássica detectou FSB em 26% dos pacientes com idades entre 9 e 39 anos. A incidência dessa alteração está bem documentada na hemirania, porém restam ainda algumas dúvidas acerca da incidência dos FSB na população normal com menos de 60 anos. A única documentação dessa incidência provém, indiretamente, de estudos que abrangem uma população de controle e analisaram outros processos patológicos com FSB. Um desses estudos foi terminado

recentemente por Bowem et al., que examinaram 50 indivíduos normais, com variação etária de 31 a 51 anos, e constataram FSB semelhantes às detectadas nos estudos sobre hemicrania em 6% dos pacientes.

A explicação para a existência de FSB e atrofia não é facilmente dedutível. No estudo efetuado por Prager et al., também foi examinada a história do uso de medicamentos vasoativos e constatou-se que cerca de 50% desses pacientes tinham FSB. Não há estudos patológicos analisando especificamente as lesões dos pacientes com hemicrania e FSB. Kirkpatrick e Hayman estudaram patologicamente 12 pacientes, quanto à correlação com FSB em pacientes com idades entre 52 e 72 anos. Eles encontraram 8 indivíduos com zonas de desmielinização perivascular atrófica. Essas lesões foram consideradas como originárias de insuficiência vascular leve, causando gliose fibrosa perivascular. Talvez o processo que leva à formação dos FSB nos indivíduos normais com mais de 60 anos de idade ocorra com velocidade acelerada no paciente com enxaqueca, em virtude de instabilidade vascular inerente encontrada nesses indivíduos.

A complicação mais grave da enxaqueca é a síncope. O infarto agudo é detectado mais precocemente com a RM do que com a TC; a primeira pode demonstrar essa complicação com apenas 6 horas após o início dos sintomas. Finalmente, têm surgido relatos de acentuação transitória do contraste na TC, durante a hemicrania, com regressão total nos estudos subsequentes. Nesse caso, pode-se considerar a hiperemia ou lesão focal da barreira hematoencefálica devida a fatores vasculares, inflamatórios ou neoplásicos. A ressonância Magnética (RM) deve ser suficiente na maioria dos casos, para afastar as possibilidades que exijam atenção imediata.

Neuropatia do Trigêmeo

A dor relacionada com nervo trigêmeo, com ou sem outros sintomas, é um problema clínico comum. A localização ao longo do trajeto desse nervo tem sido, classicamente, deduzida pelos sinais e sintomas. Entretanto, um artigo recente, publicado por Hutshins et al., comparou a localização clínica com a RM e TC. Eles evidenciaram que a localização clínica era imprecisa e que a RM era a técnica mais sensível. Foram estudados 76 pacientes e, além da combinação de dor e entorpecimento geral encontrados nas lesões periféricas e do trismo, observado nas lesões do espaço mastigatório, as características clínicas não foram muito úteis para a localização. Em virtude dessa falta de especificidade, as porções periféricas e central do nervo precisam ser examinadas no paciente com neuropatia do trigêmeo.

Vinte dos pacientes de Hutchins tinham tique doloroso (neuralgia ou tique do trigêmeo), que foi estudado pela RM. Havia alterações patológicas positivas, os diagnósticos foram esclerose múltipla, malformação arteriovenosa e sinusite maxilar. Dois pacientes tinham compressão vascular. Em um estudo independente, Hutchins et al. revisaram os estudos de RM em 29 pacientes com tique doloroso e 30 indivíduos com distúrbios não relacionados, buscando especificamente o contato vascular com o nervo trigêmeo. Cinquenta e sete por cento dos pacientes sintomáticos sem esclerose múltipla tinham contato vascular na zona de penetração da raiz. Nos 30 pacientes sintomáticos, houve uma incidência de 27% para o contato vascular. Esse estudo não constatou qualquer correlação entre o grau de contato vascular e sintomas, portanto, a compressão nervosa real não era um indicador sensível para a descompressão vascular. A ressonância magnética foi recomendada para pacientes com tique atípico, ou refratário ao tratamento convencional, a fim de excluir tumorações, esclerose múltipla (15% na série) ou anormalidade vascular grosseira.

