

La révolution de l'IA en cardiologie interventionnelle

Définition et types d'IA

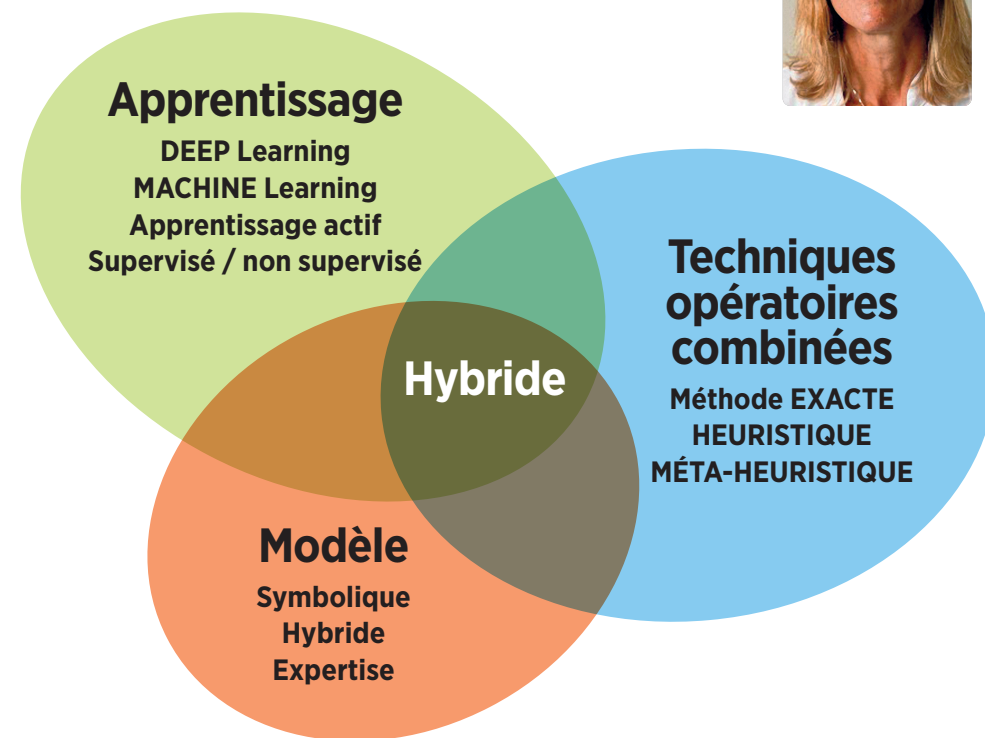
L'IA se définit comme l'ensemble des algorithmes et des logiciels visant à simuler les capacités cognitives humaines. On distingue deux grandes catégories : l'IA dite forte, qui cherche à simuler le raisonnement humain à un niveau avancé, et l'IA dite faible, qui se concentre sur l'exécution de tâches spécifiques en soutien aux activités humaines. Ces technologies, depuis les systèmes experts jusqu'aux algorithmes d'apprentissage profond ("deep learning"), illustrent l'évolution de l'IA de l'approche symbolique à l'approche numérique basée sur les données ("big data"). Le deep learning (DL) est une branche du machine learning basée sur la technique de réseaux neuronaux artificiels ; les étapes passent par des phases de création, d'entraînement, de validation, puis de test. Le DL permet une traduction directe d'algorithmes d'IA vers des applications cliniques pratiques.

Applications en cardiologie interventionnelle

• **Comme outil de prédiction de risque** : en coronarographie, l'IA est capable de prédire le risque futur d'infarctus à partir des données angiographiques (identification des lésions non coupables lors du premier IDM, qui provoqueront plus tard une récurrence ischémique ; l'IA a une valeur prédictive supérieure à l'analyse humaine, par QCA ou QFR).

• **Comme outil d'analyse d'image en coronarographie** : le deep-learning permet : **1/** la segmentation du réseau coronaire à partir de l'angiographie (AI-QCA), et **2/** l'analyse de la qualité/composition de plaque (calcifications, thromboses, dissections, instabilité de plaque et prédiction d'évènements futurs), à partir de l'angiographie et de l'OCT ; la fiabilité de segmentation est de 98,2 %, celle de catégorisation de la plaque varie entre 82-85 % avec des progrès constants. L'analyse complète est réalisée en 2 secondes.

