



Le Gaz Carbonique et le Gadolinium : des alternatives aux produits de contraste iodés en radiologie vasculaire diagnostique et interventionnelle

Docteur TURMEL RODRIGUES - Radiologue - Clinique Saint-Gatien - 37 - TOURS

L'IODE

L'iode a été historiquement le 1^{er} produit de contraste utilisé par les radiologues pour opacifier les vaisseaux sanguins. L'iode a malheureusement une toxicité rénale dose-dépendante (la limite maximale communément admise est de 5 ml/kg chez le sujet à fonction rénale normale) et peut entraîner des réactions allergiques qui sont, elles, en règle non dose-dépendantes. Ces réactions allergiques sont malheureusement imprévisibles et vont de la simple plaque cutanée érythémateuse à l'œdème laryngé suffoquant de Quincke, voire à la mort par choc circulatoire anaphylactique. Les dialyses peuvent développer de surcroît des réactions de surcharge spécifiques allant de l'inflammation des glandes salivaires à la iododermite sévère qui peut mettre plusieurs semaines à cicatrifier.

LES PRODUITS DE CONTRASTE ALTERNATIFS

Des produits de contraste alternatifs se sont donc avérés nécessaires chez les malades aux antécédents sérieux d'allergie à l'iode (œdème de Quincke) ou chez les malades à fonction rénale altérée qu'une dose même faible d'iode peut faire basculer dans l'insuffisance rénale terminale et anticiper la prise en charge en dialyse. Ces produits alternatifs ne sont disponibles que depuis quelques années.

LE GAZ CARBONIQUE

Le gaz carbonique est utilisé en médecine depuis plus de 30 ans pour créer le pneumopéritoine nécessaire aux coelioscopes

mais n'a pu être utilisé dans les vaisseaux qu'avec l'arrivée des systèmes d'angiographie numérique. Eux seuls permettent des cadences d'acquisition rapide des images (6 images/sec) pour saisir au passage le rapide bolus de ce gaz 400 fois plus fluide que l'iode et eux seuls permettent soustraction et traitement secondaire rapides de l'image. Le contraste naturel du gaz carbonique est en effet très faible, ce qui rend les images radiologiques "brutes" illisibles. Même après réhaussement du contraste et traitement de l'image, le gaz carbonique donne presque toujours une imagerie de qualité très inférieure à ce que procure l'iode.

Parmi les différents gaz utilisés en médecine, le CO₂ a l'immense avantage de se dissoudre très rapidement dans le sang une fois injecté. La physiologie nous en a fourni la preuve depuis longtemps : on sait que l'oxygène a besoin de l'hémoglobine pour être transporté dans le sang alors que le CO₂, son catabolyte, ne requiert aucune molécule porteuse tant sa solubilité dans le plasma est grande (40 fois supérieure à celle de l'O₂). L'inconvénient d'un gaz est toutefois de se mettre sous forme de bulles lorsqu'il est injecté dans un liquide, et ces bulles peuvent transitoirement emboliser l'origine d'un vaisseau en attendant les quelques secondes ou minutes nécessaires à sa dissolution. Ces bulles embolisatrices n'ont aucun inconvénient dans les poumons, dans les organes abdominaux ou dans les jambes, territoires supportant très bien une éventuelle ischémie de quelques minutes. Le danger est en revanche réel si les bulles se placent dans un vaisseau cérébral ou dans une artère coronaire. C'est la raison pour laquelle l'injection de gaz carbonique est prohibée dans l'aorte

thoracique et ses branches et qu'elle peut être dangereuse voire fatale dans une fistule de dialyse circulante si un obstacle veineux sévère entraîne un reflux dans l'artère afférente susceptible de remonter ensuite jusqu'à l'artère sous-clavière d'où naît l'artère vertébrale vascularisant le tronc cérébral, le reflux pouvant même atteindre la carotide primitive à droite. Nous avons malheureusement eu personnellement à déplorer une complication mortelle de ce type, la raison pour laquelle nous n'utilisons plus personnellement le CO₂ dans les abords d'hémodialyse autrement que pour les phlébographies avant création de fistule.