Disfunção da Articulação Temporomandibular

A disfunção da articulação temporomandibular pode acarretar sintomas variados, incluindo-se dor na região desta articulação ou na face, pescoço ou cabeça. Pode haver estalido mandibular ou movimentos anormais da mandíbula. Habitualmente, o primeiro exame radiológico é a poliotomografia convencional para detectar anormalidades corticais ósseas, fratura, alterações com a boca aberta e a relação entre a mandíbula e a base do crânio. A ressonância magnética também pode ser o primeiro exame, ou seguir-se à TC, caso os resultados sejam inconclusivos ou o paciente não responda ao tratamento. Em um estudo inicial comparando a TC e RM, os autores consideraram esta última melhor para o exame dos tecidos frouxos. Dentro de um período muito curto, a TC passou a ser considerada uma técnica secundária no estudo dos compartimentos ósseos nessa região. De acordo com Rao et al., na RM sagital, uma faixa posterior do disco articular temporomandibular no ápice da cabeça condilar constitui um disco normal. O desvio da faixa posterior para a frente, em relação ao ápice da cabeça condilar, indica deslocamento anterior do disco. A classificação adicional baseia-se em qualquer alteração com a boca aberta. Para estabelecer outros diagnósticos nessa área, como perfuração ou aderências, podem ser necessários outros exames, como a artrografia ou artroscopia. A doença articular degenerativa pode ser detectada com todas as modalidades diagnósticas citadas acima, assim como a TC. Rao et al.

Concluem que, na maioria dos casos, os resultados da RM são suficientes para se decidir entre tratamento conservador ou cirúrgico.

Traumatismo Craniocerebral

A história de traumatismo é importante no paciente com cefaléia crônica. A tomografia computadorizada ou RM pode demonstrar perda de tecidos inespecífica, a TC evidencia com maior precisão as alterações ósseas. Além dessas anormalidades, a RM também pode demonstrar alterações mais específicas relacionadas com a lesão hemorrágica por cisalhamento. Nos estudos de acompanhamento, esses pacientes podem apresentar suscetibilidade magnética nas imagens TR longitudinais. A suscetibilidade magnética devida à deposição de ferro nos tecidos é observada como uma redução na intensidade das imagens amplificadas de T2. A lesão por cisalhamento é evidenciada com nitidez especial na junção das substâncias branca e cinzenta e na substância branca hemisférica profunda. Outras manifestações do traumatismo antigo são focos de substância branca, brilhando nas imagens TR longitudinais devidos à gliose.

O hematoma subdural crônico pode, freqüentemente, manifestar-se com cefaléia. No paciente idoso, pode não haver história de traumatismo, apesar da presença de um acúmulo sangüíneo volumoso. O hematoma subdural subagudo, com duração de aproximadamente 1 a 4 semanas, pode ser isodenso na TC. Na RM, este é o intervalo em que um hematoma subdural se torna mais evidente, devido à presença de metemoglobina, que parece brilhante nas imagens amplificadas de T2 e T1. O hematoma subdural crônico é bem evidenciável na TC e RM porém há melhor caracterização nesta última.

Causas Neoplásicas, Inflamatórias, Congênitas e Idiopáticas de Cefaléia

A neoplasia do sistema nervoso central é outra causa evidente de cefaléia e esta é a única queixa inicial, em cerca de um terço dos casos. Em geral, a tumoração precisa ter tamanho considerável para produzir tração ou deslocar um vaso sangüíneo volumoso e acarretar dor. Freqüentemente, nessa época, outros sintomas e sinais, além da cefaléia progressiva crônica, indicarão o diagnóstico correto. A ressonância magnética é melhor para a detecção e caracterização dos tumores, porém a TC é suficiente para excluir as lesões que exigem tratamento imediato.

