

Les systèmes ouverts d'IRM

Beat Walser

Radiologie, Medizinisches Zentrum Bad Ragaz

Introduction

L'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM) est une technique largement utilisée en médecine depuis le milieu des années 1980. Il est devenu impensable de se passer de cette méthode, particulièrement dans les investigations de maladies neurologiques ou musculosquelettiques et de symptômes post-traumatiques. La palette des indications de l'IRM a augmenté de pair avec les progrès techniques. Elle s'utilise également de plus en plus dans les pathologies de l'abdomen et les examens mammaires, ou pour des examens cardiaques et du système vasculaire. Les appareils plus récents permettent en outre une analyse du corps entier, par exemple pour détecter des métastases squelettiques ou investiguer une affection systémique inflammatoire de type rhumatologique. La disponibilité de ces appareils, les améliorations technologiques des IRM et l'absence de problèmes d'irradiation ont également contribué à l'augmentation des demandes d'examens IRM.


Systèmes fermés

Plus de 80% des systèmes à résonance magnétique sont des systèmes en forme de tunnel dits fermés. Grâce à un écran de protection actif, le champ de dispersion magnétique dépassant la limite critique de 5 Gauss reste confiné près de l'aimant; cette limite ne doit par exemple pas être dépassée chez les porteurs d'un stimulateur cardiaque. Cet avan-

tage, en plus d'un poids relativement faible d'environ quatre à six tonnes, facilite une utilisation généralisée et réduit les coûts de construction. Avec une valeur de 1,5 teslas, l'intensité de champ la plus répandue équivaut à 30 000 fois celle du champ magnétique terrestre en Europe centrale. Toute l'étendue du spectre d'analyses nécessaire dans les diagnostics de routine peut ainsi être couverte. On observe une tendance à utiliser les systèmes à 3,0 teslas, qui offrent une plus haute résolution et une meilleure qualité dans l'imagerie; ils produisent toutefois plus facilement des artéfacts indésirables, selon la partie du corps examinée.

Systèmes ouverts

Les systèmes ouverts se composent pour la plupart d'aimants dont le champ se situe entre 0,2 et 0,7 teslas. Leur construction ouverte entraîne certains problèmes, dus au poids de la structure maintenant l'écart entre les aimants malgré les énormes forces qui s'exercent entre eux. De plus, ces appareils sont relativement sensibles aux perturbations provenant des champs électromagnétiques extérieurs, ce qui peut restreindre le choix de leur emplacement. Un autre problème réside dans l'intensité du champ de dispersion magnétique, qui est plus élevée que dans les systèmes fermés à écran de protection actif. Les appareils sont construits le plus souvent en forme de fer à cheval, ou munis d'une structure en colonnes destinée à soutenir les aimants. Le positionnement des patients s'effectue de manière optimale, en tirant profit d'une table à plateau flottant. Dans les systèmes ouverts utilisés jusqu'à présent, l'intensité relativement faible du champ magnétique représente un désavantage important pour la qualité de l'image et le temps de mesure.

Certains systèmes ouverts plus récents comportent deux aimants supraconducteurs superposés, protégés par un écran actif et générant un champ vertical de 1,0 tesla (fig. 1 )

La direction verticale du champ magnétique principal se prête à l'utilisation de bobines solénoïdes dont la sensibilité de réception est élevée, et qui entourent la tête, le corps ou les membres du patient. Les images présentent alors un meilleur rapport signal/bruit et une luminosité homogène sur toute la surface examinée. Le désavantage d'un champ plus faible que celui des systèmes fermés à 1,5 tesla est ainsi partiellement compensé [1]. Le système ouvert permet des investigations aussi exigeantes que les examens cardiaques. Dans les systèmes à 1,0 tesla, le spectre des applications



Figure 1

Un développement récent: système d'IRM à configuration ouverte, avec deux aimants supraconducteurs superposés générant un champ magnétique de 1,0 tesla.

et la puissance diagnostique sont comparables à ceux des IRM à tunnel de 1,5 tesla mais nous observons, à qualité égale, un temps d'acquisition de l'image rallongé de 20%.

