

L'angioplastie coronaire robot assistée

Laetitia PEDRICO, Clinique Pasteur, Toulouse
Hervé FALTOT, Hôpital Schweitzer, Colmar

Grâce à l'évolution des techniques opératoires et les matériels développés par l'industrie, la cardiologie interventionnelle ne cesse de se réinventer afin d'améliorer la prise en charge de nos patients coronariens. Les lésions traitées étant de plus en plus nombreuses et complexes, ce domaine devient malheureusement la discipline médicale la plus irradiante pour les opérateurs et le personnel de cathétérisme⁽¹⁾. Cette problématique de radioprotection est au cœur de toutes les discussions, le cheval de bataille des constructeurs de salle de cathétérisme. Si la robotique répond parfaitement à cette demande, nous verrons dans cet article qu'elle peut offrir bien d'autres avantages à son utilisation, à la fois pour les acteurs en salle que pour le patient.

Larrivée de la robotique en 2019, à la clinique Pasteur de Toulouse, a révolutionné les pratiques et ouvert une nouvelle ère pour la prise en charge de nos patients.

✓ QUELS BÉNÉFICES APPORTÉS PAR LA ROBOTIQUE ?

Les deux solutions robotiques actuellement disponibles sur le marché sont le CorPath GRX™ (figure 1) de la société américaine Corindus Vascular Robotics rachetée par Siemens Healthineers en 2019 et R-One™ de la société française Robocath. La robotique permet dans un premier temps de protéger le cardiologue interventionnel des

rayons X et d'améliorer le geste réalisé grâce à la précision robotique. De nombreuses études⁽²⁻⁶⁾ ont démontré la sécurité et l'efficacité de la robotique pour le patient.

Pour l'opérateur, intervenir « à distance » du patient tout en étant assis et sans port d'équipements plombés lui assure à la fois un confort ergonomique de travail et une diminution des troubles musculosquelettiques. Une étude réalisée en 2014 par la SCAI démontre qu'un cardiologue interventionnel sur deux en souffre⁽⁷⁾. Mais c'est surtout au niveau de la radioprotection que la robotique va gagner ses lettres de noblesse : diminuer de façon drastique l'irradiation du personnel ! Les études PRECISE⁽¹⁾ et R-EVOLUTION⁽²⁾ ont

démontré une diminution de l'irradiation pour l'opérateur allant de 84 % jusqu'à 95 % et une baisse de 20 % pour les patients. Mais ce n'est pas le seul intérêt de la robotique. Les solutions sont également conçues pour apporter plus de précision et de finesse au geste interventionnel (positionnement du stent/ballon au millimètre très utile par exemple pour des lésions ostiales ou bifurcations, torque robotique, point fixe permanent, etc.). En effet, les différentes programmations automatiques des robots reproduisent au mieux les gestes humains. Cette intelligence intuitive permet aux guides de franchir des lésions plus ou moins complexes. Selon la dernière étude NAVIGATE⁽⁸⁾, ces mouvements permettent



Figure 1. Présentation des deux robots actuels utilisés en cardiologie interventionnelle. En haut, R-One™ (Robocath), en bas CorPath™ (Siemens).

un succès technique de 96 %. Aussi, la précision sub-millimétrique du système, son verrouillage lorsqu'on ne le manipule pas et la possibilité de mesurer les lésions permet d'éviter l'ajout de stent additionnels.

✓ LES LIMITES ACTUELLES

Chaque nouvelle innovation a ses contraintes, la robotique en cardiologie interventionnelle n'y échappe pas. Les robots actuels ne permettent pas l'accès aux lésions complexes nécessitant d'autres techniques comme celles d'athérectomie (Rotablator™, athérectomie orbitale), d'imagerie intracoronaire (OCT, OFDI ou IVUS) ou encore l'utilisation de microcathéters. Le robot n'est pas, non plus, indiqué dans la revascularisation d'occlusion chronique, que l'on sait complexe.

✓ FORMATION

La formation des équipes médicales et paramédicales est un point essentiel dans la réussite

du projet. Avec le recul, force est de constater que la prise en mains du robot a été fluide et rapide après quelques procédures, liée très certainement à son intuitivité. La courbe d'apprentissage a été courte pour assimiler l'installation de la cassette et de ses différents composants. Elle l'a été également pour les cardiologues expérimentés de manœuvrer avec les joysticks sur la console puisqu'elle est programmée à reproduire leur gestuelle (manœuvres de torquabilité, trackabilité et franchissement des lésions).