• **Comme outil d'analyse coronaire fonctionnelle** : plusieurs logiciels sont actuellement disponibles pour quantifier le retentissement fonctionnel des sténoses coronaires (AI-FFR) ; la iFR la QFR, la μ FR combinent des outils d'analyse de sténose en IA et de flux avec des outils mathématiques ou de dynamique de fluides ; le principe est applicable pour toute image 2-3D acquise par coroTDM, imagerie endocoronaire (OCT, IVUS), ou en coronarographie ; la finalité est d'offrir en quasi temps réel une analyse fonctionnelle de l'arbre coronaire et de créer un outil de planification de revascularisation coronaire (par angioplasties ou pontages).



Certaines limites sont à prendre en considération : l'outil d'IA réside sur la qualité d'acquisition de l'image ; toute sténose ostiale, intrastent, en superposition ou avec calcifications importantes, les CTO ou pontages, ne peuvent actuellement bénéficier d'une analyse fiable en IA-FFR et doivent orienter vers une analyse invasive conventionnelle.

• **Comme outil d'aide à la planification des procédures en structurel cardiaque** : le deep learning associé à l'impression 3D permet d'établir plusieurs scénarii de prise en charge en structurel cardiaque, en cas de morphologies complexes, permettant d'anticiper les complications potentielles et de choisir la stratégie la mieux adaptée (TAVI, fermeture d'auricule, cardiopathies congénitales, etc...)

Enjeux et considérations éthiques

L'intégration de l'IA soulève des questions éthiques importantes. La transparence dans les processus décisionnels de l'IA, la responsabilité en cas d'erreurs, et la protection des données personnelles des patients sont des préoccupations majeures. Il est crucial de développer des cadres réglementaires et éthiques robustes pour s'assurer que l'utilisation de l'IA en coronarographie, TDM et structurel respecte les droits des patients tout en exploitant pleinement les capacités de cette technologie qui, sans nul doute, prendra une place croissante dans notre activité d'interventionnel cardiaque.

Anne BELLEMAIN-APPAIX
ANTIBES



EDITO

Chères et chers collègues

Le CNCF vous souhaite une très bonne et heureuse année 2025. Dans cette période qui demeure pleine d'incertitudes de tous ordres, il y a néanmoins une certitude, le CNCF continuera à tout faire pour vous offrir par de nombreux moyens et outils que nous voulons de plus en plus innovants et adaptés à nos modes de vie, l'information et la formation médicales nécessaires à une pratique médicale de qualité. S'il peut paraître paradoxal de parler de moyens innovants sur un support papier, c'est qu'en fait, les modes de vie et de formation étant divers et variés, afin de rester fidèles à notre mission, nous souhaitons continuer à offrir à ceux qui restent attachés à la lecture sur papier un tel support (qui sera aussi disponible en pdf sur tablette et téléphone via notre site internet CNCF.eu). Nous souhaitons aussi le faire évoluer progressivement tant dans son contenu que dans sa forme. Alors, tout en vous souhaitant bonne lecture de ce numéro, rendez-vous pour les prochains numéros. Et surtout rendez-vous à Aix-en-Provence les 14 et 15 mars 2025 pour nos ateliers de la pratique et du numérique, en partenariat avec le Syndicat national des cardiologues. Des ateliers pleinement orientés vers l'apport du numérique et de l'intelligence artificielle à notre pratique médicale quotidienne avec ses avantages, ses règles, ses pièges et ses limites... mais surtout avec son inéluctabilité.

Et toujours avec le CNCF, le cœur de notre formation.



ses règles, ses pièges et ses limites... mais surtout avec son inéluctabilité.

Et toujours avec le CNCF, le cœur de notre formation.

François DIÉVERT
PRÉSIDENT DU CNCF

Les articles publiés sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs. Les informations sur l'état actuel de la recherche et les données présentées sont susceptibles de ne pas être validées par la commission d'AMM.

Vos réactions,
vos commentaires
sur notre newsletter
> info@cncf.eu

LA PAROLE À

Clément BÈCLE - LYON
Président d'ARHOCARD
(Association rhodanienne de cardiologie)



Bonjour Clément Bècle, depuis septembre 2024 vous avez succédé à Marc Ferrini à la présidence d'ARHOCARD (Association rhodanienne de cardiologie). Pouvez-vous nous décrire votre parcours professionnel ?

