

D. CALVET¹, C. OPPENHEIM², J.L. MAS¹¹ Service de Neurologie,² Service de Neuroradiologie,
Hôpital Sainte-Anne, PARIS.

Devant toute suspicion d'AVC, une imagerie cérébrale doit être réalisée en urgence afin de distinguer une ischémie cérébrale (infarctus cérébral) d'une hémorragie (hématome intraparenchymateux).

L'IRM qui peut, grâce à la séquence de diffusion, affirmer le diagnostic d'infarctus cérébral dès la première heure est l'examen à privilégier.

En cas de non disponibilité, un scanner cérébral peut être réalisé. En cas d'infarctus cérébral, l'ensemble des données d'imagerie permettra, au côté des données cliniques, de poser au mieux l'indication d'une thrombolyse.

L'imagerie cérébrale réalisée en urgence permet également de débiter le diagnostic étiologique et apporte des éléments pronostiques.

Infarctus cérébral et AIT: scanner ou IRM en première intention?

Une imagerie cérébrale en urgence est indispensable devant une suspicion d'AVC pour en préciser la nature ischémique ou hémorragique. L'IRM qui permet de visualiser l'ischémie récente (séquence de diffusion), l'occlusion artérielle (angio-IRM) et la zone hypoperfusée (séquence de perfusion) doit être préférée au scanner, surtout dans les premières heures.

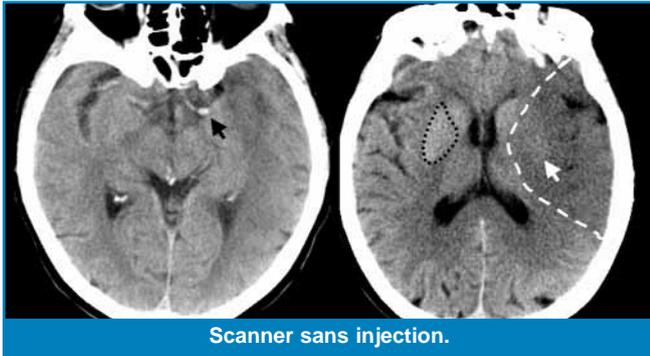
■ CONFIRMER LE DIAGNOSTIC D'INFARCTUS CÉRÉBRAL ET PRÉCISER SON MÉCANISME

1. – Scanner

● Examen du parenchyme cérébral

En cas de suspicion d'AVC, le scanner cérébral réalisé sans injection permet d'éliminer une hémorragie cérébrale qui se traduit par une hyperdensité spontanée homogène, bien limitée, associée à un effet de masse. En l'absence d'hémorragie, il faut rechercher des signes d'œdème cytotoxique, présent en cas d'occlusion artérielle (*fig. 1*). En scanner, cet œdème se traduit par une diminution de la densité [1]. Dans les premières heures suivant l'occlusion artérielle, l'hypodensité est difficile à visualiser car elle prédomine au niveau de la substance grise. Cela se traduit par une dédifférenciation blanc/gris (perte du contraste normalement visible entre les densités de la substance blanche et de la substance grise). Lorsque l'ischémie siège dans le territoire profond de l'artère cérébrale moyenne, le signe initial est une perte de la visibilité normale du noyau lenticulaire. L'effet de masse est souvent modéré les premières heures, et se traduit par un effacement des sillons de la convexité.

La détection de ces signes dépend essentiellement du délai entre l'occlusion artérielle et la réalisation de l'examen. La sévérité de l'ischémie, sa durée, la taille de la lésion, sa topographie, la présence de lésions anciennes, la qualité de l'appareil utilisé et la formation de l'examineur sont d'autres paramètres qui influencent la sensibilité du scanner pour la détection de l'ischémie cérébrale. Le scanner permet de rechercher des signes directs d'occlusion artérielle. Un thrombus



Scanner sans injection.

Fig. 1 : Infarctus cérébral dans le territoire de l'artère cérébrale moyenne gauche. Scanner réalisé 6 heures après la survenue brutale d'une aphasia et d'une hémiplégié droite. Hyperdensité spontanée de la terminaison carotidienne gauche avec un aspect de "trop belle artère" (flèche) dû à la présence d'un thrombus intra-artériel. Hypodensité corticale entraînant une perte de la différenciation substance blanche/substance grise, un effacement du noyau lenticulaire gauche (flèche blanche) par rapport au droit qui est bien visible (pointillés noirs). Les limites de l'hypodensité sont nettes (territoire superficiel et profond de l'artère cérébrale moyenne gauche, pointillés blancs) avec effacement des sillons.

intra-artériel frais se traduit par une augmentation de densité de l'artère occluse (aspect de "trop belle artère") (fig. 1).