Autre avantage de l'intensité légèrement plus faible du champ: les inhomogénéités du champ magnétique perturbent moins la qualité des images. Cela facilite l'examen de patients présentant des fixateurs ou des implants rachidiens.

Claustrophobie

La claustrophobie en système fermé représente un problème essentiel pouvant mener à l'interruption, voire au refus de l'examen. Dans ces situations, il faut fixer un rendez-vous pour un nouvel examen en anticipant la présence d'un accompagnant et d'une sédation. La «peur du tunnel» est un phénomène complexe et multifactoriel (ignorance de la méthode, exigüité dans l'appareil, douleur, anxiété face au résultat).

Les patients claustrophobes acceptent plus facilement les aimants ouverts. La grandeur du champ de vision et l'ouverture plus large favorisent un climat de confiance, ce qui diminue l'usage de sédatifs. Des études ont démontré que le pourcentage d'examens interrompus en raison de claustrophobie, qui est de 58% dans les systèmes fermés, se réduit à moins de 9% dans les systèmes ouverts [2]. Notre propre expérience confirme ces énoncés; cela n'empêche pas que certains patients interrompent ou refusent malgré tout le traitement.

Obésité

Les systèmes fermés sont souvent trop étroits pour les patients avec excès pondéral. Grâce aux systèmes ouverts, un examen IRM reste possible même en cas d'obésité très prononcée. Une étude menée par le «National Institute of Health» aux USA en 2005, a révélé que la prévalence de personnes avec excès pondéral était de l'ordre de 36 millions et que ce nombre devrait encore s'accroître fortement ces prochaines années. Cela explique la demande croissante de systèmes ouverts aux Etats-Unis et la tendance vers des rayons d'ouverture plus grands dans les systèmes ouverts et fermés. Un fabricant a ainsi développé l'aimant le plus court et le moins étroit jamais présenté, avec un tunnel de 1,25 m de long et de 70 cm de diamètre intérieur. Double avantage, ce tunnel diminue également le risque de claustrophobie.

Positionnement du patient

Les systèmes ouverts offrent de meilleures possibilités de positionnement du patient, ce qui constitue un avantage important. L'accès plus ouvert et

le plateau de table flottant permettent de mieux positionner la région à examiner à l'isocentre de l'aimant. Dans les systèmes fermés, il est particulièrement difficile d'effectuer l'examen des articulations des membres supérieurs en position détendue, ce qui favorise les mouvements involontaires pouvant fausser l'acquisition d'images. Les clichés inutilisables doivent alors être renouvelés, et l'examen devient encore plus pénible pour le patient. La position plus confortable du patient dans les IRM ouverts le rend plus calme et plus détendu, ce qui diminue le risque de mouvement. Lorsqu'une rachialgie sévère empêche l'examen du patient en position dorsale, il peut s'effectuer en décubitus latéral. Cette position facilite également l'examen d'un patient dont le rachis est ankylosé en cyphose sévère – par exemple en cas de maladie de Bechterev – et pour qui le positionnement dans un système fermé serait problématique.

L'utilisation d'une construction ouverte se révèle également avantageuse en pédiatrie, car une personne accompagnante peut rester couchée près de l'enfant durant l'examen.

Examen fonctionnel

Les examens les plus répandus en milieu hospitalier sont les examens fonctionnels de la colonne vertébrale [3]. Dans ce contexte, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) représente une forme particulière d'IRM pour l'examen de patients en position debout ou en position assise. En Suisse, un seul appareil de ce genre est en service actuellement. Cette méthode d'examen rend possible l'acquisition dans la position où les symptômes s'expriment, et même sous charge. On peut ainsi détecter l'hernie discale mobile, la sténose dynamique, ainsi que des instabilités qui pourraient être sous-estimées voire échapper au contrôle dans une position dorsale détendue [4]. L'examen dans la position dorsale habituelle peut parfaitement induire en erreur en laissant croire à un résultat négatif. Dans certains cas particuliers, l'IRMf améliore la corrélation entre le status clinique et l'imagerie. Toutefois il faut en poser l'indication avec soin: le patient peut être mis à dure épreuve par le maintien en position douloureuse, car la durée de l'acquisition est relativement longue.