As causas inflamatórias de cefaléia são as etiologias infecciosas e idiopáticas. Nos casos das meningites e encefalites agudas e crônicas, a RM é melhor do que a TC para a detecção da anormalidade. A amplificação das meninges com gadolínio é bem demonstrada sobre as convexidades, ou na base do cérebro com meningite. Na encefalite, observa-se aumento mínimo na água cerebral, nas imagens amplificadas de T2. Na sinusite, a RM e a TC desempenham papéis complementares. A ressonância magnética é melhor para a caracterização da extensão do comprometimento dos tecidos frouxos; a TC é melhor para a avaliação das alterações ósseas.

A arterite temporal pode ser um diagnóstico muito difícil de estabelecer. Nas circunstâncias clínicas adequadas, a velocidade de hemossedimentação pode ser normal e a biopsia não examinar uma área patológica. A angiografia é útil e demonstra alterações típicas da arterite, que incluem regiões irregulares de estreitamento e dilatação na artéria temporal superficial, ou outros vasos adjacentes. A trombose sinusal pode ocorrer próxima à área de infecção, como o seio transversal na mastoidite ou o seio cavernoso na inflamação do seio esfenoidal. A ressonância magnética (RM) ou a TC pode ser sugestiva, e a angiografia é necessária para confirmação do diagnóstico.

As causas congênitas de cefaléia incluem anormalidades de base do crânio e fossa posterior. Exemplos são a malformação de Chiari e a síndrome de Dandy-Walker e uma variante. A ressonância magnética possibilita excelente demonstração dessas anormalidades.

RESUMO

O paciente que se apresenta com patologia crânio-encefálica aguda e grave deve ser avaliado radiograficamente pela TC. Nestes casos, o principal diagnóstico a ser considerado é hemorragia, seja hemorragia subaracnóidea ou intraparenquimatosa. A tomografia computadorizada (TC) é mais sensível para a hemorragia aguda do que a RM. Quando o paciente estiver estável, a RM frequentemente fornecerá informações adicionais para limitar as possibilidades diagnósticas, já que as malformações vasculares e certas lesões parenquimatosas têm um aspecto característico nesse exame. A hidrocefalia também pode-se apresentar de forma aguda e é facilmente detectada na TC ou RM.

No paciente com patologia crânio-encefálica crônica, a RM geralmente é mais conclusiva. O paciente com enxaqueca pode apresentar FSB e atrofia. O indivíduo com neuropatia do trigêmeo apresenta lesões centrais ou periféricas. Nas disfunção da articulação temporomandibular, a tomografia convencional e a RM são freqüentemente utilizadas. Esta última fornece detalhes excelentes do disco e tecidos frouxos circundantes, enquanto que a tomografia demonstra com maior precisão as alterações ósseas. Quando houver história de traumatismo, a RM pode evidenciar um hematoma subdural subagudo. Essas coleções são facilmente detectadas na RM, mesmo quando forem isodensas na TC. A ressonância magnética também fornece evidências sugestivas de lesão antiga por cisalhamento.

Finalmente, as etiologias neoplásicas, inflamatórias, congênitas e idiopáticas da cefaléia podem ser demonstradas pela TC ou RM, dependendo da apresentação clínica. A RM geralmente é superior na caracterização das lesões.

APÊNDICE

Radiografia do crânio

A radiografia simples do crânio é tradicionalmente realizada em duas incidências: antero-posterior e em perfil. Esse exame é capaz de revelar as fraturas do crânio, as alterações dos ossos cranianos e a presença de calcificações intracranianas. A radiografia da base do crânio é realizada em incidência axial, estando a coluna cervical em flexão dorsal forçada.

Existem outras técnicas que encontram aplicação em neurocirurgia:

- a radiografia da fossa craniana posterior segundo Towne,
- as radiografias dos seios paranasais,
- a radiografia do processo mastóide segundo Schüller,
- a radiografia dos rochedos segundo a técnica de Stenvers,
- a radiografia da órbita pela técnica de Rhese,
- a radiografia específica da sela túrnica
- a radiografia da fossa craniana anterior segundo Welin.