Afin d'éviter les diagnostics par excès, il est important de comparer la densité de l'artère suspecte à celle des autres artères intracrâniennes non calcifiées qui sont, physiologiquement, de densité légèrement plus élevée que le parenchyme cérébral. Si ces signes précoces peuvent aider au diagnostic positif d'infarctus cérébral aigu, leur reproductibilité interobservateur est modeste et ils peuvent manquer.

● Angioscanner

Le scanner cérébral sans injection peut être couplé à une étude des artères intracrâniennes (angioscanner) et de la perfusion cérébrale. L'angioscanner artériel consiste en une acquisition spiralee de coupes fines centrées sur le polygone de Willis, lors du passage intra-artériel de produit de contraste iodé injecté par voie intraveineuse. Lorsqu'il montre une occlusion artérielle, l'angioscanner permet de confirmer dans le même temps l'origine ischémique du déficit, point fondamental en cas de scanner "normal".

● Scanner de perfusion

Cette technique se rapproche de celle de l'IRM de perfusion. Elle consiste à réaliser une acquisition séquentielle de l'encéphale pour suivre dans le temps le passage intravasculaire d'un bolus de produit de contraste iodé, injecté par voie intra-

veineuse [2]. Grâce aux scanners multibarrettes, il est aujourd'hui possible de réaliser cette acquisition à plusieurs niveaux de l'encéphale (4 à 6 coupes). En effet, dans les zones hypoperfusées, le bolus de contraste apparaît en quantité moindre, de façon retardée et avec un temps de transit allongé par rapport au parenchyme normalement perfusé.

Des paramètres hémodynamiques (débit sanguin cérébral, volume sanguin...) peuvent ensuite être calculés à partir des images natives au moyen de logiciels dédiés. Si cette technique ne permet pas aujourd'hui de couvrir l'ensemble de l'encéphale et est moins validée que l'IRM de perfusion, elle n'en est pas moins très prometteuse en particulier pour imager la zone de pénombre ischémique, à risque d'extension de l'infarctus à la phase aiguë.

● Au total

À la phase aiguë, l'intérêt du scanner sans injection repose sur sa grande accessibilité, son utilisation comme examen de première intention lors des essais thérapeutiques qui ont montré l'efficacité des thrombolytiques, et sa valeur pronostique (une hypodensité scanographique précocement étendue est associée à un très mauvais pronostic). Cependant, dans les 6 premières heures, le scanner est souvent normal (ou subnormal), ce qui peut conduire à des erreurs diagnostiques. Le scanner de perfusion est une technique très prometteuse, en particulier pour imager la zone de pénombre ischémique, à risque d'extension de l'infarctus à la phase aiguë.

2. – Imagerie par résonance magnétique

La mise au point de nouvelles séquences d'IRM, diffusion, perfusion et angio-IRM, a bouleversé la prise en charge en imagerie des patients suspects d'AVC [3]. L'IRM avec des séquences dites conventionnelles (T1, T2, T2*) permet de distinguer sans ambiguïté une hémorragie cérébrale d'un infarctus cérébral non hémorragique. En effet, dans les premières heures, les hémorragies sont en hypersignal sur les séquences FLAIR ou T2, en hyposignal discret en T1, et la présence d'un hyposignal sur les séquences en écho de gradients (T2*) signe la présence d'un saignement récent (fig. 2) [4-6].

