

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

♦♦♦♦♦♦♦♦♦♦
FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTOLOGIE
♦♦♦♦♦♦♦♦♦♦

ANNEE 2018



N° 284

LES PROTOCOLES DE LA SALLE DE CORONAROGRAPHIE A LA CLINIQUE CARDIOLOGIQUE DU CENTRE HOSPITALO-UNIVERSITAIRE ARISTIDE LE DANTEC DE DAKAR AU SENEGAL

MEMOIRE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'ETUDES SPECIALES (D.E.S.)
EN CARDIOLOGIE

Présenté et soutenu le 20 Décembre 2018

Par

Docteur ZAROUF Noussaïma

Née le 02/01/1989 à Kasbat Tadla (Maroc)

MEMBRES DU JURY

Président :	M. Serigne Abdou	BA	Professeur
Membres :	M. Abdoul	KANE	Professeur
	M. Maboury	DIAO	Professeur
	M. Adama	KANE	Professeur
	M. Alassane	MBAYE	Professeur
	M. Mouhamadou Bamba	NDIAYE	Maître de Conférences Agrégé
Directeur de Mémoire :	M. Mouhamadou Bamba	NDIAYE	Maître de Conférences Agrégé
Co-directeur de Mémoire :	M. Joseph Salvador	MINGOU	Cardiologue

LISTE DES ABREVIATIONS

ACC	: American College of Cardiology
AHA	: American Heart Association
AL	: Amplatz Left
AR	: Amplatz Right
ASE	: American Society of Echocardiography
AVK	: Anti-Vitamines K
CD	: Coronaire droite
CPK	: Créatine-Phosphokinase
CPK-MB	: Créatine-Phosphokinase MB
CX	: Circonflexe
DES	: Diplôme d'Etudes Spécialisées
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
ECG	: Electrocardiogramme
ESC	: European Society of Cardiology
FEVG	: Fraction d'Ejection du Ventricule Gauche
FFR	: Fractional Flow Reserve
HAS	: Haute Autorité de Santé
HTA	: Hypertension artérielle
IDM	: Infarctus du myocarde

IRM	: Imagerie par résonnance magnétique
IVA	: Interventriculaire antérieure
IVP	: Interventriculaire postérieure
IVUS	: Intravascular ultrasound
JL	: Judkins left
JR	: Judkins right
ml	: Millilitre
mm	: Millimètre
OAD	: Oblique antérieur droit
OAG	: Oblique antérieur gauche
OAP	: Oedème aigu du poumon
OCT	: Optical coherence tomography
PCI	: Percutaneous coronary intervention
RIVA	: Rythme idioventriculaire accéléré
RVG	: Rétroventriculaire gauche
SAMU	: Service d'aide médicale urgente
SCA ST+	: Syndrome coronarien aigu avec sus décalage persistant du segment de ST
SCA ST-	: Syndrome coronarien aigu sans sus décalage persistant du segment de ST
STEMI	: ST-segment elevation myocardial infarction

TC	: Tronc commun
TCK	: Temps de céphaline kaolin
TIMI	: Thrombolysis in Myocardial Infarction
TP	: Taux de prothrombine
USIC	: Unité de soins intensifs cardiologiques
VG	: Ventricule gauche

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Vue antérieure du cœur et des artères coronaires	7
Figure 2: Schéma de l'artère coronaire droite	8
Figure 3: Schéma de l'artère coronaire gauche.....	9
Figure 4: Système d'angiographie numérisée	18
Figure 5: Introducteur à valve avec dilateur artérielle	19
Figure 6: Différents cathéters selon la forme de la courbe	20
Figure 7: Ballons d'angioplastie et dispositif de gonflage	22
Figure 8: Endoprothèses coronaire.....	23
Figure 9: Incidences normalisées en angiographie	25
Figure 10: Incidence en OAG 45° crâniale 25° de la coronaire gauche	26
Figure 11: Incidence en OAG et crâniale 30° de la coronaire droite.....	27
Figure 12: Différentes étapes du test au Methergin	34
Figure 13: Image par IVUS d'une artère coronaire normale	36
Figure 14: Principes général de l'OCT	37
Figure 15: Angioplastie au ballonnet	40
Figure 16: Algorithme de prise en charge des syndromes coronariens aigus avec sus-décalage du segment ST	44
Figure 17: Salle d'angiographie « INNOVA 3100 GE» de l'unité de cardiologie interventionnelle au CHU Aristide Le Dantec RDakar	49
Figure 18 : Test d'Allen	54
Figure 19 : Table stérile et matériel nécessaire pour la procédure de coronarographie.....	57
Figure 20 : Ponction académique selon Seldinger.....	59
Figure 21: Composantes du désilet	60
Figure 22: Cathétérisme coronaire gauche et droite par voie radiale	61

Figure 23 : Emplacement correcte du dome sur le point de ponction	67
Figure 24 : Techniques d'utilisation du Perclose	68
Figure 25 : Dispositif de compression mécanique radial.....	69
Figure 26: différentes étapes de mise en place d'un RadiStop	70
Figure 27: Système de fermeture radiale TRAcelet™.....	71
Figure 28: Les 6 étapes de mise en place TRAcelet	71
Figure 29 : exemple d'une compression manuelle au niveau radial.....	73
Figure 30 : Le capteur de pression	76
Figure 31 : Montage du cathéter d'OCT.....	80
Figure 32: Lentille à l'extrémité du cathéter fibre optique qui est monté sur le guide dans l'artère coronaire à analyser.....	80
Figure 33: Console Rotablator	88
Figure 34: Unité motrice du Rotablator	88
Figure 35: Extrémité distale du cathéter utiliser dans la thromboaspiration	91
Figure 36 : Durée de traitement de la double anti agrégation plaquettaire en fonction du risque hémorragique.....	93
Figure 37 : choix de l'association d'anticoagulation orale et double anti-agrégation plaquettaire	94

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Quatrième définition universelle de l'infarctus du myocarde	12
Tableau II: Recommandations de la SFC et de l'ACC/AHA pour la formation des cardiologues interventionnels	15
Tableau III: Principales incidences réalisées en coronarographie	26
Tableau IV: Classification modifiée des lésions coronaires de l'ACC/ AHA....	28
Tableau V: Classification du flux coronaire selon TIMI	29
Tableau VI: Indications FFR selon les recommandations de l'ESC.....	32
Tableau VII: Recommandations pour l'angioplastie coronaire en cas de SCA ST+	45
Tableau VIII: Recommandations pour la revascularisation percutanée en cas d'angor stable ou d'ischémie silencieuse	46
Tableau IX : Règles d'administration des produits de contraste en angiocardigraphie	63
Tableau X : Principales complications et leurs manifestations cliniques	75
Tableau XI: Consentement éclairé du patient selon les situation	83
Tableau XII : Dose de charge dans le SCA ST+	84
Tableau XIII :Choix du diamètre de la fraise en fonction du diamètre de l'artère	89
Tableau XIV :Vitesse optimal de rotation adapter à la dimension de la fraise...	90
Tableau XV :Traitement médical à phase aigüe subaiguë et au long cours du SCA	92
Tableau XVI : Patients non favorable à l'association d'anticoagulation orale et double anti-agrégation plaquettaire	94
Tableau XVII : Facteurs de risque de sténose de stent	95
Tableau XVIII: Durée de séjour du patient basé sur les trois « P ».....	96