✓ UN MATÉRIEL SPÉCIFIQUE, CÔTÉ PARAMÉDICAL

Le bras robotique reste installé en salle, fixé à la table d'examen. Différents composants à usage unique seront ajoutés lors des angioplasties (figure 2). La première étape consiste à recouvrir le bras articulé d'une housse stérile par-dessus laquelle sera

SUITE EN P. 18 ...

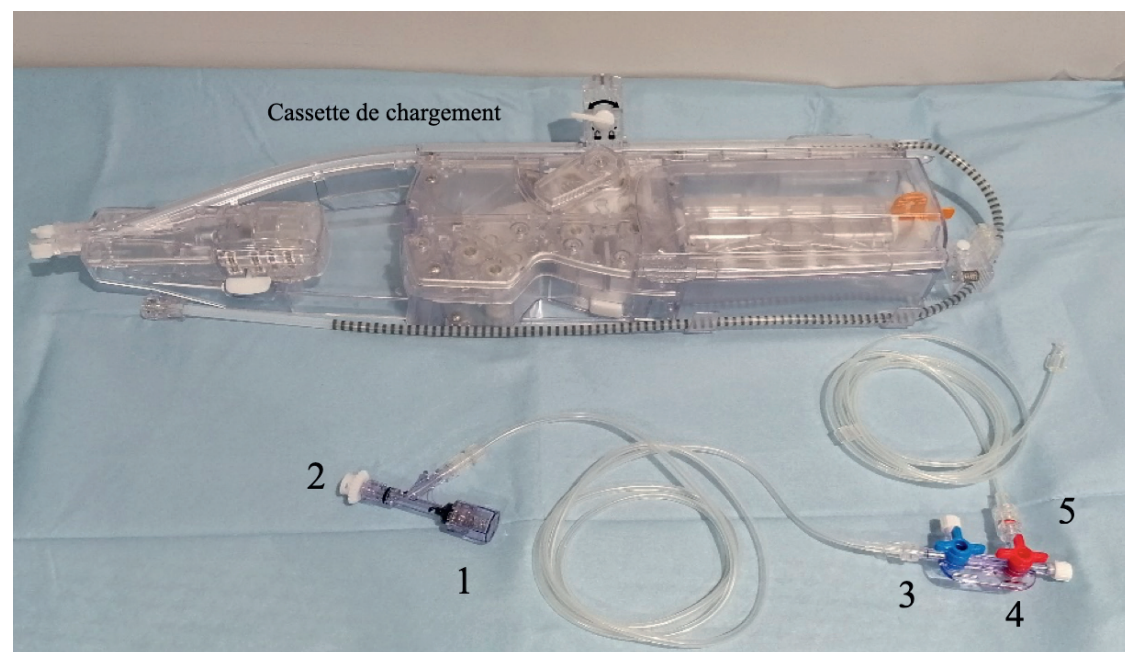


Figure 2. Cassette de chargement et tubulures de raccordement.

... SUITE DE LA P. 17

enclenchée une cassette de chargement des dispositifs.

Une valve en Y **1** sera adaptée au système, ainsi qu'une petite molette spécifique à ce type de robot **2** viendra s'ajouter entre le cathéter et la valve Y. Ajoutons à cela une ligne avec robinets **3** voies, que nous montons en système clos pour nous permettre d'avoir une pression artérielle invasive **3** ainsi que la possibilité d'injecter le produit de contraste **4** mais aussi d'autres médicaments **5**.

Chaque cassette (*figure 3*) est desservie de deux pistes mécanisées et une voie de parking (mise en attente de dispositifs). On dis-

tingue une ligne centrale (flèche rouge) dédiée au guide coronaire, une ligne (flèche jaune) dédiée aux dispositifs (ballons/stents) et une ligne (flèche bleue) réservée au parking du matériel dans les lésions de bifurcation. Les éléments sont verrouillés dès lors que le capot de la cassette est fermé.