L'absence de néphrotoxicité mise à part, l'un des gros avantages du CO₂ est son faible coût : un cylindre de CO₂ et son manodétendeur reviennent à moins de 800 € et permettent de réaliser des centaines d'examen.

LE GADOLINIUM

Le gadolinium est utilisé depuis les années 80 comme produit de contraste en IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) en raison de qualités "ferro-magnétiques" que l'iode n'a pas. La tolérance à l'injection intravasculaire du gadolinium s'est avérée excellente, avec de très rares réactions allergiques rapportées à ce jour. On s'est aperçu dans un 2^{ème} temps que le gadolinium, métal "lourd" comme l'iode, était opaque aux rayons X et pouvait être utilisé comme produit de contraste en angiographie bien que sa radio-opacité soit 3,5 fois moins importante que celle de l'iode. Le gadolinium s'est également avéré nettement moins néphrotoxique que l'iode à dose égale. Des aggravations de la fonction rénale ont toutefois été

rapportées après injection de plus de 100 ml de ces produits de contraste à base de gadolinium. L'inconvénient majeur du gadolinium est son coût élevé : 20 ml de gadolinium sont vendus aux environs de 90 € en pharmacie contre moins de 10 € pour l'équivalent en iode.

LA PHLÉBOGRAPHIE AVANT CRÉATION DE FISTULE

La phlébographie avant création de fistule devrait être réalisée chaque fois que le chirurgien ou le néphrologue ne voit pas de veine utilisable cliniquement sur les avant-bras du malade : la phlébographie peut toutefois être remplacée par l'échographie dans les centres où les échographistes ont été correctement formés et connaissent bien le problème spécifique des dialysés, ce qui est encore assez peu le cas en France. L'autre indication de la phlébographie est la recherche de sténose ou occlusion des gros troncs veineux centraux (sous-clavières, troncs brachio-céphaliques, veine cave) dans la mesure où la création d'une fistule risquerait de s'accompagner d'un gros bras invalidant : dans cette indication, l'IRM correctement réalisée par des opérateurs entraînés peut se substituer à la phlébographie.

A ce jour la phlébographie demeure toutefois la seule méthode permettant d'étudier à la fois les veines de l'avant-bras et les veines centrales : l'échographie n'explore pas bien les veines centrales et l'IRM n'explore pas bien les veines périphériques pour l'instant. L'échographie a l'avantage toutefois d'être une méthode non-invasive et non-irradiante et l'IRM est non-irradiante mais légèrement invasive (elle nécessite une ponction pour l'injection de gadolinium) contre-indiquée formellement chez les porteurs de pace-maker.

La méthode idéale de visualisation des veines est la phlébographie à l'iode, qui est toutefois un examen faussement simple et qui doit respecter des impératifs techniques : membre en supination parfaite, clichés avec et sans garrot, compte-rendu analytique veine par veine. On ne

peut malheureusement pas faire une phlébographie de membre correcte sans injecter au moins 30 ml des produits iodés actuellement disponibles, ce qui peut suffire à décompenser les patients en pré-dialyse. C'est donc dans ce contexte qu'on utilise le gaz carbonique qui, outre son absence de néphrotoxicité, a l'avantage de distendre les veines. La qualité des images obtenues est toutefois bien inférieure à celles de l'iode sur l'avant-bras et la grande fluidité du gaz fait qu'il s'engouffre dans le vaisseau perméable le plus direct jusqu'au cœur et n'opacifie souvent qu'une seule des veines potentiellement perméables et utilisables sur le membre. Pour cette raison il faut essayer de piquer une veine du bord radial de la main pour éviter de voir autrement le produit partir dans une grosse veine cubitale et ignorer une belle veine radiale plus facile à utiliser en dialyse.