L'examen fonctionnel des articulations non rachidiennes est également plus aisé dans les systèmes ouverts, mais il n'est que rarement demandé lors du diagnostic.

Interventions

Les systèmes fermés n'offrent pratiquement pas d'accès direct pour une intervention, car la partie du corps examinée doit se trouver aussi proche

que possible de l'isocentre de l'aimant. Les systèmes ouverts offrent un bien meilleur accès vers le patient, ce qui facilite les interventions. L'IRM n'est toutefois pas l'examen optimal dans le traitement de la douleur, par exemple lors d'infiltrations facettaires ou périradiculaires. La ponction guidée par CT ou par radiographie reste toujours la méthode de premier choix malgré la dose d'irradiation requise. En revanche, l'IRM s'utilise avantageusement pour guider la biopsie et le marquage suite à des symptômes mammaires suspects qui ne sont visibles que dans l'IRM dynamique avec produit de contraste. Ceci peut être le cas chez les patientes dont le profil de risque est particulièrement élevé ou lorsque le tissu mammaire est très dense.

Effets secondaires, dangers et coûts

Les contre-indications pour les systèmes ouverts sont en principe les mêmes que pour les systèmes fermés. Elles concernent avant tout les patients munis d'un implant ferromagnétique, d'un stimulateur cardiaque, d'une pompe à insuline ou d'un neurostimulateur. Pour les patients, le coût de l'examen ne dépend ni du type d'appareil ni de l'intensité du champ dans l'aimant. En cas d'investigations fonctionnelles supplémentaires au

niveau de la colonne vertébrale, il ne faut pas les facturer séparément car elles sont incluses dans la prestation de base.

Synthèse et perspectives

L'avantage des systèmes ouverts réside dans la diminution des problèmes touchant à la claustrophobie avant et pendant l'examen, ainsi que dans la possibilité d'examiner aussi des patients dont l'obésité est très prononcée. Ces systèmes offrent encore la possibilité de placer le patient plus confortablement dans l'appareil, ou encore de mieux positionner les articulations à l'isocentre de l'aimant. L'accès dégagé au patient facilite les interventions guidées par IRM. Suite à un examen clinique approfondi et à un questionnement ciblé, l'examen fonctionnel de la colonne vertébrale peut renforcer le diagnostic.

Les désavantages des systèmes ouverts sont avant tout liés à l'intensité plus faible du champ magnétique généré: moins bon rapport signal/bruit, qualité réduite de l'image et temps d'acquisition plus long.

Les nouveaux systèmes ouverts à 1,0 tesla produisent une qualité d'image comparable à celle des systèmes fermés, avec un temps d'acquisition qui n'est guère plus long.

Références

- 1 Int Society for Magnetic Resonance in Medicine, Proceedings 2004, 1581.
- 2 Bangard C, Paszek J, Berg F, Eyl G, Kessler J, Lackner K, Gossmann A. MR imaging of claustrophobic patients in an open 1,0T scanner: Motion artifacts and patient acceptability compared with closed bore magnets. *Eur J Radiology*. 2007; 64(1):152-7.
- 3 Weishaupt D, Schmid MR, Zanetti M, et al. Positional MR imaging of the lumbar spine: does it demonstrate nerve root compromise not visible at conventional MR imaging? *Radiology*. 2000;215(1):247-53.
- 4 Kaech DL. Funktionelle Bildgebung der Wirbelsäule im offenen MRI. *Schweiz Med Forum*. 2006;6(24):586-9.

Correspondance:
Dr Beat A. Walser
Radiologie
Medizinisches Zentrum
CH-7310 Bad Ragaz
beat.walser@hin.ch