Je suis né et j'ai grandi en Maurienne, et j'ai donc fait logiquement mon externat à Grenoble. En 2013, je suis arrivé à Lyon pour initier mon internat de cardiologie pendant lequel je me suis particulièrement intéressé à l'insuffisance cardiaque, aux cardiomyopathies, et notamment à l'amylose cardiaque. J'ai poursuivi avec un assistantat dans le service des Prs Lantelm et Courand à l'Hôpital Lyon Sud où nous avions une belle synergie avec les autres spécialités, notamment onco-hématologique et j'ai donc pu pleinement m'épanouir sur le plan professionnel. En 2020, j'ai rejoint les équipes de cardiologie et chirurgie cardiaque de la Clinique de la Sauvegarde, dans l'Ouest Lyonnais où je continue de développer une filière d'insuffisance cardiaque et de cardiomyopathies.

Depuis quand participez-vous à la vie associative ?

J'ai toujours été plus ou moins impliqué dans la vie associative, que ce soit pendant mes études, ou dans d'autres domaines d'intérêts, comme la musique, la généalogie ou le sport. Ces dernières années, j'ai particulièrement participé avec d'autres collègues à la diffusion des connaissances sur l'amylose cardiaque localement et c'est à cette occasion que j'ai d'abord travaillé avec ARHOCARD, avant de m'impliquer dans l'association comme trésorier puis désormais président.

Comment se porte ARHOCARD actuellement ?

Parvenez-vous à poursuivre les activités en particulier de formation et à maintenir un calendrier d'actions très dense ?

ARHOCARD a connu un développement très important depuis sa création en 1998, et notamment sous l'égide de Marc Ferrini. Les soirées ARHOCARD étaient très prisées mais comme pour beaucoup d'associations cardiologiques, la pandémie COVID a créé une coupure importante et un véritable changement dans les habitudes des confrères pour les participations aux journées de formation. Les soirées continuent de bénéficier d'un bel engouement et nous les poursuivons avec l'aide précieuse de l'industrie pharmaceutique. Nous nous efforçons de réunir les cardiologues d'horizons différents afin de recréer ce lien qui s'est un peu distendu pendant la pandémie. Notre volonté commune au bureau d'ARHOCARD et de continuer à organiser des

soirées de haut niveau scientifique, évènementielles, qui permettent de fédérer un maximum de participants et de relancer ainsi une routine de participation. Nous souhaitons aussi impliquer au maximum les internes pour participer à notre mesure à leur formation, car c'est à mon avis un des rôles centraux de notre association.

Comment s'articule votre collaboration avec les cardiologues libéraux ?

ARHOCARD fédère aussi bien les cardiologues libéraux, que les cardiologues privés, salariés et hospitaliers des différents centres de soins de Lyon et du Rhône. Nous avons à cœur de créer des liens étroits entre nous pour permettre une prise en charge plus fluide et plus pointue pour nos patients. Les rencontres que nous organisons sont ouvertes à tous, et nous pensons que chaque cardiologue, quel que soit son mode d'exercice, doit se sentir représenté au sein du bureau d'ARHOCARD. La communication est facile et doit toujours le rester.

Comment souhaitez-vous participer à la vie du collège ?

ARHOCARD doit continuer à se développer sur le plan local, c'est indéniable, et doit pouvoir participer de manière plus proactive à la vie du collège. La cardiologie lyonnaise et rhodanienne a de nombreux atouts, et ses acteurs essayent chaque jour de travailler ensemble pour améliorer les connaissances et la prise en charge des patients. Je pense que le soutien du collège est d'ailleurs un véritable moteur pour cela. Nous avons également la volonté et, d'ici quelques temps sans doute, les capacités de recevoir à nouveau un congrès national du collège pour montrer à quel point les liens qui nous unissent sont forts et précieux.

À côté de toutes ces occupations professionnelles, comment occupez-vous vos journées ?