● Imagerie de diffusion

L'imagerie de diffusion repose sur la mesure des déplacements des molécules d'eau qui sont restreints en cas d'œdème cytotoxique d'origine ischémique [7, 8]. En moins d'une minute de temps d'acquisition, les séquences de diffusion

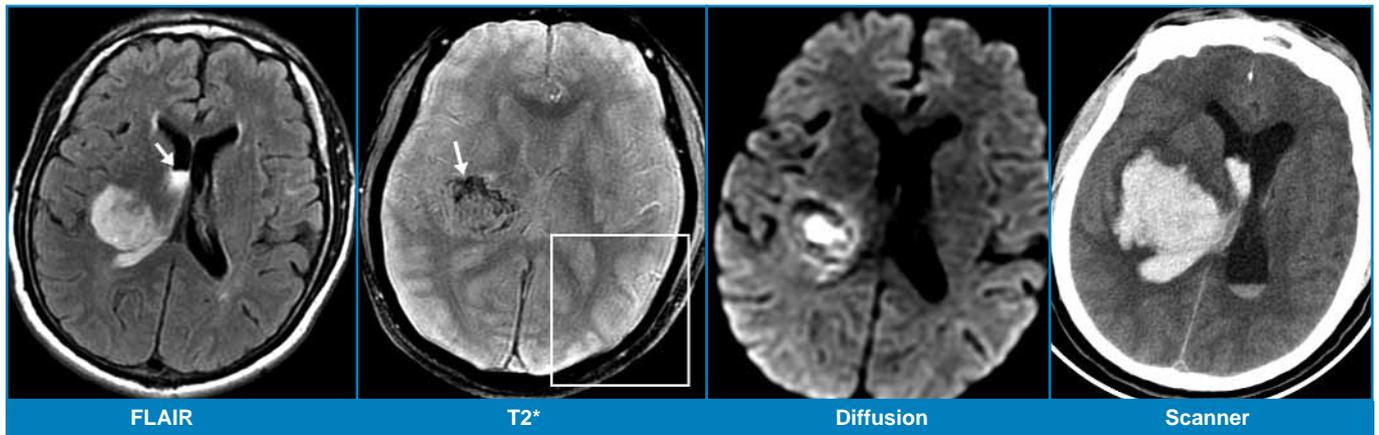


Fig. 2: Hémorragie cérébrale et ventriculaire aiguë. IRM réalisée 2 heures après la survenue brutale d'un déficit moteur de l'hémicorps gauche. La séquence clé du diagnostic est le T2* qui montre des hyposignaux en rapport avec des produits de dégradation de l'hémoglobine (flèche). L'hématome est en hypersignal en séquence FLAIR, ce qui permet aussi de le distinguer d'un accident ischémique artériel, non visible en FLAIR au stade hyperaigu. Son signal est hétérogène en diffusion. Une hémorragie intraventriculaire est également visible en FLAIR (tête de flèche). Un contrôle scanographique réalisé le lendemain montre une extension de l'hématome et de l'effet de masse.

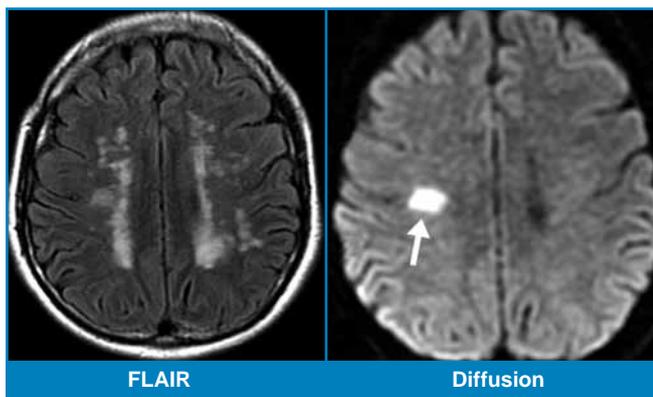


Fig. 3: Infarctus cérébral profond récent. IRM effectuée 24 heures après la survenue brutale d'un déficit de l'hémicorps gauche. Multiples anomalies de signal de la substance blanche périventriculaire en séquence FLAIR (T2 avec suppression du signal du liquide cérébro-spinal), sans distinction des lésions anciennes ou récentes. Seule une lésion, en hypersignal sur l'imagerie de diffusion (flèche), correspond à une ischémie récente et permet d'expliquer la symptomatologie clinique.

permettent d'affirmer le diagnostic d'infarctus cérébral d'origine artérielle avec certitude, avec une excellente sensibilité même dans les toutes premières heures. La présence d'un hypersignal franc sur les images de diffusion dans les jours qui suivent la survenue d'un déficit brutal est très spécifique du diagnostic d'ischémie d'origine artérielle (fig. 3, 4 et 5). A l'inverse, une imagerie de diffusion normale chez un patient ayant un déficit neurologique persistant rend très improbable le diagnostic d'infarctus cérébral. L'absence d'hypersignal en diffusion, voire l'existence d'un hyposignal (œdème vasogénique = extracellulaire) au décours d'un déficit neurologique récent orientera vers d'autres diagnostics : lésion tumorale, encéphalite, ischémie d'origine veineuse...