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : RAPPELS ET REVUE DE LA LITTERATURE.....	4
I.EPIDEMIOLOGIE.....	5
II.HISTORIQUE	5
III.ANATOMIE DES ARTERES CORONAIRES.....	6
III.1. L'artère coronaire droite (CD)	7
III.2. L'artère coronaire gauche	8
III.3. Notion de dominance	9
IV. PHYSIOLOGIE	10
IV.1. La circulation coronaire	10
IV.2. Notion de réserve coronaire	10
V.MALADIE CORONARIENNE	10
V.1. Définitions	10
V.2. Classification	10
V.3.Anatomo-pathologie.....	13
V.3.1. Anatomo-pathologie de l'athérosclérose	13
V.3.2. Coronaropathies non athéromateuses	13
VI. PLATEAU TECHNIQUE ET COMPETENCES HUMAINES	14
VI.1. Acteurs	14
VI.1.1. Le cardiologue interventionnel (Acteur principal)	14
VI.1.2. Le personnel dans la salle d'angiographie	15
VI.2. Le plateau technique	15
VI. 3. Matériels de cathétérisme.....	18
VI.3.1. Introducteur à valve	18
VI.3.2.Cathéters (ou sondes)	19
VI.3.3. Cutting ballon.....	22
VI.3.4.Guides dirigeables R Guides d'angioplastie.....	22

VI.3.5.Stents	23
VII. ACTES DIAGNOSTIQUES	24
VII.1. La coronarographie	24
VII.1.1. Définition	24
VII.1.2. Les principales incidences	24
VII.1.3. Analyse Descriptive d'une Sténose Coronaire	27
VII.1.4. Indications.....	30
VII.2. ANGIOCARDIOGRAPHIE.....	31
VII.3.La fraction de reserve du flux coronaire (FRF).....	32
VII.4.Test de vasoconstriction	32
VII.5. L'imagerie endocoronaire.....	34
VII.5.1. L'échographie endovasculaire (IVUS).....	35
VII.5.2. La tomographie par coherence optique (OCT).....	37
VIII.ACTES THERAPEUTIQUES	39
VIII.1. Angioplastie transluminale coronaire (ATL)	39
VIII.1.1. Définition	39
VIII.1.2. Techniques d'angioplastie.....	40
VIII.1.2.1. Thrombo aspiration	40
VIII.1.2.2. Angioplastie au ballonnet nu	40
VIII.1.2.3. Les Ballonnets actifs	41
VIII.1.2.4. Le stenting direct	42
VIII.1.2.5. Athérectomie	42
VIII.1.2.6. Angioplastie par laser	43
VIII.1.3. Indications actuelles de l'angioplastie.....	43
DEUXIEME PARTIE : LES PROTOCOLES	47
DOMAINE D'APPLICATION.....	48
PROCEDURES DES ACTES EN SALLE DE CORONAROGRAPHIE	51
I.ACTES DIAGNOSTIQUES.....	51
I.1. La coronarographie :	51

I.1.1. Responsabilité :	51
I.1.2 Déroulement de la procédure :	51
I.1.2.1 Vérification de l'indication et des contres indications :	51
I.1.2.2 Information et consentement éclairé du patient :	52
I.1.2.3 Préparation du patient :	52
I.1.2.4 Transfert en salle de cathétérisme.....	55
I.1.2.5. Procédure Proprement dite :	58
I.1.2.6. Surveillance et suivi	73
I.2 Fraction du flux de réserve (FFR).....	76
I.3. Le test au Méthergin®	77
I.3.1. Le choix de la voie d'abord	77
I.3.2. Déroulement de la procédure :	77
I.4. Ventriculographie et Aortographie	79
I.5.Tomographie de cohérence optique (OCT)	80
I.6. Echographie endocoronaire (IVUS)	81
I.6.1. Préparation du patient	81
I.6.2.Procédure de l'examen-Acquisition des images :	82
II. ACTES THERAPEUTIQUES	83
II.1. Angioplastie au ballonnet	83
II.1.1. Responsabilité.....	83
II.1.2. Déroulement de la procédure.....	83
II.1.2.1. Vérification de l'indication et des contre-indications	83
II.1.2.2. Information et consentement du patient	83
II.1.2.3. Préparation du patient	84
II.1.2.4 Transfert en salle de cathétérisme	85
II.1.2.5. Procédure dans l'ATL au ballonnet actif.....	85
II.2. Angioplastie par endoprothèses.....	86
II.2.1. Stenting après dilatation au ballon	86
II.2.2. Stent biorésorbable	87

II.2.3. Stenting direct.....	88
II.3. L'athérectomie rotationnelle ROTABLATOR.....	88
II.4. Thromboaspiration.....	91
III. Ordonnance du coronarien	92
IV. Durée d'hospitalisation :	95
V. Le comptes rendu	97
CONCLUSION	98
RECOMMANDATIONS	98
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	98
ANNEXES	

INTRODUCTION

Apparue en 1966 sous l'impulsion de Judkins et Sones, la coronarographie est l'angiographie invasive des coronaires utilisant l'imagerie par rayon X avec injection de produit de contraste.

L'examen s'est depuis considérablement développé, devenant l'exploration de référence pour analyser l'anatomie coronaire et rechercher des rétrécissements, ou sténoses, de la lumière artérielle induite par l'athérosclérose, principale cause de morbidité dans les pays industrialisés. La coronarographie est aussi la première étape de l'angioplastie avec mise en place de stents [1].

L'angioplastie est devenue au fil des années, une méthode de revascularisation myocardique de référence, au même titre que la chirurgie coronaire. Les améliorations successives dont elle a fait l'objet font qu'elle peut être envisagée chez la plupart des patients, dans des situations cliniques variées de la maladie coronaire (angor stable, angor instable, infarctus aigu, ischémie silencieuse, post-infarctus).

L'accès à l'angioplastie coronaire qui a amélioré le pronostic des infarctus du myocarde en occident reste limité en Afrique. La maladie coronaire longtemps considérée comme rarissime au sein des populations noires d'Afrique a connu une progression régulière avec l'occidentalisation du mode de vie et l'influence des facteurs de risque cardiovasculaire. Sa prévalence doublera probablement d'ici 2020 avec une augmentation de 140% de la mortalité par infarctus du myocarde alors que la progression attendue dans des pays du nord sera inférieure à 30% [2][3].