Outras técnicas radiológicas podem estar indicadas na suspeita de determinadas afecções. Esses exames são alçada do radiologista e respectivamente do neurorradiologista.

Angiografia

A angiografia do cérebro tem por finalidade revelar a presença de alterações e deslocamentos dos vasos intracranianos. Pode ser realizada em anestesia tanto local como geral. A incidência de complicações, devidas geralmente à alergia ou à idiossincrasia diante dos meios de contraste, costuma ser da ordem de 1%.

Introduzindo um caráter através da artéria femoral com ajuda de um computador de imagens, podemos, durante a angiografia convencional, procurar o ponto de origem da artéria a ser examinada; a injeção do meio de contraste nessa artéria revela então sua região de irrigação. No caso da angiografia de subtração costuma ser suficiente a posição do caráter portador do meio de contraste na luz do arco aórtico. Um método que não conseguiu se impor é a angiografia de subtração digital dos vasos intracranianos, mediante injeção do contraste em vaso **venoso**, pois a quantidade do meio de contraste se revela insuficiente.

Para revelar a região de irrigação das carótidas é possível, às vezes, recorrer à punção e à injeção do meio de contraste diretamente na artéria carótida interna ou na artéria carótida comum ao nível do pescoço. Além da técnica de cateterismo, descrita acima, podemos também revelar a região de irrigação das artérias vertebral e basilar, através da punção da artéria braquial na dobra do cotovelo; os vasos intracranianos se enchem de contraste, graças ao aumento da pressão de enchimento em sentido contrário. De acordo com as condições anatômicas, as artérias vertebral e carótida comum direita se enchem simultaneamente a partir da artéria braquial direita. A injeção com pressão excessiva na luz da artéria braquial esquerda leva ao enchimento apenas da artéria vertebral esquerda. O enchimento de somente uma das artérias vertebrais costuma ser suficiente para revelar os vasos da fossa craniana posterior, a não ser havendo oclusão ou anomalia da artéria vertebral ao nível do pescoço.

A angiografia da artéria carótida permite revelar as artérias cerebrais anterior e média. Em muitos casos também se consegue revelar a artéria cerebral posterior com os seus ramos.

Grças à distribuição do meio de contrastes, primeiros nas artérias, depois na rede capilar e finalmente na rede venosa, a angiografia seriada e a angiografia digital de subtração possibilitam o estudo funcional, não apenas das artérias, mas também das veias.

Tomografia computadorizada

No exame radiológico convencional, o filme é exposto aos raios X, enquanto na tomografia computadorizada (TC) lançamos mão de detectores para demonstrar a diminuição da intensidade dos raios X, diminuição esta devida à passagem dos raios pelas estruturas do corpo a serem examinadas. Os tubos de raios X e/ou os detectores rodeiam o corpo, realizando mediações a partir de vários ângulos e os resultados são armazenados no computador. Graças a um complicado programa de cálculo, o computador é capaz de determinar coeficientes de absorção (cifras de Hounsfield) para diversos pontos da camada que está sendo examinada. Esses valores são transformados em vários matizes de cinza que aparecem na tela do vídeo.

A tomografia computadorizada sofreu a partir de 1972 rápida evolução em quatro etapas, de acordo com a disposição do tubo de raios X e dos detectores (*gantry*):

a) detector único; scanner de rotação e translação (1ª geração); vários minutos de duração do *scanning* por camada.

b) Scanner de rotação-translação com detectores múltiplos (2ª geração); período de *scanning* por camada: aproximadamente 20 segundos.

c) Scanner rotatório com sistema de detectores móveis (3ª geração); período de *scanning* por camada: 1 a 5 segundos.

d) Scanner rotativo com sistema fixo de detectores (4ª geração); período de *scanning* por camada: 3 a 8 segundos.