J'ai deux enfants en bas âge dont j'aime particulièrement m'occuper. Ils me suivent volontiers à la musique, que je pratique assidument au sein d'un orchestre de chambre de clarinettes, et je les emmène très volontiers en montagne avec moi sur mes terres natales où j'aime passer mon temps libre. J'aime également fouiner dans les vieux papiers généalogiques ce qui me permet de m'évader d'une autre manière, à travers les époques et les souvenirs, en gardant toujours ce lien aux territoires qui ont façonné l'homme que je suis aujourd'hui.

Interview recueillie par Jacques Gauthier

CARDIO-NEWS
N°22 - Janvier 2025

DIRECTEUR DE PUBLICATION : **François DIÉVERT**
RÉDACTEUR EN CHEF : **Jacques GAUTHIER**

COMITÉ DE RÉDACTION :
S. COHEN - J. DREYFUS - J. GAUTHIER - M. GUENOUN - J. ROSENCHER - P. SABOURET - F. SILHOL
CONCEPTION : **Dan MOYAL** - Graphisme/Illustration
PHOTOS : **Freepik** - IMPRESSION : **Images de marque - Marseille**

ADHÉREZ au CNCF

CONTACT : info@cncf.eu / tél. 01 43 20 00 20

www.cncf.eu

Plaques carotidiennes symptomatiques non sténosantes : mythe ou réalité ?

Si le degré de sténose carotidienne est considéré comme le principal facteur de risque d'AVC, d'autres éléments comme le thrombus, l'ulcération ou l'hémorragie intra-plaque (IPH) augmentent le potentiel embolique de la plaque.

Pour les sociétés savantes, une sténose est considérée comme responsable d'un AVC si elle est > 50 %. Dans le cas contraire, sur des lésions < 50 % il s'agit d'ESUS (embolic stroke unknown source).

Des études récentes ont montré que 27 % des patients avec ESUS avaient des plaques non sténosantes associées à des AVC homolatéraux et ce taux peut monter jusqu'à 51 %.

Les plaques vulnérables non sténosantes avec IPH ou chape fibreuse fine sont plus fréquentes sur le côté symptomatique que sur le côté contro-latéral asymptomatique des patients avec ESUS.

Chez les patients avec plaques vulnérables non sténosantes le risque annuel de récurrence d'AVC est de 2,6 %. Il passe à 4,9 % en cas d'hémorragie intra-plaque.

Ces résultats sont en accord avec ceux des grandes études : dans NASCET le risque de récurrence d'AVC sur les lésions < 50 % est de 18,7 % à 5 ans.

Concernant leur prise en charge, le traitement médical optimal est toujours indiqué avec des variantes comme la bi-antiagrégation plaquettaire qui se discute chez les patients avec ESUS associées à une hémorragie intra-plaque voire l'adjonction de Rivaroxaban petite-dose en extrapolant les résultats de COMPASS.

La détection de ces plaques fait appel à l'imagerie multimodalité comme l'écho-doppler, le CT angiography ou l'ARM.

Le diagnostic d'AVC embolique du à une plaque non sténosante est un diagnostic d'élimination chez un patient dont l'IRM confirme le diagnostic d'AVC ischémique cortical ou sous-cortical après que les autres causes aient été éliminées.

Le traitement interventionnel, endartériectomie ou stenting de ces lésions non sténosantes n'est pas recommandé lors du premier épisode d'AVC mais la société européenne de chirurgie vasculaire permet de l'envisager en cas de récurrence sous traitement maximal et après qu'une autre cause ait été formellement écartée (Recommandations classe IIb, niveau C). De courtes séries de la littérature ont montré

l'innocuité de ces gestes de revascularisation chez ce type de patients.

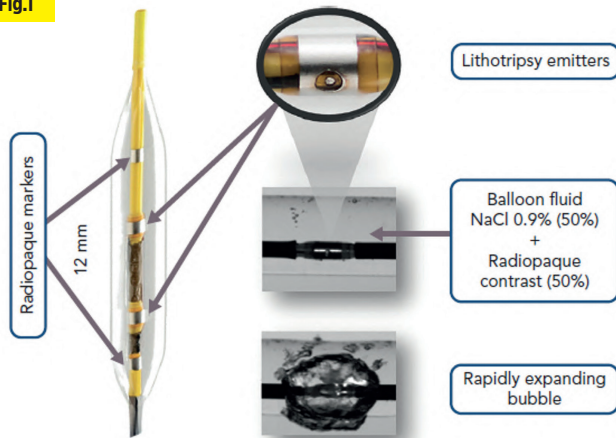
Nonstenotic symptomatic internal carotid artery plaques : Epidemiology, pathophysiology, and treatment.
Melinda S. Schaller and all
JVS-Vascular Insights 2024;2:100121

Serge COHEN
MARSEILLE

CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

Comment fonctionne la lithotripsie coronaire ?