Le Sénégal est un des rares pays en Afrique subsaharienne où l'angioplastie fait partie intégrante des moyens disponibles dans la prise en charge de la maladie coronaire depuis le mois de mai 2013.

Le bilan des activités au sein de notre centre ne cesse d'augmenter et en raison de ses implications thérapeutiques, de son risque et de son cout, la coronarographie doit obéir aux règles de l'efficacité, de la sécurité et du discernement d'où l'intérêt de ce travail.

L'objectif général de notre travail est d'améliorer et uniformiser avec les recommandations internationales la pratique de la coronarographie et l'angioplastie transluminale du centre de cardiologie interventionnelle du service de cardiologie du Centre Hospitalo-Universitaire Aristide le Dantec.

Les objectifs spécifiques sont d'étudier les actes de cardiologie interventionnelle de la prise en charge pré-procédure en post-procédure concernant :

- La coronarographie diagnostique
- L'angioplastie transluminale et ses différentes techniques

Pour répondre à ces objectifs, nous allons décrire les différentes étapes concernant :

- La préparation du patient,
- Le déroulement d'une coronarographie diagnostique, FFR, le test de vasoconstriction, la ventriculographie, l'aortographie, l'OCT, l'IVUS,
- Le déroulement d'une angioplastie transluminale percutanée au ballonnet seul ou avec mise en place d'un stent, par stenting directe, la thromboaspiration, athérectomie rotationnelle.

PREMIERE PARTIE : RAPPELS ET REVUE DE LA LITTERATURE

I. EPIDEMIOLOGIE

On estime qu'au début du 20^{ème} siècle les maladies cardiovasculaires étaient responsables de moins de 10% de la mortalité dans le monde. Actuellement, elles représentent approximativement 30% de cette mortalité globale, et environ 80% de ces décès surviennent d'ores et déjà dans les PED. Les explications sont multiples, principalement liées au vieillissement de la population et au changement de ce style de vie qui accompagne le développement socio-économique et l'urbanisation intensive [4].

En Afrique, où la réalité des maladies cardio-vasculaires est plus que jamais prouvée, nous ne disposons que de peu de données épidémiologiques sur les affections coronariennes. L'étude CORONAFRIC 1 retrouvait une prévalence de la maladie coronaire de 3,17% [5]. Au Sénégal La prévalence hospitalière des syndromes coronariens aigus est passée de 4,05% en 2006 à 7,61% en 2009. En 2011, une étude transversale menée à Saint-Louis en population générale retrouvait une prévalence des coronaropathies de 9,9% [6]. En 2017 l'étude CORONAFRIC 2 retrouvait une incidence de 24% [7] pour la pathologie coronaire

La prise en charge de l'insuffisance coronarienne, quant à elle, a connu une révolution durant les dernières décennies

II. HISTORIQUE

Le premier cathétérisme cardiaque aurait été effectué par Claude Bernard en **1844**, Werner Forssman effectua, en **1929**, le premier cathétérisme cardiaque droit chez l'homme [8], Cette technique fut ensuite développée par le docteur André Cournand en **1944** qui mit au point la première sonde intra artérielle Plusieurs dates marqueront ensuite le développement du cathétérisme cardiaque ainsi : Le premier cathétérisme par voie rétrograde des cavités gauches chez l'homme fut effectué par Zimmerman en 1950 [9].

La première coronarographie sélective fut effectuée par Robert Sones en **1959** qui réalisa la première injection « sélective » de la coronaire droite de manière accidentelle [10].

Quatre ans plus tard en **1962**, Rickets et Abrams réalisèrent la première coronarographie par voie fémorale.

En **1967**, les premières sondes dédiées aux artères coronaires droites et gauches furent mises au point par Judkins et Amplatz (respectivement nommées JR et JL, AR et AL) et c'est le docteur Andreas Gruentzig qui réalisa la première angioplastie d'une artère coronaire en **1976** chez le chien, puis chez l'homme **1977**.

Au Sénégal, Avril **2013** marqua l'ouverture de la salle de coronarographie à la clinique du centre Hospitalo-Universitaire Le Dantec de Dakar et en Avril **2014**, le premier stent fut mis en place.

III. ANATOMIE DES ARTERES CORONAIRES [11]

La description donnée ici reprend le cas général ; néanmoins, il existe une variabilité interindividuelle importante. Les artères coronaires sont au nombre de deux gauche et droite naissent de la base de l'aorte au niveau d'orifices appelés ostia, au-dessus du plan des valvules sigmoïdes aortiques. L'ostium coronaire gauche est en général unique et situé plus haut que l'ostium coronaire droit qui peut être multiple. Ils cheminent dans les sillons atrioventriculaires réalisant ainsi une couronne (en latin corona) autour de la base du cœur d'où leur nom d'artères coronaires.

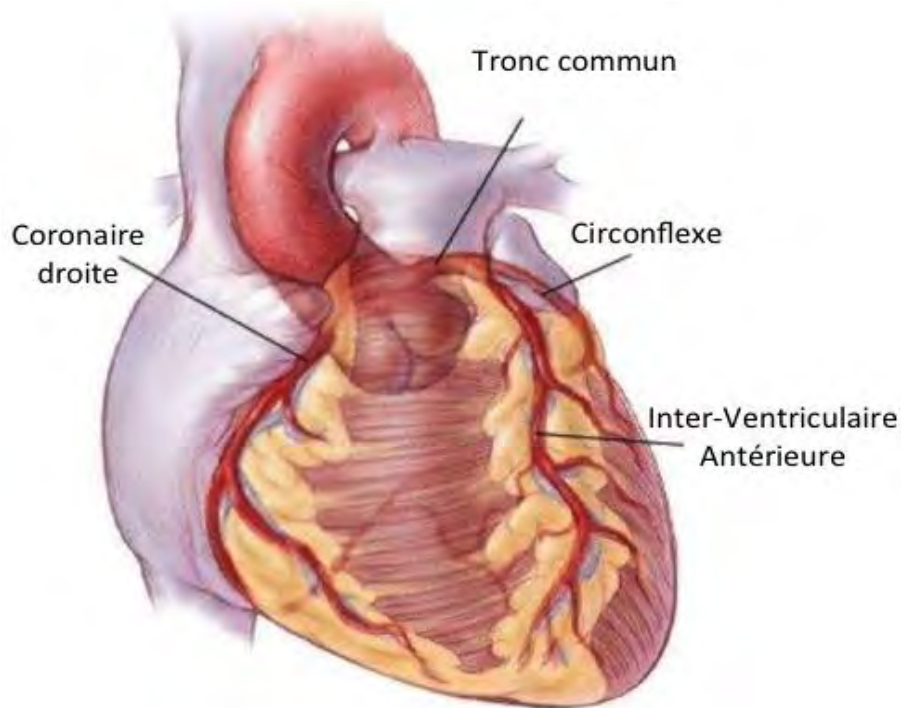


Figure 1: Vue antérieure du cœur et des artères coronaires [12]