- ▶ Une imagerie cérébrale en urgence est indispensable devant une suspicion d'AVC pour en préciser la nature ischémique ou hémorragique.
- ▶ L'IRM qui permet de visualiser l'ischémie récente, l'occlusion artérielle et la zone hypoperfusée doit être préférée au scanner, surtout dans les premières heures.
- ▶ Les informations apportées par l'IRM devraient bientôt permettre de mieux identifier les patients candidats à une fibrinolyse au-delà de la fenêtre thérapeutique classique.
- ▶ En cas de suspicion d'accident ischémique transitoire (AIT), c'est aussi l'IRM, tout particulièrement la séquence de diffusion, qui est la technique de choix. En effet, sur la séquence de diffusion, une lésion ischémique cérébrale est visible chez environ la moitié de ces patients.

● Angiographie par résonance magnétique (angio-IRM)

L'angio-IRM des artères intracrâniennes repose aujourd'hui sur la technique dite en temps de vol (sans injection de gadolinium), avec laquelle le sang circulant apparaît en hypersignal. Ainsi, une interruption du signal artériel traduit soit une occlusion artérielle, soit un important ralentissement artériel. A la phase aiguë d'un infarctus, l'angio-IRM recherche le site de l'occlusion intracrânienne (carotide, artère cérébrale moyenne, artère basilaire...) (fig. 5).

● Séquence de perfusion

Les séquences de perfusion permettent d'approcher les aspects physiopathologiques de l'ischémie cérébrale et apportent des éléments pronostiques [2, 9]. On peut schématiquement rapprocher la zone en hypersignal en diffusion de la zone d'ischémie

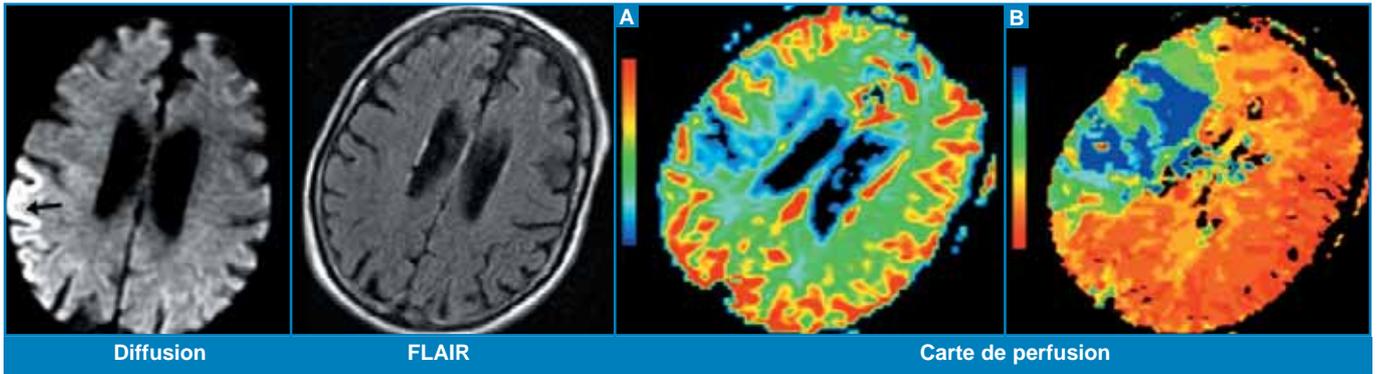


Fig. 4 : Infarctus cérébral au stade aigu. IRM effectuée 2 heures après la survenue d'un déficit moteur de l'hémicorps gauche. La séquence T2* (non illustrée) éliminait un hématome aigu. La séquence de diffusion montre un hypersignal cortical gyroforme peu étendu non visible en séquence conventionnelle pondérée en T2 (ici FLAIR). L'angio-IRM du polygone de Willis (non illustrée) montrait une occlusion de l'artère cérébrale moyenne droite. La séquence de perfusion montre des anomalies étendues à la quasi-totalité du territoire de l'artère cérébrale moyenne droite: réduction du volume sanguin local (en couleur froide sur la cartographie) **A** et un allongement du temps d'apparition du gadolinium (en bleu sur la carte de temps d'apparition du bolus de gadolinium) **B**. Ainsi, il existe chez ce patient un risque d'extension de l'infarctus devant la présence de tissu cérébral normal en diffusion mais anormal sur les séquences de perfusion (ou "mismatch" perfusion/diffusion).