Todos os sistemas de tomografia computadorizada apresentam em comum o exame do organismo por camada. Nos aparelhos mais recentes, o examinador pode escolher a espessura da camada. As camadas de 10 mm de espessura merecem preferência nos exames rotineiros. Para os exames especializados pode-se variar a espessura da camada entre 1,5 e 8 mm, conforme o equipamento usado.

O paciente é colocado em decúbito horizontal sobre a mesa de exame, cuja posição é regulada pelo próprio aparelho, de acordo com a espessura selecionada. Nos aparelhos mais recentes, a *gantry* pode ser inclinada até a um ângulo de 20°; deste modo, podemos examinar outros planos, sem necessidade de mudarmos o decúbito do paciente. Esta possibilidade de deslocar o paciente, graças à mobilidade da mesa de exame, permite a realização de um tipo de radioscopia, estando os sistemas de tubos e detectores em posição fixa. A tela mostra então uma imagem de somação. Graças a um lápis luminoso, podemos escolher na tela o plano que pretendemos examinar e pelo qual o aparelho deve iniciar o exame tomográfico: Topogramm, Scout-View. Este dispositivo se reveste de especial importância nos exames da coluna vertebral.

Uma outra vantagem técnica dos aparelhos modernos de tomografia computadorizada refere-se à possibilidade de se obterem imagens de reconstrução . Baseando-se nos dados relativos a várias camadas superpostas, o tomógrafo calcula uma imagem, facilitando assim a formação da imagem espacial.

A tomografia computadorizada (TC) baseia-se na diferença , entre os graus de permeabilidade dos diversos tecidos aos raios X; por isso, a injeção **intravenosa** dos meios de contraste (*enhancement*) é capaz de modificar a densidade radiológica dos contrastes no interior do corpo. Resulta daí que os tumores, por exemplo, se revelam melhor, uma vez que o meio de contraste se acumula mais nos diversos tumores que nos tecidos vizinhos. Na tomografia computadorizada de coluna e medula podemos acentuar a distinção entre medula e meninges, de um lado, e as estruturas ósseas das vértebras, por outro lado, injetando um meio de contraste no espaço subaracnóideo da região lombar – mielografia assistida por computador.

Os processos patológicos revelados pela tomografia computadorizada podem apresentar a mesma densidade dos tecidos vizinhos, ou ainda densidade maior ou menor que estes, respectivamente em áreas isodensas, hiperdensas e hipodensas. Os ventrículos cerebrais não representam um processo patológico, se bem que a sua densidade seja sensivelmente inferior àquela do cérebro, em virtude do seu conteúdo em líquido cefalorraquiano; trata-se, portanto, de áreas hipodensas. As áreas hipodensas são mais escuras, ao passo que as hiperdensas aparecem mais claras.

Os aparelhos de tomografia computadorizada (TC) de 3ª e 4ª gerações trabalham muito rapidamente, de modo a permitirem o estudo do fluxo sanguíneo, como por exemplo nos distúrbios da circulação cerebral. A mesma camada cerebral é examinada repetidamente após breves intervalos, em seguida à injeção intravenosa do meio de contraste: angiotomografia computadorizada.

A tomografia computadorizada (TC) contribui muito para melhorar o diagnóstico neurocirúrgico, tanto das afecções cerebrais quanto das doenças da medula. No que se refere ao grau de resolução, os aparelhos de tomografia computadorizada já chegaram praticamente ao limite do possível, e o que ainda pode melhorar daqui por diante é a qualidade do equipamento acessório (*software*).

Convém lembrar que os diferentes aparelhos revelam os dimídios direito e esquerdo de modo diferente, dependendo da geração do aparelho, da marca e do programa de cálculo.