III.1. L'artère coronaire droite (CD)

Elle chemine dans le sillon atrioventriculaire droit et forme un C plus ou moins sinueux. Elle comporte trois segments :

- ✓ **Le premier segment (CD1)** court horizontal, dirigé vers la droite, est compris entre l'ostium et le premier coude de l'artère où elle rejoint le sillon auriculo-ventriculaire droit,
- ✓ **Le deuxième segment (CD2)** long et vertical, chemine dans le sillon auriculo-ventriculaire droit jusqu'au bord droit du cœur,
- ✓ **Le troisième segment (CD3)** horizontal et dirigé vers la gauche, se termine juste avant la « croix des sillons » en se bifurquant en deux branches : artère interventriculaire postérieure (IVP) et l'artère rétro-ventriculaire gauche (RVG).

La figure 2 illustre l'anatomie du réseau coronaire droit.

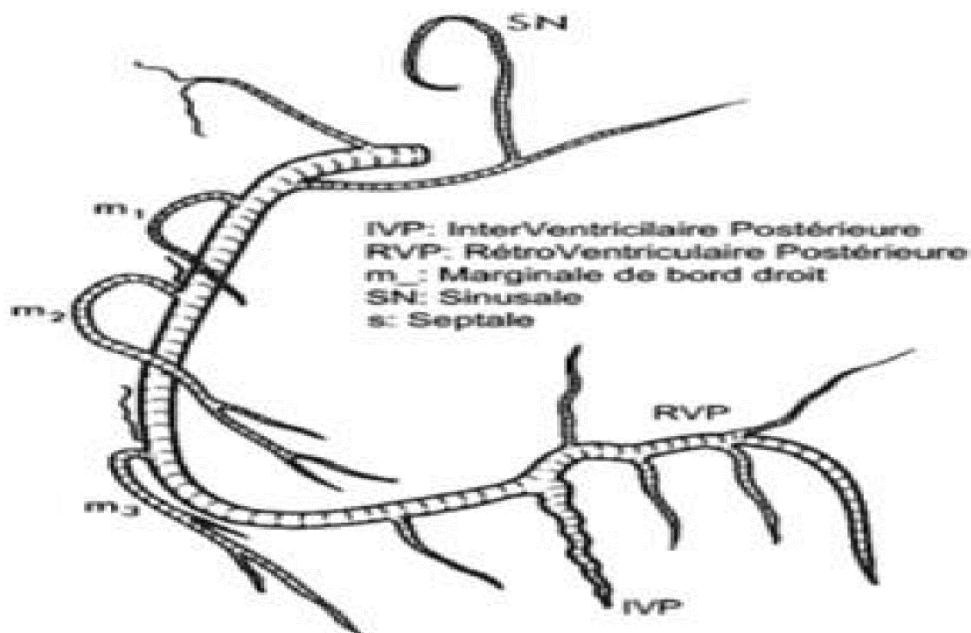


Figure 2: Schéma de l'artère coronaire droite [13]

III.2. L'artère coronaire gauche

Elle comprend un tronc commun qui se subdivise en deux artères majeures :

- ✓ **L'artère interventriculaire antérieure (IVA)** contourne la pointe du cœur et se termine dans le sillon interventriculaire inférieur. Elle donne au cours de son trajet des collatérales à destinée ventriculaire : l'artère infundibulaire gauche, les artères diagonales et les artères septales [14].
- ✓ **L'artère circonflexe (CX)** donne des branches marginales ou latérales qui vascularisent la paroi latérale du ventricule gauche. La figure 4 illustre l'anatomie du réseau coronaire gauche.

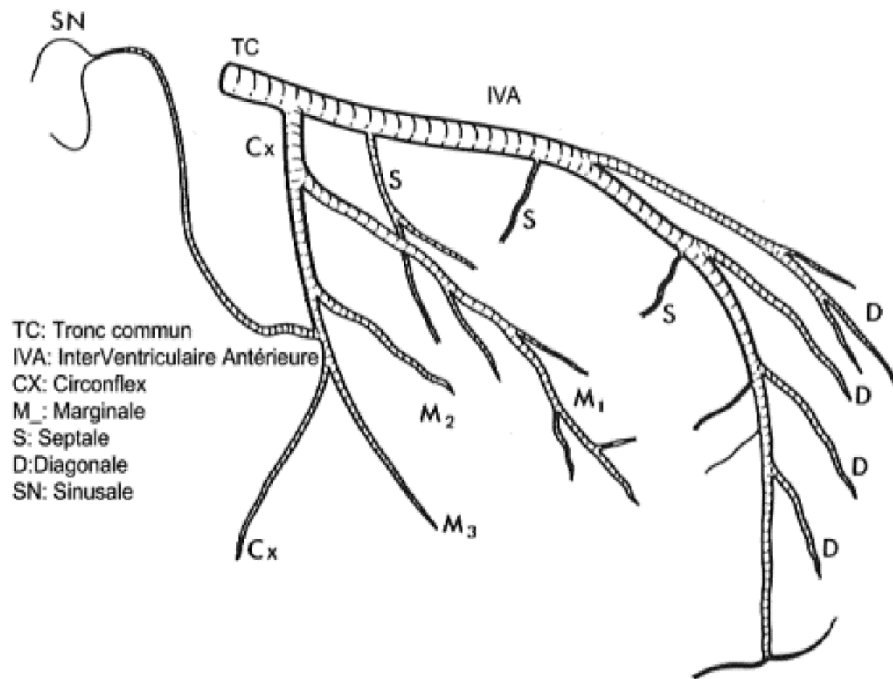


Figure 3: Schéma de l'artère coronaire gauche[13]

III.3. Notion de dominance [15][16]

Ce terme est employé pour indiquer quelle artère coronaire vascularise la paroi inférolatérale du ventricule gauche. Dans 85 % des cas, la coronaire droite est dominante : elle donne en effet naissance à l'interventriculaire postérieure et à l'artère rétroventriculaire. Néanmoins, le réseau peut également être dit «équilibré» si la coronaire droite donne naissance à l'interventriculaire postérieure et la circonflexe à la rétroventriculaire (5% des cas). Enfin, la dominance peut être gauche si la circonflexe donne naissance aux artères interventriculaire postérieure et rétroventriculaire (10% des cas)

IV. PHYSIOLOGIE

IV.1. La circulation coronaire

La circulation sanguine dans les artères coronaires présente la particularité essentielle de s'effectuer en opposition de phase avec la vascularisation artérielle systémique. En effet, elle intervient au temps diastolique du cycle cardiaque : le flux diastolique représente 60 à 80 % du flux coronaire. (En systole, la compression extrinsèque des artères coronaires par la contraction ventriculaire entraîne une inversion de flux, constituant le phénomène de systolic backflow). En conditions physiologiques, le débit coronaire est autorégulé [3][4] et reste constant sur une large plage de pressions, approximativement comprises entre 60 et 120 mmHg [17].