Fig.1



Source: Adapted with permission from Shockwave Medical.

La lithotripsie coronaire représente une avancée significative dans le traitement des artères calcifiées. Cette technique innovante a permis une évolution considérable sur la prise en charge des calcifications coronaires sévères, une condition qui complique souvent les procédures d'angioplasties. Avant cette technologie, nous devions appliquer aux lésions calcifiées un ballonnet inflaté à haute atmosphère (>20 atm) ou un ballonnet coupant ou procéder à une athérectomie rotative au risque de dissection et perforation coronaire. En utilisant des ondes de choc pour briser les plaques calcifiées, la lithotripsie offre une alternative prometteuse aux méthodes conventionnelles, permettant de traiter des lésions auparavant considérées comme complexes plus simplement avec une meilleure sécurité.

La lithotripsie coronaire utilise des ondes de choc ultrasonores pour briser les plaques calcifiées dans les artères coronaires. Cette approche peu invasive permet de traiter les lésions calcifiées efficacement. Le système de lithotripsie intrac coronaire se compose d'un cathéter à ballonnet spécifique dont la pression d'inflation recommandée est de 4 à 6 atm connecté à un générateur. Le profil de franchissement du Shockwave® se situe entre le ballonnet non compliant et le ballonnet coupant. **Fig.1**

Le mécanisme d'action de la lithotripsie coronaire repose sur la génération et la transmission d'ondes de choc acoustiques. Le processus commence par la création d'un influx électrique. Cet influx provoque une étincelle dans le ballonnet qui, à son tour, génère des microbulles dans le fluide contenu dans le ballonnet d'angioplastie. La formation et la déflagration de ces microbulles entraînent la production d'une onde acoustique circonférentielle. Cette onde est transmise par le ballonnet à la paroi vasculaire et interagit spécifiquement avec les tissus de haute impédance acoustique, comme la plaque

Julien ADJEDJ
ST LAURENT DU VAR



calcique. Au contact du calcium, l'onde libère son énergie, entraînant des fractures longitudinales multiplans dans la plaque calcifiée. L'onde acoustique peut pénétrer jusqu'à 7 mm dans la paroi artérielle.

La lithotripsie coronaire offre plusieurs avantages par rapport aux techniques traditionnelles de traitement des artères calcifiées :

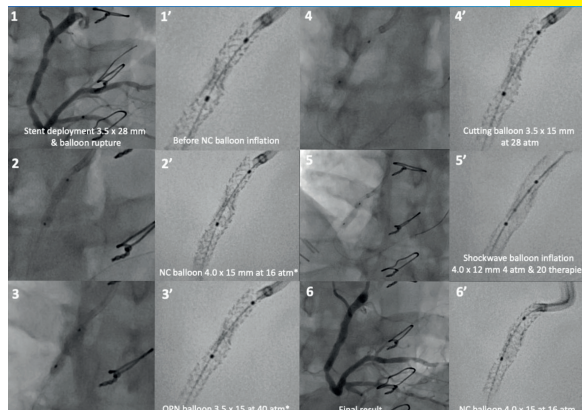
1. Elle permet de modifier la compliance vasculaire en désagrégeant le calcium à l'intérieur des plaques chez près de 80 % des patients, facilitant ainsi l'expansion ultérieure du stent.
2. Elle permet également de traiter les artères de gros calibres et les localisations ostiales des lésions.
3. La lithotripsie coronaire n'affecte pas les tissus sains en raison de leur impédance acoustique proche de celle de l'eau.

Dans l'attente des résultats du registre national Lili de l'utilisation du Shockwave® en France. Une méta-analyse portant sur 980 patients a montré un taux très faible de complications après l'utilisation de cette technique avec un succès de procédure dans 97 % des cas.