Cintilografia

Cintilografia do cérebro

A cintilografia, baseada na captação do sal sódico do tecnécio, ou pertecnetato sódico Na TcO_4 , presta excelentes serviços quando se pretende estudar a circulação sanguínea do cérebro ou verificar a presença de algum processo patológico no interior deste órgão (tumor, hemorragia, infarto, abscesso). Este exame fornece excelentes informações, além de não trazer inconvenientes ou riscos para o paciente. Em geral, realizamos uma combinação de cintilografia cerebral dinâmica e estática, em seguida à injeção intravenosa do pertecnetato. A cintilografia dinâmica registra a atividade circulatória da cabeça, geralmente no plano sagital, dentro de um período de 8 a 64 segundos após a injeção endovenosa do radioisótopo, utilizando-se para tanto uma câmara de raios gama.

A comparação entre as diversas fases circulatória, assim como entres os dois hemisférios cerebrais, é capaz de revelar a presença de distúrbios circulatórios.

Geralmente realizamos em seguida a cintilografia cerebral estática com auxílio de um detector, afim de medir a intensidade de irradiação do isótopo que se acumulou nos tecidos cerebrais. Na vigência de processos patológicos (lesão da barreira hemoliquórica, aumento da permeabilidade de vasos malformados, aumento da vascularização no interior dos tumores), esta atividade radioativa costuma estar aumentada. O cintilograma estático do cérebro é geralmente registrado de frente, por trás e de ambos os lados. A cintilografia cerebral estática permite o diagnóstico dos tumores e de outros processos patológicos a partir do tamanho de uma cereja.

Este método de exame já conquistou o seu lugar em neurorradiologia, visto que acarreta menos inconvenientes para o doente que a arteriografia cerebral, além de ser praticamente isento de complicações; entretanto, a tomografia computadorizada do crânio fornece informações mais detalhadas.

Cintilografia dos ossos do crânio

A cintilografia óssea com auxílio de um composto fosfatado do tecnécio conquistou um lugar seguro na demonstração da presença de alterações patológicas dos ossos do crânio e das vértebras. Este método é capaz de revelar os tumores, as metástases e outras alterações patológicas dos ossos, muito mais precocemente que o exame radiológico convencional, se bem que seja limitada a sua capacidade de informação no tocante à natureza do processo patológico considerado. Assim, por exemplo, a distinção entre as alterações degenerativas da coluna e os processos de caráter destrutivo não é possível a não ser com auxílio das respectivas radiografias.

Cintilografia dos espaços liquóricos

A mielocintilografia e cintilografia do espaço liquórico desempenham papel secundário no diagnóstico dos processos medulares de natureza expansiva, uma vez que podemos obter informações mais exatas recorrendo à mielografia. A principal indicação da cintilografia do líquido é o estudo da sua circulação, a qual pode estar prejudicada na hidrocefalia do adulto. Para realizar a cintilografia do líquido, puncionamos o espaço lombar ou suboccipital e injetamos albumina humana iodada no espaço liquórico; imediatamente em seguida, bem como depois de passadas 6 e 24 horas, passamos a medir e registrar a radiatividade em nível da medula, e da cabeça, com a mesma técnica usada na cintilografia cerebral estática.

Determinação da circulação sanguínea do cérebro

Após a injeção de soro fisiológico contendo xenônio radioativo (Xe^{133}) em solução, na luz da artéria carótida interna, o xenônio radioativo se difunde para os tecidos cerebrais; esta difusão está na dependência da perfusão do cérebro. A radioatividade que daí resulta pode ser registrada com auxílio de várias câmeras para raios gama, dirigidas sobre determinadas áreas cerebrais. À medida que o cérebro passa a ser perfundido por sangue isento de xenônio, a difusão retrógrada do xenônio radioativo, no sentido dos tecidos para a corrente sanguínea, provoca a queda correspondente do grau de radioatividade; esta queda também pode ser registrada. O *clearance* do xenônio é calculado com o auxílio de um computador, de modo a fornecer informações relativas à circulação e ao metabolismo do cérebro. O xenônio é levado pelo sangue venoso aos pulmões, onde acaba sendo eliminado através da respiração.