IV.2. Notion de réserve coronaire

La réserve coronaire est le reflet de l'adaptation du débit coronaire à la demande métabolique du myocarde. En effet, une des caractéristiques de la circulation coronaire est de ne pouvoir s'adapter à une augmentation de la demande métabolique du myocarde que par une majoration du débit coronaire. La réserve coronaire reflète l'augmentation maximale possible du débit coronaire par rapport à son niveau basal pour une pression de perfusion coronaire donnée [18].

V. MALADIE CORONARIENNE

V.1. Définitions

L'insuffisance coronarienne est définie comme l'incapacité, aiguë ou chronique, d'une ou de plusieurs artères coronaires à assurer un débit correspondant aux besoins myocardiques [19].

V.2. Classification [20]

L'insuffisance coronarienne est un terme qui englobe deux entités distinctes par leurs mécanismes et surtout leurs prises en charge.

➤ **L'insuffisance coronaire chronique**

C'est classiquement l'angor d'effort stable dont le mécanisme est le rétrécissement coronaire secondaire généralement au développement d'une plaque d'athérosclérose.

Ce rétrécissement, bien que ne gênant pas le débit coronaire à l'état de base, empêche l'adaptation de ce débit lors de l'augmentation des besoins myocardiques en oxygène, il en découle une ischémie et un angor lors des efforts

➤ **L'insuffisance coronarienne aigue ou syndromes coronariens aigus (SCA)**

Ils regroupent des syndromes cliniques de mécanisme pathogénique semblable, mais apparaissant dans des circonstances différentes, et s'exprimant avec une échelle de gravité variable.

Selon le mécanisme physiopathologique basé sur le caractère occlusif de la plaque d'athérome, on parle de :

- ✓ Infarctus du myocarde (IDM) transmural ou infarctus avec onde Q de nécrose quand l'occlusion est complète
- ✓ Infarctus du myocarde médio-mural ou infarctus sans onde Q de nécrose, lorsque l'occlusion est incomplète mais associée à une destruction myocardique.
- ✓ Angor instable quand l'occlusion est incomplète et non associée à une destruction myocardique.

D'autres formes d'insuffisance coronaire peuvent être citées :

- ✓ L'ischémie myocardique silencieuse qui est classée selon les circonstances de survenue (à l'effort, au repos, ou après un infarctus du myocarde) et qui partage avec les formes symptomatiques les mêmes causes et les mêmes conséquences ;

- ✓ L'angor de Prinzmetal, conséquence d'un vasospasme localisé à l'origine d'une obstruction totale ou subtotale rapidement réversible d'une artère coronaire.

La quatrième définition universelle de l'infarctus du myocarde de 2018 d'après les sociétés savantes internationales (European Society of Cardiology [ESC], American College of Cardiology [ACC], American Heart Association [AHA], World Heart Federation [WHF] les classent en 5 groupes selon le type du mécanisme causal [21].

Tableau I: Quatrième définition universelle de l'infarctus du myocarde [21]

Universal definitions of myocardial injury and myocardial infarction
Criteria for myocardial injury The term myocardial injury should be used when there is evidence of elevated cardiac troponin values (cTn) with at least one value above the 99th percentile upper reference limit (URL). The myocardial injury is considered acute if there is a rise and/or fall of cTn values.
Criteria for acute myocardial infarction (types 1, 2 and 3 MI) The term acute myocardial infarction should be used when there is acute myocardial injury with clinical evidence of acute myocardial ischaemia and with detection of a rise and/or fall of cTn values with at least one value above the 99th percentile URL and at least one of the following: • Symptoms of myocardial ischaemia; • New ischaemic ECG changes; • Development of pathological Q waves; • Imaging evidence of new loss of viable myocardium or new regional wall motion abnormality in a pattern consistent with an ischaemic aetiology; • Identification of a coronary thrombus by angiography or autopsy (not for types 2 or 3 MIs). Post-mortem demonstration of acute athero-thrombosis in the artery supplying the infarcted myocardium meets criteria for type 1 MI. Evidence of an imbalance between myocardial oxygen supply and demand unrelated to acute athero-thrombosis meets criteria for type 2 MI. Cardiac death in patients with symptoms suggestive of myocardial ischaemia and presumed new ischaemic ECG changes before cTn values become available or abnormal meets criteria for type 3 MI.
Criteria for coronary procedure-related myocardial infarction (types 4 and 5 MI) Percutaneous coronary intervention (PCI) related MI is termed type 4a MI. Coronary artery bypass grafting (CABG) related MI is termed type 5 MI. Coronary procedure-related MI ≤ 48 hours after the index procedure is arbitrarily defined by an elevation of cTn values > 5 times for type 4a MI and > 10 times for type 5 MI of the 99th percentile URL in patients with normal baseline values. Patients with elevated pre-procedural cTn values, in whom the pre-procedural cTn level are stable (≤ 20% variation) or falling, must meet the criteria for a > 5 or > 10 fold increase and manifest a change from the baseline value of > 20%. In addition with at least one of the following: • New ischaemic ECG changes (this criterion is related to type 4a MI only); • Development of new pathological Q waves; • Imaging evidence of loss of viable myocardium that is presumed to be new and in a pattern consistent with an ischaemic aetiology; • Angiographic findings consistent with a procedural flow-limiting complication such as coronary dissection, occlusion of a major epicardial artery or graft, side-branch occlusion-thrombus, disruption of collateral flow or distal embolization. Isolated development of new pathological Q waves meets the type 4a MI or type 5 MI criteria with either revascularization procedure if cTn values are elevated and rising but less than the pre-specified thresholds for PCI and CABG. Other types of 4 MI include type 4b MI stent thrombosis and type 4c MI restenosis that both meet type 1 MI criteria. Post-mortem demonstration of a procedure-related thrombus meets the type 4a MI criteria or type 4b MI criteria if associated with a stent.
Criteria for prior or silent/unrecognized myocardial infarction Any one of the following criteria meets the diagnosis for prior or silent/unrecognized MI: • Abnormal Q waves with or without symptoms in the absence of non-ischaemic causes. • Imaging evidence of loss of viable myocardium in a pattern consistent with ischaemic aetiology. • Patho-anatomical findings of a prior MI.