Enfin, la lithotripsie coronaire offre une nouvelle option thérapeutique pour de nombreux patients présentant des calcifications coronaires sévères, y compris dans les cas de sous-expansion de stent, bien que cette indication reste actuellement hors AMM. **Fig.2**

Cependant, il est important de noter que l'artériectomie reste le traitement de première ligne en cas de difficulté à franchir la lésion. La lithotripsie coronaire offre une nouvelle option thérapeutique qui s'est imposée dans le traitement des lésions calcifiées en complément des techniques existantes.

Fig.2



LES MOTS MÉDICAUX

Monsieur le Professeur, Docteur... ou anatomie d'une lettre.

La majuscule s'emploie en tête de lettre pour désigner titres, grades ou fonctions (formule d'appel ou d'interpellation) ou en pied de lettre (formule de politesse ou de référence). Dans le corps du texte, le recours à la minuscule reste le bon usage ce qui s'applique aussi bien à président, maire, ministre, colonel...

Le terme majuscule, hérité du latin "majusculus" signifiant un peu plus grand, est apparu sous Charlemagne lors de la naissance de l'écriture cursive (nommée caroline de ce fait) créant son antonyme, la minuscule par souci de réduire les textes rédigés jusqu'alors en lettres capitales.

La majuscule de position en tête de phrase, coexiste avec la majuscule de signification utilisée pour les noms propres mais étendue à une volonté de politesse, de distinction ou de reconnaissance particulière pour désigner des grades, titres et fonctions.

Même si elle demeure laïque, l'orthographe respecte la tradition : Dieu s'écrit avec une majuscule tout comme les noms de fêtes religieuses alors que les dieux du panthéon ne retrouvent leurs majuscules que s'ils sont désignés nommément : Zeus...

Bien sûr, les sigles qui s'épèlent contrairement aux acronymes qui se lisent recourent à la majuscule : SFC, CNCF... mais ni les uns ni les autres ne prennent d'accent. Les initiales sont des lettres capitales ou majuscules d'autant plus qu'elles s'accompagnent d'un caractère sacré (av. J.-C.) ou nobiliaire (S.A.S...).

Les majuscules prennent les accents, le tréma et la cédille. Sans être exhaustif signalons que les noms de marques (y compris les fabricants de matériels médicaux et les laboratoires pharmaceutiques) s'écrivent avec des majuscules tout comme les noms

de lieux, continents, habitants, ethnies, dynasties, planètes, espèces, points cardinaux...

Jacques GAUTHIER
CANNES



FA QUOI DE NEUF

La FA n'est pas genrée !

Pourquoi ? Discrimination, caractère non indépendant, simplification... Le genre disparaît avec le CHADS2-VA pour l'évaluation du risque embolique. On conserve un point pour un âge intermédiaire entre 65 et 75 ans. Le calcul final reste le même : une anticoagulation orale est indiquée chez tous les

DOCTEURS JUNIORS

Une nouvelle étape de formation.

Bonjour Nathan HÈME et Baptiste MOSSAZ, tous deux docteurs juniors à Nice, et merci de vous prêter à cette interview pour nous expliquer votre fonction ?

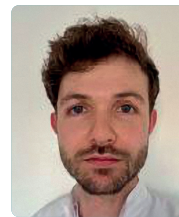
Nous sommes respectivement en fin de 5^{ème} et de 6^{ème} année du DES de médecine cardio-vasculaire comportant une première année de phase socle suivie de trois années de phase d'approfondissement et consolidées d'1 ou 2 années complémentaires au titre de docteur junior. Nous avons réalisé la première année de docteur junior au CHU de Nice. Pour ma part (Baptiste), j'ai réalisé la 2^{ème} année de docteur junior à l'institut Arnault Tzanck de Saint-Laurent-Du-Var ; Nathan a opté pour une seule année de docteur junior se formant à la cardiologie médicale. Pour rappel, l'option choisie par l'interne va définir la durée réelle de la fonction du docteur junior. Les surspécialités interventionnelles (hémodynamique ou rythmologie) prolongent la durée de la fonction du docteur junior de 2 ans et donc au cumul une durée totale de 6 ans de son DES. L'interne n'optant pour aucune surspécialité ou s'orientant vers l'imagerie cardiaque n'aura besoin que de 5 ans pour valider son DES. Notre fonction dans le service en tant que docteur junior a tendance à se préciser, avec une certaine autonomie sur l'activité du service, des consultations et des explorations non invasives notamment.