Trata-se de um método pouco usado, em virtude do alto grau de sofisticação técnica e do seu caráter relativamente invasivo.

Tomografia computadorizada por emissão de pósitrons (TEP)

A distribuição de várias câmeras de raios, à maneira dos detectores usados na tomografia computadorizada e em combinação com um programa semelhante de

computação, permite demonstrar a distribuição dos isótopos nas diversas camadas do corpo. A tomografia computadorizada de emissão de pósitrons aproveita os radionuclídeos normalmente existentes no organismo, (tais como carbono, nitrogênio ou oxigênio), os quais emitem pósitrons. Os isótopos desses elementos emissores de pósitrons apresentam um período de meia-vida muito breve. Portanto, somos obrigados a produzir esses elementos no próprio local do exame. Isso exige o emprego de um ciclotrônio, e portanto, de um equipamento altamente sofisticado e dispendioso. Por este motivo, a tomografia computadorizada baseada na emissão de pósitrons é um exame que só pode ser realizado em alguns poucos serviços do mundo inteiro.

Quando aplicado ao cérebro, este método permite medir a radioatividade de determinadas camadas do cérebro, de modo a registrar os processos metabólicos e acompanhar o funcionamento deste órgão.

Tomografia computadorizada por emissão de fótons isolados (SPECT)

Ao contrário do que acontece na tomografia computadorizada de emissão de pósitrons, a tomografia computadorizada de emissão de fótons isolados não se baseia no emprego dos radionuclídeos dos elementos normalmente encontrados no organismo, e sim de radionuclídeos que, ao se decomporem, emitem um único prótônio. Tratam-se de isótopos que são usados também em outros métodos de exame da medicina nuclear, de modo que o SPECT não exige equipamento técnico especial, uma vez que qualquer serviço de Medicina Nuclear dispõe de iodo ou de tecnécio radioativo.

O método SPECT permite revelar, medir e projetar as atividades que ocorrem no interior do cérebro durante as suas funções.

Introdução à Ressonância Magnética

O explorador da RM utiliza um campo magnético poderoso e ondas hertziana (pulsos de radiofrequência) para “excitar” prótons e levá-los a “ressoar”. Os prótons ressonantes dissipam seu excesso de energia (“relaxamento”) com o tempo e, finalmente, retornam ao seu estado de pré-excitação. Durante esse processo de relaxamento, os próprios prótons emitem ondas hertzianas, que são detectadas e “lidas”, fornecendo informações acerca da localização, densidade, movimento e velocidade de relaxamento dos prótons. O explorador da RM recebe o sinal de radiofrequência e é

capaz de produzir imagens transversais do corpo, representando as variações do comportamento dos prótons nos tecidos. As imagens extraordinárias obtidas com a RM resultam da maior resolução do contraste, em comparação com a TC. Isso se traduz em diferenças maiores no brilho das imagens entre tecido próximos. Essas imagens são geradas pela determinação das duas formas principais de relaxamento dos prótons -T1 e T2-, que ocorrem simultaneamente.

Relaxamento T1: Relaxamento T1 (denominado simplifcamente de T1) é a velocidade com que os prótons excitados retornam ao equilíbrio ou estado relaxado, depois da excitação por um pulso de radiofrequência.

Relaxamento T2: Imediatamente depois da aplicação de um pulso de radiofrequência todos os prótons estão ressonando “em fase” entre si. Os prótons logo perdem essa coerência física, em virtude das ligeiras diferenças na frequência ressonante de cada próton, devido às variações locais no campo magnético presentes em todos os tecidos. Portanto, o relaxamento T2 (ou T2) representa a velocidade da perda da coerência física entre os prótons ressonantes.]