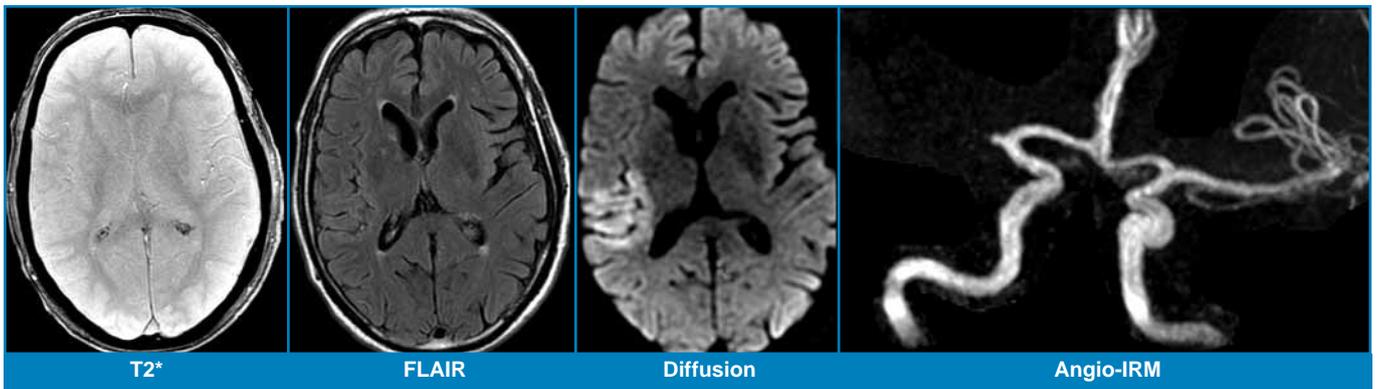


Fig. 5 : IRM et Infarctus cérébral aigu. IRM effectuée 2 heures après un déficit moteur brutal de l'hémicorps gauche. La normalité des séquences T2* et FLAIR élimine un hématome. Hypersignal dans le territoire de l'artère cérébrale moyenne confirmant la suspicion d'accident ischémique. Occlusion proximale de l'artère cérébrale moyenne droite.

irréversible. Ainsi, à la phase aiguë, le volume des anomalies de signal en imagerie de diffusion, facilement mesurable du fait de l'excellent contraste des lésions, est inversement corrélé au pronostic fonctionnel. En phase aiguë, un complément d'information peut être apporté par les séquences de perfusion qui étudient la cinétique de progression du produit de contraste (gadolinium) [10]. Le risque d'extension de l'infarctus serait d'autant plus important qu'existent des zones de tissu cérébral normales en diffusion mais anormales sur les séquences de perfusion (ou "mismatch" perfusion/diffusion des Anglo-Saxons) (fig. 4).

■ QUELLE IMAGERIE DEVANT UNE SUSPICION CLINIQUE D'AVC OU D'AIT?

Une imagerie cérébrale est indispensable en urgence pour :

- confirmer le diagnostic d'AVC,

- distinguer une hémorragie cérébrale d'un infarctus,
- poser l'indication d'un traitement thrombolytique,
- orienter le bilan étiologique.

Dans les premières heures, l'IRM est préférée au scanner chaque fois que possible en raison de sa meilleure sensibilité à la détection de l'ischémie cérébrale.

Après élimination de l'hémorragie cérébrale, elle confirme, grâce aux séquences de diffusion, le diagnostic d'ischémie cérébrale aiguë, et précise sa topographie, ainsi que le nombre et l'âge des lésions. Dans le même temps d'examen, l'imagerie du parenchyme est couplée à une angio-IRM du polygone de Willis à la recherche d'une occlusion artérielle et, si possible, à une séquence de perfusion qui permet d'évaluer le retentissement hémodynamique de cette occlusion. L'ensemble des données d'imagerie contribue, avec les données

cliniques à poser au mieux l'indication d'une thrombolyse. Les informations apportées par l'IRM devraient bientôt permettre de mieux identifier les patients candidats à une fibrinolyse au-delà de la fenêtre thérapeutique classique. La réalisation des séquences nécessaires en cas d'AVC ne nécessite qu'une dizaine de minutes et ne retarde pas la prise en charge thérapeutique du patient.