À la fois soignant reconnu mais aussi toujours étudiant, l'interne a un rôle parfois ambigu dans le service, cette désignation de docteur junior est-elle plus explicite pour les patients ?

Nous avons noté une vraie coupure avec les phases précédentes de l'internat en termes de responsabilité. Il s'agit d'une autonomie relative, les seniors du service ayant conscience de ce statut restent très disponibles pour encadrer notre travail si besoin. En revanche, le passage du docteur junior à un statut d'assistant des hôpitaux demeure flou et demanderait à être éclairci. On a souvent l'impression d'être un "assistant junior" plus qu'un "vieux interne", mais ce n'est pour moi pas une mauvaise chose, bien au contraire. En ce qui concerne les patients, nous avons eu bien sûr quelques remarques et interrogations sur notre titre de docteur junior mentionné sur nos blouses, en consultation ou durant les visites de service. Nous nous sommes maintenant familiarisés avec cette dénomination même si elle reste ambiguë pour les patients. Cependant, après quelques explications, cela ne nous a jamais causé de tort dans la prise en charge médicale.

Certains pays comme la Grande-Bretagne souhaite abandonner cette appellation de

Nathan HÈME
Baptiste MOSSAZ
SAINT-LAURENT DU VAR



docteur junior pour une reconnaissance professionnelle qui serait mieux perçue à travers le titre de résident ?

Plus que de modifier le nom de docteur junior, nous pensons qu'il faudrait clarifier le statut en prenant en compte les retours d'expérience de ces quelques années. Bien sûr, il faut rappeler que le docteur junior actuel est l'équivalent d'une 5^{ème} voire 6^{ème} année de DES selon la spécialité choisie. Dans l'ancienne maquette, ces jeunes médecins auraient été assistants spécialistes. Il faut donc absolument marquer une coupure pour éviter que le docteur junior soit un simple prolongement de l'internat.

Cette année de Docteur junior, est-ce un passage obligatoire vers la surspécialité ou se substitue-t-elle à l'ancienne médaille d'or des hôpitaux qui offrait une cinquième année de spécialisation ?

Pour clarifier la situation, la maquette du DES de médecine cardio-vasculaire est maintenant de 5 ans minimum que l'on choisisse une option ou non. L'option n'est pas obligatoire, mais le docteur junior est une étape non optionnelle pour être cardiologue. L'ancienne médaille d'or des hôpitaux était un choix de carrière, par exemple pour s'orienter vers de la recherche ou pour attendre un poste de chef de clinique. Ici c'est un statut obligatoire.

Percevez-vous comme un allongement des études médicales cette année de docteur junior qui vous éloigne encore plus de la cardiologie libérale de ville ?

Oui, c'est évidemment un rallongement des études médicales. En revanche, cela ne nous éloigne pas forcément de l'activité libérale. En effet, un interne souhaitant s'installer en cabinet libéral avec la possibilité d'accès au secteur 2 devra réaliser ses 5 années de DES (dont l'année de docteur junior) puis une seule année d'assistantat s'il le souhaite, car l'année de docteur junior compte comme une année d'assistantat pour l'obtention du secteur 2. C'est donc 6 ans au total, tout comme l'ancienne maquette.

Avez-vous le choix d'effectuer cette année de docteur junior en dehors de votre CHU d'origine ou même à l'étranger pour un perfectionnement plus personnel ?

Nous avons droit aux stages hors subdivision pour effectuer un stage inter-CHU durant le docteur junior. Cependant, il n'y a pas la possibilité d'effectuer des stages validant à l'étranger. La seule possibilité est de prendre une disponibilité.

Maxime GUENOUN
MARSEILLE



➤ L'association à un antiagrégant plaquettaire doit être évitée en dehors du post-SCA immédiat.
➤ La fermeture de l'auriculaire gauche est à envisager si l'anticoagulation est contre-indiquée (ou lors de toute chirurgie cardiaque si FA (Ib)).