LE DÉROULEMENT DE LA PROCÉDURE

Pendant que le médecin ponctionne l'artère et cathétérise manuellement la coronaire avec le cathéter guide sous fluoroscopie, l'équipe paramédicale recouvre le bras articulé du

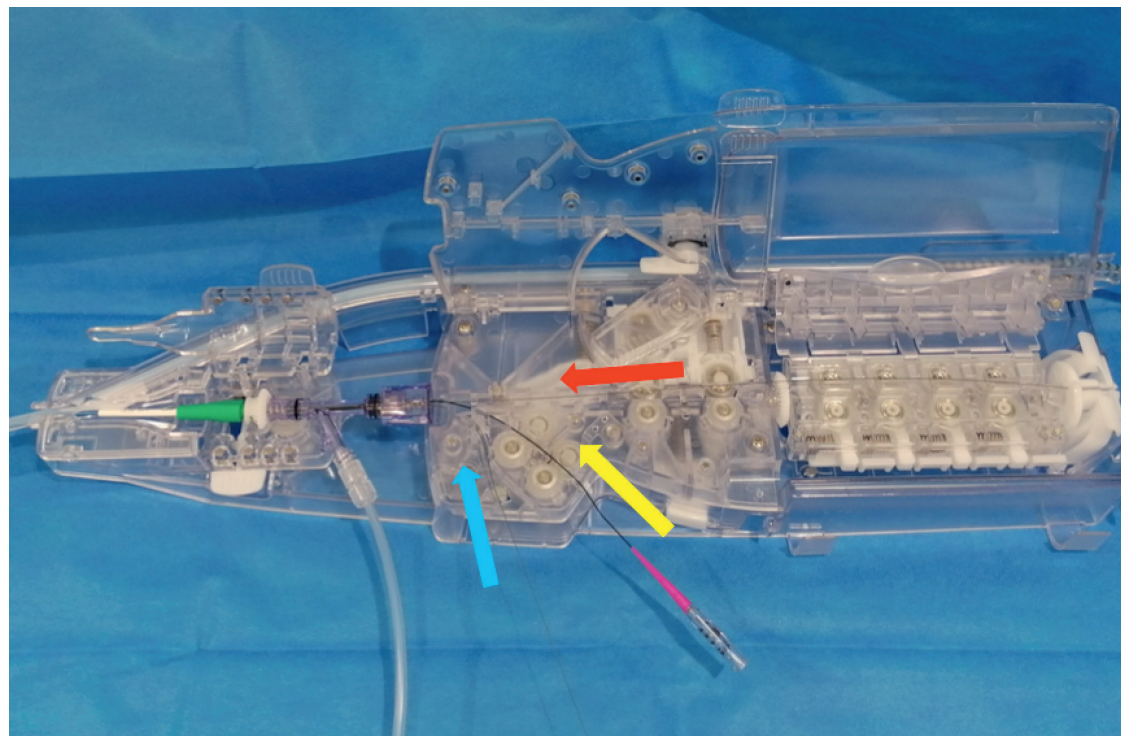


Figure 3. Cassette de chargement des différents dispositifs.

robot avec une housse stérile, charge la cassette sur celui-ci et valide les étapes de mise en place. Une fois la coronaire intubée, le médecin ôte son tablier de plomb et se place devant sa console, à l'extérieur de la salle. Le rôle des paramédicaux sera

alors capital car ils ouvrent le capot de la cassette et prennent la main sur le robot. Ils préinstallent dans les rails prévus les dispositifs sélectionnés pour les avancer jusqu'à l'entrée des coronaires. La fermeture du capot verrouille le système et

permet aussi au médecin de reprendre la main et de finaliser la mise en place des dispositifs de façon mécanisée grâce à la console. Inversement, ceux-ci seront mécaniquement retirés des coronaires puis le binôme en salle effectuera un point fixe

R-One™, le robot de Robocath Made in France

Hervé FALTOT, Colmar

Basée à Rouen, la société Robocath, a été fondée en 2009 par le Dr Philippe Benteux. Depuis 2019, elle commercialise une plateforme robotique baptisée R-One™, une solution intégralement fabriquée en France et dédiée à l'interventionnel coronaire. Les premières angioplasties robotiques ont débuté il y a 3 ans et au fil des années, le robot a progressivement pénétré le marché. On le retrouve aujourd'hui aux 4 coins du monde, en Europe (Belgique, Allemagne, France, Italie, Pologne), Moyen-Orient, Afrique du Sud et plus récemment en Chine⁽¹⁾.

La société a publié lors de l'EuroPCR 2022 les résultats de son étude clinique prospective R-EVOLUTION⁽²⁾. Avec un taux de succès technique supérieur à 95 % et un taux de succès clinique de 100 % pour les 62 patients inclus dans l'étude, la société démontre la sécurité et l'efficacité technique du robot R-One™ dans l'angioplastie coronaire. Dans cette même étude, notons la réduction moyenne de 84,5 % de l'irradiation relevée pour l'opérateur robotique comparée à un opérateur manuel.