En cas de non accessibilité ou de contre-indication à l'IRM, un scanner cérébral sans injection permet de poser le diagnostic d'hémorragie cérébrale. Sa normalité, associée à un déficit de survenue brutale, suggère très fortement le diagnostic d'infarctus cérébral. Selon l'appareillage scanographique dont dispose le plateau technique, cet examen peut être couplé à un angioscanner du polygone de Willis et à un scanner de perfusion. Le scanner cérébral a été l'examen de 1^{re} intention lors des essais thérapeutiques qui ont montré l'efficacité des thrombolytiques.

Si le patient est adressé au-delà de la 6^e heure, la stratégie diagnostique est assez semblable. Bien que l'ischémie artérielle soit alors plus facile à diagnostiquer en scanner que dans les premières heures, cet examen est moins performant que l'IRM pour l'ischémie du tronc cérébral et les petites lésions, et il est difficile de distinguer les lésions ischémiques anciennes des lésions récentes. L'IRM est aussi plus performante pour le diagnostic différentiel avec des lésions non ischémiques (tumeur, abcès, pathologie anorganique, déficit post-critique). Les séquences de perfusion ne sont pas à ce stade indispensables.

En cas de suspicion d'accident ischémique transitoire (AIT), c'est aussi l'IRM, tout particulièrement la séquence

de diffusion, qui est la technique de choix. En effet, sur la séquence de diffusion, une lésion ischémique cérébrale est visible chez environ la moitié de ces patients, avec une fréquence qui augmente avec la durée de l'AIT et certains signes cliniques (déficit moteur, troubles du langage). Lorsqu'elle montre une lésion ischémique récente, l'IRM permet de confirmer l'origine vasculaire du déficit. La visualisation de ces anomalies en IRM chez un patient ayant présenté un AIT est aussi un facteur prédictif de survenue d'un infarctus cérébral à court terme, ce qui permet d'adapter la prise en charge. ■

Bibliographie

1. MOULIN T, TATU L, VUILLIER F, CATTIN F. Brain CT scan for acute cerebral infarction: early signs of ischemia. *Rev Neurol*, 1999; 155: 649-55.
2. WINTERMARK M, SESAY M, BARBIER E *et al.* Comparative overview of brain perfusion imaging techniques. *J Neuroradiol*, 2005; 32: 294-314.
3. DESAL HA, AUFRAY-CALVIER E, GUILLON B *et al.* Imagerie des accidents vasculaires cérébraux en urgence. *J Neuroradiol*, 2004; 31: 327-33.
4. HAMON M, LECLERC X, OPPENHEIM C, GAUVRIT JY, MEDER JF, PRUVO JP. Neuroimaging characteristics of intracerebral haematoma. *Rev Neurol (Paris)*, 2005; 161: 997-1006.
5. OPPENHEIM C, TOUZE E, HERNALSTEEN D *et al.* Comparison of five MR sequences for the detection of acute intracranial hemorrhage. *Cerebrovasc Dis*, 2005; 20: 388-94.
6. LECLERC X, KHALIL C, SILVERA S *et al.* Imagerie des hématomes intracrâniens non traumatiques. *J Neuroradiol*, 2003; 30: 303-16.
7. LE BIHAN D, BRETON E, LALLEMAND D, GRENIER P, CABANIS E, LAVAL-JEANTET M. MR imaging of intravoxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders. *Radiology*, 1986; 161: 401-7.
8. OPPENHEIM C, NAGGARA O, HAMON M *et al.* IRM de Diffusion de l'encéphale chez l'adulte: technique, résultats normaux et pathologiques. *EMC Radiologie*, 2005; 133-64.
9. COSNARD G, DUPREZ T, GRANDIN C, DECHAMBRE S, MATAIGNE F, SMITH A. Diffusion- and perfusion-weighted MR imaging during the hyperacute phase of stroke. *J Radiol*, 2000; 81: 858-69.