Assim, a imagem da RM é um mapa das intensidades dos sinais, no qual a intensidade do sinal depende de T1, T2 e densidade de prótons (sendo representada a densidade de prótons no interior do tecido). Na prática, podem-se manipular esses parâmetros da RM, para enfatizar o relaxamento T1 (imagem amplificada de T1), relaxamento T2 (imagem amplificada de T2) ou a densidade global dos prótons no tecido (imagem da densidade de prótons). Um TR curto (tempo entre os pulsos de radiofrequência) favorece T1, enquanto que TR longo favorece T2. Com TR mais longo, podem ser representadas duas ondas diferentes. O primeiro eco produz a imagem da densidade de prótons, enquanto que o segundo produz a imagem amplificada de T2.

Dentro dos objetivos da interpretação das imagens, a intensidade de sinais de líquido cerebrospinal pode ser usada para determinar se uma imagem está amplificada para T1 ou T2: o líquido cerebrospinal é escuro em T1 (somente o ar, osso e fluxo sanguíneo são mais escuros) e claro em T2.

Um dos conceitos mais importantes, que precisa ser compreendido acerca da análise das imagens é que a maioria das lesões tem as mesmas características de sinal que o líquido cerebrospinal – escuras (sinal fraco) e T1 e claras (sinal forte) em T2. Outro conceito indispensável é que somente poucas condições patológicas têm sinais fortes nas seqüências amplificadas de T1. Gordura, fluxo (pode realmente ter sinal fraco, forte ou intermediário), metemoglobina (um produto da degradação do sangue em uma lesão hemorrágica), gádoilínio (um contraste injetável para RM) e líquido contendo quantidades consideráveis de proteína são claros em T1. Os padrões

complexos de sinais são observados com sangue imóvel extravasado para o interior dos tecidos e com os líquidos em circulação.

Deteção da Hemorragia

O aspecto do sangue extravasado na RM é muito complexo e depende da oxigenação do tecido, idade da hemorragia, integridade da membrana dos eritrócitos e existência de produtos da degradação da hemoglobina. Na fase aguda, um hematoma parenquimatoso pode ter características de sinal muito semelhantes ao cérebro normal. O diagnóstico da hemorragia aguda, incluindo-se o sangramento subaracnóideo, é difícil de estabelecer pela RM; a TC ainda é melhor nessa área. A hemorragia subaguda aparece clara em T1 e com sinal variável em T2, dependendo da existência de eritrócitos intactos (o sangramento parece escuro) ou destruídos (o sangramento parece claro). Na hemorragia crônica, os produtos sanguíneos, i.e., hemossiderina e ferritina, que são freqüentemente observados nas contusões e lesões antigas por cisalhamento demonstram características de sinal significativamente reduzidas, em virtude dos efeitos da “susceptibilidade magnética” . O ferro nos tecidos causa desorganização dos campos magnéticos resultando na perda do sinal. O efeito de susceptibilidade magnética é muito mais evidente nas imagens amplificadas de T2.

Limitações da Ressonância Magnética

As vantagens da RM são evidentes, no que se refere à deteção de lesões e sua caracterização anatômica. Além disso, não se utiliza qualquer radiação ionizante. As únicas limitações importantes são deteção da hemorragia hiperaguda, diagnóstico do cálcio (cálcio não retorna qualquer sinal, portanto, as calcificações distróficas /observadas em vários tumores podem passar despercebidas), tempos de exploração mais longos, em comparação com a TC, e dificuldade na monitorização dos pacientes doentes (os monitores ou aparelhos para manutenção da vida podem falhar em presença de campos magnéticos fortes)

Existem contra-indicações para a RM, incluindo-se grampos de aneurismas ferromagnéticos (os grampos modernos não são mais ferromagnéticos), marcapassos cardíacos, certos implantes cocleares, neuroestimuladores permanentes (unidades

TENS), corpos estranhos metálicos oculares conhecidos e certas válvulas cardíacas artificiais e corpos estranhos metálicos, se estiverem presentes próximo a estruturas sensíveis (p.ex.,olho).

As vantagens e desvantagens da RM geralmente são cuidadosamente comparadas pelo médico e radiologista, quando eles foram escolher uma técnica adequada de estudo por imagens.