Positionné au niveau d'une station de contrôle radioprotégée, l'opérateur dirige le robot R-One « à distance », à la recherche de l'idéal : une angioplastie menée sans équipement plombé et avec une exposition aux rayons X quasi nulle. Outre cet avantage en matière de radioprotection, les opérateurs mettent également en avant une meilleure précision dans la navigation et le placement des différents dispositifs.

Le rôle attribué à l'équipe paramédicale est identique à celui décrit par Laetitia Pedrico dans son centre à Toulouse : mise en place du robot, habillage par une housse stérile, chargement et retrait des dispositifs (guides, ballons, stents), stand-by derrière un paravent plombé pendant que l'opérateur actionne les joysticks...

Si R-One™ est un pionnier dans la robotique interventionnelle, nul doute que ce robot va très vite évoluer pour traiter les lésions les plus complexes. Au-delà du coronaire, Robocath vise d'ores et déjà aussi d'autres domaines d'applications vasculaires afin que le maximum de patients puisse bénéficier de cette solution sur site ou à distance.

Si R-One™ est un pionnier dans la robotique interventionnelle, nul doute que ce robot va très vite évoluer pour traiter les lésions les plus complexes. Au-delà du coronaire, Robocath vise d'ores et déjà aussi d'autres domaines d'applications vasculaires afin que le maximum de patients puisse bénéficier de cette solution sur site ou à distance.

1. <https://www.dicardiology.com/content/robocaths-joint-venture-cathbot-concludes-first-clinical-study-china-evaluate-robotic-pci>.
2. Durand E et al. *EuroIntervention*. 2023 ; doi: 10.4244/EIJ-D-22-00642.



Figure 4. Vue d'ensemble de la console déportée pour l'opérateur.

manuel pour finaliser le retrait. Ce jeu de relai des étapes nécessite une bonne coordination et une certaine expérience de la part du binôme en salle.

Côté médical, la console comprend différentes manettes, pour faire avancer les éléments (figure 4). Le joystick de gauche fera avancer les ballons ou stents, celui du milieu les guides et enfin la manette verte agira sur le cathéter. La manipulation de l'arceau pour changer d'incidence, les injections de produit de contraste, tout comme les inflations des ballons d'angioplastie peuvent se faire à distance de la table.

Soulignons que lorsque l'opérateur prend la main sur le robot, le paramédical présent en salle reste habillé stérilement et

se place derrière un paravent plombé pour éviter toute exposition inutile. ■

Références

1. Soliman K et al. *Intern J Radiol* 2021 ; 8 : 257-60.
2. Weisz G et al. *J Am Coll Cardiol* 2013 ; 61 (15) : 1596-600.
3. Durand E et al. *EuroIntervention* 2023 ; doi: 10.4244/EIJ-D-22-00642.
4. Mahmud E et al. *JACC Cardiovasc Interv* 2017 ; 10(13) : 1320-7.
5. Granada JF et al. *JACC Cardiovasc Interv*. 2011 ; 4(4) : 460-5.
6. Smitson CC et al. *J Invasive Cardiol*. 2018 ; 30(4) : 152-6.
7. Klein LW et al. *Catheter Cardiovasc Interv* 2015 ; 86(5) : 913-24.
8. <https://www.siemens-healthineers.com/endovascular-robotics/cor-path-grx-pci>.

CONCLUSION

► Avec l'arrivée de la robotique en salle de cathétérisme interventionnel, il est certain que nous sommes entrés dans une nouvelle ère, aussi bien pour le patient que pour les équipes soignantes. Plus que jamais, le rôle de l'équipe paramédicale sera primordial. La confiance et une bonne communication entre l'opérateur derrière sa console et l'équipe paramédicale sera un facteur de réussite dans l'intégration du programme robotique.

► Les évolutions prochaines de la robotique permettront sans nul doute que tout un chacun puisse bénéficier de la même prise en charge de leurs pathologies.