V.3.anatomo-pathologie

V.3.1. Anatomo-pathologie de l'athérosclérose [22]

Selon l'OMS il s'agit d'une « association variable de modifications de l'intima des artères consistant en une accumulation focale de lipides, de glucides complexes, de sang et de produits sanguins, un développement de tissu fibreux et des dépôts calcaires, le tout associé à des modifications de la média »

La plaque d'athérosclérose dite adulte est formée de deux zones distinctes : **la chape fibreuse** : en superficie, dominée par l'infiltration cellulaire et la fibrose péri cellulaire et **le noyau lipidique** : en profondeur, sous le dôme de la chape fibreuse, pratiquement acellulaire, rempli d'un matériel nécrotique et de cristaux de cholestérol.

L'athérosclérose est une maladie qui progresse très lentement. Après plusieurs décennies d'évolution silencieuse, vont apparaître des signes en rapport avec l'obstruction progressive des artères dû à la croissance de la plaque, et des complications thrombotiques aiguës suite à la rupture ou l'ulcération de cette dernière qui font toute la gravité de la maladie.

V.3.2. Coronaropathies non athéromateuses [23]

Elles regroupent moins de 5% des cas d'insuffisance coronaire, dont les principales sont :

- La thrombose sur artère « saine », rarissime chez le sujet jeune, survient à la faveur d'anomalies plaquettaires et au niveau d'une zone de fibrose intimale sous-endothéliale. Sa cause est inconnue
- Le spasme sur coronaire sain a été incriminé, en particulier chez les grands tabagiques. La présence d'un pont myocardique sur l'artère interventriculaire antérieure (IVA) pourrait faciliter.

-Les embolies coronaires (à point de départ intracardiaque), la fibrose post-radiothérapique des troncs coronaires, les dissections coronaires isolées, les artérites et anévrismes coronaires non artérioscléreux sont exceptionnels

VI. PLATEAU TECHNIQUE ET COMPETENCES HUMAINES

VI.1. Acteurs [24]

VI.1.1. Le cardiologue interventionnel (Acteur principal)

Seuls les cardiologues peuvent compléter leur formation en vue de réaliser des cathétérismes cardiaques diagnostiques et interventionnels. Celle-ci repose sur un enseignement théorique, clinique et technique de qualité venant étayer une culture cardiologique de base sans laquelle ils n'auraient pas une claire compréhension des mécanismes physiopathologiques, des indications, des avantages et des risques comparés des diverses thérapeutiques qu'ils sont appelés à confronter et mettre en œuvre.

Tout cardiologue pratiquant des cathétérismes cardiaques, diagnostiques ou interventionnels doit avoir satisfait aux exigences d'une formation complète de 2 ans respectant les recommandations suivantes :

Au terme de ces 2 années de formation, le praticien doit avoir acquis une bonne maîtrise des techniques du cathétérisme diagnostique, incluant les bilans hémodynamiques des cardiomyopathies et des valvulopathies. Il doit également savoir effectuer l'angioplastie d'une lésion simple suivie, si nécessaire, de l'implantation d'une endoprothèse. Pour atteindre ces objectifs, il doit avoir réalisé en 2 ans, sous la responsabilité de ses maîtres de stage qui devront la certifier

La formation française est plus courte mais plus dense et plus exigeante que la formation nord-américaine : cette dernière est dispensée sur quatre ans et ses recommandations introduisent une évaluation qualitative des procédures effectuées qui doivent satisfaire aux seuils de mortalité et d'indications de pontages aorto-coronaires en urgence ;

Tableau II: Recommandations de la SFC et de l'ACC/AHA pour la formation des cardiologues interventionnels [25]

	<i>Durée</i>	<i>Coro (en I^{er})</i>	<i>ATC (en I^{er})</i>	<i>Mortalité</i>	<i>PAC urgence</i>
ACC/AHA	4 ans	300 (200)	250	<0,9%	<0,3%
SFC	2 ans	500 (300)	250 (150)		

VI.1.2. Le personnel dans la salle d'angiographie

L'expérience et la cohésion des membres médicaux et paramédicaux de l'équipe sont indispensables à une « bonne pratique » dans un centre de coronarographie, notamment pour faire face aux situations critiques qui peuvent être rencontrées.

En principe quatre personnes au moins doivent être présentes :

- Personnel médical : un cardiologue interventionnel assisté d'un 2^e médecin ayant l'habitude des gestes de réanimation (il peut s'agir d'un 2^e cardiologue, d'un anesthésiste-réanimateur ou d'un réanimateur médical)
- Personnel paramédical : au moins deux ; un (e) infirmier (e) diplômé(e) d'État et un technicien d'imagerie, ayant reçu à temps plein une formation spécialisée pendant au moins un mois. Le personnel appelé à participer aux astreintes doit en outre travailler régulièrement en salle de cathétérisme pour être familiarisé avec le matériel et le déroulement des coronarographies et angioplasties.

La réalisation d'un cathétérisme diagnostique peut se faire avec une équipe plus légère.

VI.2. Le plateau technique [25]

L'élément central du laboratoire d'hémodynamique est la salle de cathétérisme. Elle doit être suffisamment spacieuse pour permettre d'installer le matériel radiologique, le matériel de cathétérisme d'usage courant, le chariot de réanimation ; elle doit permettre également une mobilisation rapide autour du patient pour entreprendre, si nécessaire, une réanimation ou installer une contre pulsion intra-aortique. Les locaux doivent répondre aux normes du SCPRI et

bénéficier de tous les accessoires de protection du personnel médical et paramédical (écran plombé, tablier de protection, vitres plombées de séparation avec les annexes techniques).

L'équipement radiologique doit répondre aux normes suivantes :

 R l'arceau doit autoriser la réalisation de toutes les incidences dont les cranio-caudales en position extrêmes (OAD15° - crâniale 40°) ;

 R le tube et l'amplificateur de brillance doivent être d'excellente qualité et régulièrement entretenus. Un carnet de maintenance doit certifier la remise à niveau régulière de la chaîne d'imagerie. Trois champs doivent pouvoir être utilisés : 23 cm environ pour les ventriculographies et aortographies, auquel s'ajoutent 2 champs (16 à 17 cm et 10 à 14 cm) pour une bonne résolution des détails de la coronarographie ;

 R la chaîne d'imagerie doit être numérique (scopie et graphie numériques en temps réel) avec possibilité de revoir immédiatement toutes les séquences après leur réalisation afin, si nécessaire, de compléter l'examen ou d'enchaîner sur un geste thérapeutique. Les acquisitions ne seront effacées de la mémoire de l'ordinateur qu'après avoir vérifié que le support définitif a été correctement enregistré ;

 R tout centre de cathétérisme, diagnostique ou interventionnel, doit fournir pour chaque examen des documents de qualité (format DICOM médical ou film cinéma professionnel 35 mm). Ces supports sont individuels, non réinscriptibles et non déformables. Les clichés statiques et les bandes magnétiques ne sont qu'un appoint et ne peuvent constituer le seul support d'enregistrement.