Le seul danger de la phlébographie au gaz carbonique réside dans les injections trop rapprochées (à moins d'une minute d'intervalle) qui risquent d'aboutir à la formation d'une bulle de gaz dans le ventricule droit pouvant entraîner un trouble du rythme. Si cela survient, une pression forte sur le sternum, comme pour un massage cardiaque, suffit en règle à briser la bulle ou à faire repartir le cœur. Nous n'avons plus jamais rencontré ce type d'incident depuis que nous respectons des intervalles d'une minute entre 2 injections de 50 ml de CO₂. L'autre risque, plus théorique que réel, serait celui de passage de gaz depuis l'oreillette droite vers l'oreillette gauche à travers un foramen ovale embryonnaire résiduel perméable (retrouvé chez 20 % des individus). Ce risque est très faible dans la mesure où les pressions sont plus élevées dans l'OG que dans l'OD mais il est probable que des micro-bulles peuvent passer et peut-être expliquer la sensation de malaise transitoire mal défini présenté par certains malades en fin de procédure. Nous gardons de fait les patients systématiquement allongés 1/2 heure après l'examen avant d'autoriser la sortie.

L'utilisation du gadolinium comme produit de contraste en phlébographie a été proposée par une équipe parisienne. Nous ne sommes personnellement pas du tout convaincus par cette utilisation : le coût prohibitif du produit a amené à limiter la quantité de contraste injectée et abouti à insuffisamment remplir les veines de l'avant-bras qui sont dès lors à notre avis sous-explorées.

DILATATION

Face à une fistule dont le développement, l'utilisation ou la perméabilité est menacé par une sténose, la dilatation est le plus souvent la méthode de choix par rapport à la chirurgie du fait de son caractère peu invasif et du respect du capital veineux du malade.

L'iode est remplacé par le gadolinium en cas d'antécédents d'allergie sérieuse, ce qui est assez rare, mais il est une autre indication qui se développe : c'est la dilatation de sténoses sur une fistule récemment créée et dite "immature" chez un malade non encore dialysé et dont la fistule n'est donc pas encore utilisée. L'utilisation de gadolinium limite le risque d'anticiper la prise en dialyse, et chaque semaine gagnée représente une économie de 1000 € environ pour le budget de la santé !

L'utilisation de CO₂ doit en revanche à notre avis être découragée dans cette indication du fait du risque de reflux artériel vers l'aorte toujours possible.

DÉSOBSTRUCTION

Désobstruer une fistule occluse peut parfois être simple mais est plus souvent complexe et nécessite plus de 2 heures de procédure. Le gadolinium peu radio-opaque se prête mal aux fréquents contrôles scopiques nécessaires pour guider la procédure et il faut souvent injecter plus de 100 ml de contraste pour gérer ce type d'intervention. Le CO₂ étant à notre avis à proscrire dans cette indication, le coût et la radio-opacité du gadolinium étant ce qu'ils sont, désobstruer un abord occlus sans iode est un véritable défi difficile à relever.

LES AUTRES EXAMENS

Toutes les artériographies et procédures vasculaires interventionnelles sont réalisables sous gadolinium mais avec tous les inconvénients déjà rapportés lors de l'utilisation en dilatation ou désobstruction de fistule.

CONCLUSION

Gaz carbonique et gadolinium peuvent être utilisés en substitution à l'iode en cas de nécessité. Malheureusement la qualité des examens et des procédures s'en ressent négativement. Les informations obtenues sont moins complètes et le risque d'échec en radiologie interventionnelle est plus grand. Il faut donc bien peser les avantages et les inconvénients avant d'obliger le radiologue à travailler sans iode, ne pas multiplier les contre-indications à l'iode reposant sur des antécédents de pseudo-allergie non fondés et recourir aux méthodes diagnostiques alternatives (échographie, IRM) quand elles sont possibles et accessibles.

FIGURES

Fig 1A. Ce centrage à l'avant-bras d'une phlébographie à l'iode montre une superbe veine radiale superficielle de calibre régulier et à bords nets.

Fig 1B. Le même centrage chez le même malade mais en utilisant le gaz carbonique montre une veine radiale moins distendue et à contours moins nets, avec quelques doutes possibles quant à l'existence de sténoses.

Fig 2. Cette phlébographie du membre supérieur droit au gaz carbonique permet d'affirmer l'intégrité absolue de la veine sous-clavière, du tronc veineux brachio-céphalique droit (aussi appelé "innominé"), et de la veine cave supérieure qui est à gauche chez ce malade (variation anatomique assez rare).

L'apparente sténose de la veine cave supérieure terminale n'est pas organiquement significative puisqu'il n'y a aucune circulation collatérale d'amont.