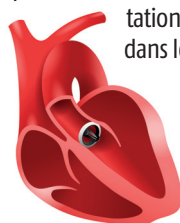
► Pourquoi ne pas imaginer une équipe paramédicale, en Afrique, formée à l'installation du robot, qui prendrait en charge un patient cardiaque avec un cardiologue interventionnel situé en France ? ●

LU POUR VOUS

O. Varenne
Hôpital Cochin, Paris

Implantation haute des prothèses biologiques lors des procédures de TAVI

Ce travail évalue l'impact d'une implantation haute des valves biologiques lors des procédures de TAVI, en particulier sur les réinterventions coronaires ultérieures et les implantations de stimulateurs cardiaques. Pour cela, des patients traités par valves Evolut™ PRO et PRO+ (Medtronic ; n = 160) et SAPIEN 3 (Edwards ; n = 258) ont été inclus et ont bénéficié d'un scanner cardiaque pour analyser l'accessibilité des coronaires après la procédure. Une implantation haute des valves réduit significativement l'incidence de troubles de la conduction après TAVI avec les deux systèmes. Dans le groupe de patients traités par Evolut™ PRO et PRO+, le scanner post-TAVI révèle que



les implantations hautes sont associées à plus d'interférences de la jupe (22,0 % vs 9,1 % ; p = 0,03) et moins d'interférences des commissures (26,0 % vs 42,7 % ; p = 0,04) avec les ostia coronaires que les implantations conventionnelles. Ces incidences sont similaires dans les deux groupes avec les valves SAPIEN 3.

Une implantation haute des valves lors des procédures de TAVI permet de réduire les troubles de conduction auriculo-ventriculaire, mais semble être associée à un accès plus difficile des ostia coronaires.

Ochiai T et al. *JACC Interv* 2023 ; 16 (10) : 1192-204.

Résultats des angioplasties de lésions ostiales du tronc commun

Ce registre analyse les résultats du stenting de lésions de l'ostium du tronc commun (TC) entre 2004 et 2016 dans une population coréenne de 627 patients (13,6 % des 4 625 patients traités sur le TC).



Le critère primaire d'analyse était le TVF composé de la mortalité cardiaque, les revascularisations du vaisseau cible pour IDM et les revascularisations du vaisseau cible. Le pourcentage de femmes était plus important que pour les lésions du TC distal ou du corps du tronc (31 % vs 20 % vs 18 % ; p < 0,0001).

À 3 ans, le taux de TLF est de 7,5 %, comparable avec les autres localisations mais les taux d'IDM sont moindres (2,0 % vs 4,2 % ; p = 0,02).

Les angioplasties de l'ostium du tronc commun sont associées à de faibles taux d'événements à 3 ans et significativement moins d'infarctus comparativement aux autres localisations (corps du TC ou TC distal).

Suy Y et al. *EuroInterv* 2023

BRÈVES DE PRODUITS

S. ELGOZI, Paris

BIOTRONIK

Biotronik a présenté le 17 mai dernier à l'EuroPCR les premiers résultats de DREAMS 3G, la dernière génération de stents bio-résorbables au magnésium, à travers le registre multicentrique international BIOMAG-I.

À 12 mois, DREAMS 3G a démontré une réduction de 38 % de la perte luminale tardive intrastent par rapport à Magmaris (DREAMS 2G), une bonne apposition et faible taux d'échec de revascularisation de la lésion cible. DREAMS 3G montre ainsi des résultats de sécurité et d'efficacité comparables aux meilleurs stents actifs contemporains et pourrait constituer une alternative thérapeutique notamment pour les patients les plus jeunes. Une large étude randomisée *versus* XIENCE (Abbott Vascular) a été annoncée : démarrage 1^{er} trimestre 2024.

DREAMS 3G est une évolution de Magmaris avec des mailles fines et une dégradation plus lente sur 12 mois.

CATH'LAB

REVUE DE CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

Édité par AXIS Santé

56, bd de la Mission Marchand - 92400 Courbevoie - Tél. : 01 47 55 31 41
cathlab@axis-sante.com

Rédacteurs en chef : Romain CADOR (Paris), Philippe DURAND (Paris)

Conseiller de la rédaction : Jean CHAPSAL (Paris)

Comité éditorial : Alexandre AVRAN (Marignane), Nicolas BOUDOU (Toulouse), Hervé FALTOT (Colmar), Nicolas LHOEST (Strasbourg), Olivier VARENNE (Paris)

Secrétariat de rédaction : Catherine LAVAUD

Directrice de clientèle : Jessica VARRALL (jvarrall@mail.len-medical.fr)

Directeur de la publication : S. ELGOZI

Réalisation : Code à P-E

Photos : Adobe Stock, DR.