Les praticiens doivent disposer de tout le matériel nécessaire, notamment consommable, pour réaliser les cathétérismes cardiaques. Dans les salles de cathétérisme interventionnel, un large éventail de matériel d'angioplastie doit être présent pour faire face à toutes les situations anatomiques : nombreux types et tailles de cathéters porteurs, guides orientables, cathéters à ballonnet et

endoprothèses. Ce matériel est à usage unique, en application de la circulaire DGS/S93, DGS/PH2/DH/EM1 n° 51 du 29 décembre 1994.

La salle de cathétérisme doit être équipée du matériel nécessaire au contrôle de l'état du patient pendant la réalisation de l'examen : surveillance continue d'au moins 2 dérivations électrocardiographiques simultanées, de la courbe de pression sanglante en bout de sonde, de la saturation sanguine en oxygène.

Conformément à la réglementation en cours, le matériel de réanimation (dont le bon fonctionnement est régulièrement contrôlé) doit être présent dans la salle : fluides médicaux, défibrillateur et stimulateur externe, matériel d'oxygénation et de ventilation au masque, canules oropharyngiennes de Guédel, sondes et matériel d'intubation, nécessaires pour perfusion, seringues autopousseuses et chariot de médicaments. La console et les ballons de contrepulsion aortique, le respirateur mécanique doivent être à proximité immédiate. En cas d'urgence, toute équipe doit être en mesure d'utiliser ce matériel, pour faire face à une complication ou préparer le transfert d'un patient instable vers un centre référent de réanimation, d'angioplastie ou de chirurgie.

Une salle de surveillance (salle post-interventionnelle) doit être située à proximité de la salle d'examen ; elle permet l'accueil des patients et leur surveillance au décours du cathétérisme. Cette salle doit être équipée de tout le matériel de réanimation précédemment décrit, de scopes électrocardiographiques et tensionnels, de saturomètres de pouls. Un électrocardiogramme complet doit pouvoir être enregistré si nécessaire.

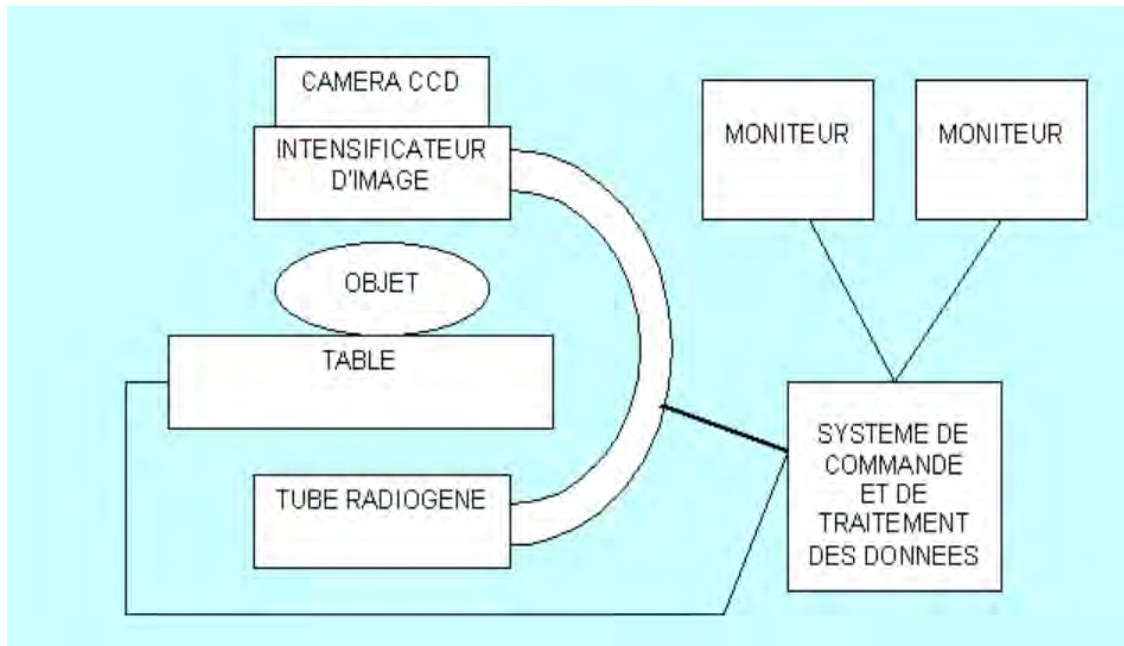


Figure 4: Système d'angiographie numérisée [26]

VI. 3. Matériels de cathétérisme

VI.3.1. Introducteur à valve

Après la ponction artérielle, un introducteur souple (figure 5) est mis en place selon la méthode de Seldinger et y reste pendant tout le geste d'angioplastie. C'est à travers celui-ci que les cathéters guides sont montés jusqu'aux coronaires. Le diamètre des introducteurs est fonction de la taille des cathéters guides que l'on veut utiliser. En général on utilise des introducteurs de 6french (6F ; 1 french = 0,33 mm).

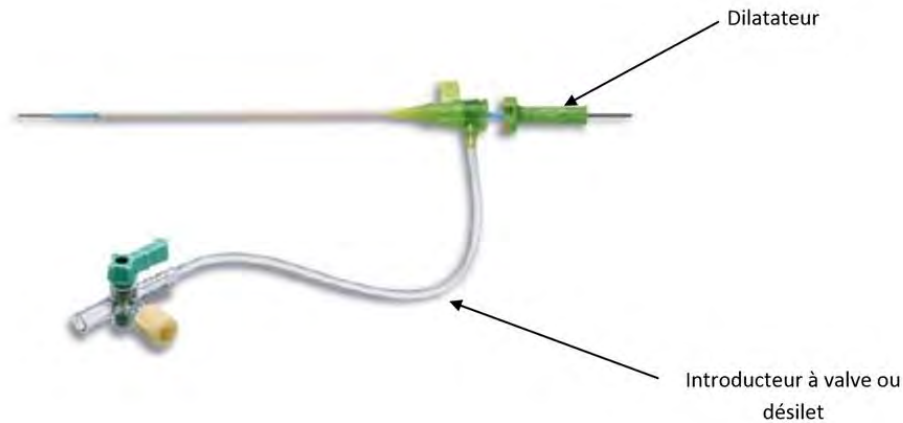


Figure 5: Introducteur à valve avec dilatateur artérielle[27]

VI.3.2.Cathéters (ou sondes)[1]

Le cathétérisme sélectif de chaque ostium nécessite des sondes spécifiques. Qu'elle soit destinée à la coronaire gauche ou droite, une sonde se caractérise par :

Trois courbes : une courbe primaire, secondaire et tertiaire

Le diamètre de la courbe initiale

Le diamètre interne

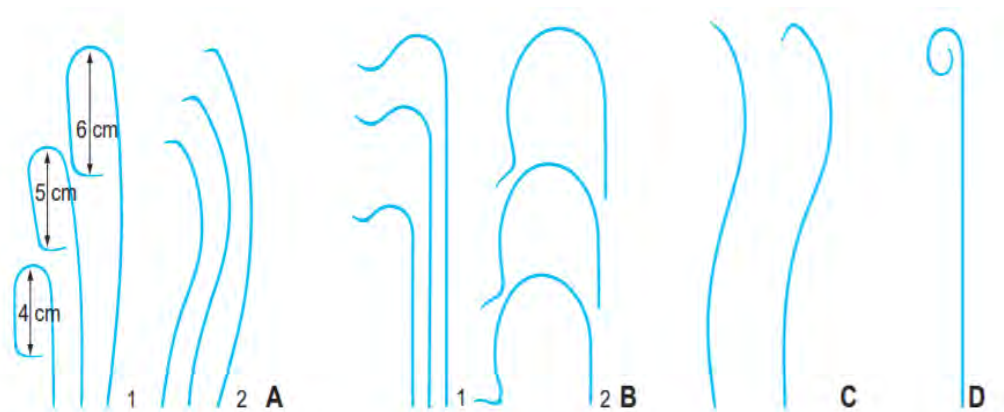
La nomenclature identifie par la lettre « L » (left) les sondes destinées à la coronaire gauche et par la lettre « R » (right) celles destinées à la coronaire droite

Différents types de formes ont été développées.

Les plus utilisées sont les modèles de Judkins (J) JL et JR. Dans certaines type d'anatomie aortique, on peut avoir recours aux sondes d'Amplatz (A), AL et AR.

Le chiffre qui suit les lettres de la nomenclature correspond au diamètre (en cm) de la courbure distale de la sonde.

Les diamètres sont exprimés en French : 1 French = 1/3 mm.



- A.** Sondes de Judkins : coronaires gauches (1), coronaires droites (2).
B. Sondes d'Amplatz : coronaires gauches (1), coronaires droites (2).
C. Sondes pour opacification de pontages.
D. « Queue de cochon » pour ventriculographie.

Figure 6: Différents cathéters selon la forme de la courbe [28]

- **Cathéters –guide [29][1]**

Ils sont également appelés « sondes porteuses ». Ils servent à cathétériser l'ostium de l'artère coronaire sur laquelle siège la lésion cible. Ils diffèrent de ceux utilisés pour une coronarographie simple par leur diamètre interne plus grand, car c'est à l'intérieur de ces sondes que sera glissé et amené tout le matériel d'angioplastie (guide, ballonnet, endoprothèses...). Il doit donc être suffisamment large pour laisser passer ce matériel sans frottement et pour pouvoir réaliser des injections de produit de contraste pour vérifier le positionnement des systèmes au niveau de la lésion à traiter. La majorité du matériel courant est donc compatible 6 french.

- **Cathéters diagnostique**

Différents des cathéters guides par leurs petit diamètre 4F voir 5F

- **Micro cathéters**

Encore plus petit de les cathéters diagnostique Ils sont conçus pour la mise en place de « coils » de taille jusque 0.018’’ et d’emboliques de taille jusque 900µm inclus

- **Cathéters à ballonnet [29][1]**

Les cathéters à ballonnet servent à la dilatation de la sténose et/ou à la mise en place de l'endoprothèses en lui donnant sa forme déployée.

Les ballons sont gonflés à l'aide d'un inflateur

Les caractéristiques des cathéters-ballons sont :

- le système de guidage et la rigidité longitudinale ("push")
- le profil hydrodynamique adapté ("crossability") : certaines parties sont revêtues d'une substance hydrophobe, d'autres d'une substance hydrophile.
- les caractéristiques géométriques du ballon qu'on cherche à adapter aux caractéristiques de la sténose:
- son calibre et sa compliance (rapport définissant la variation de volume par rapport à la variation de pression). le ballon atteint le diamètre désigné (1,5 ; 2 ; 3 ; 3,5 voire 4 mm)
- Sa longueur (10, 20, 30, 40 mm)
- Sa pression nominale et sa pression de rupture théorique
- Les systèmes d'angioplastie conventionnelle sont :
 - Cathéter-ballon coaxial: ballon à 2 lumières (l'une laissant passer le guide, l'autre servant de voie de passage au liquide gonflant le ballon)
 - Cathéter-ballon monorail (1 seule lumière)

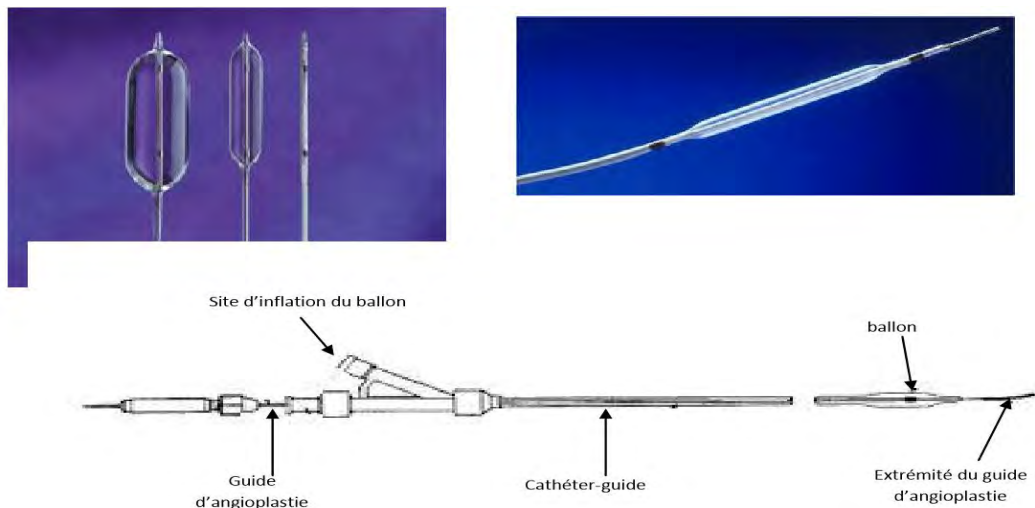


Figure 7: Ballons d'angioplastie et dispositif de gonflage[30]

VI.3.3. Cutting ballon [31]

Le "cutting balloon" est un dispositif récent qui améliore le résultat de la dilatation et diminue le traumatisme de la paroi artérielle. Il consiste en un ballonnet non compliant avec trois ou quatre micro lames (athéromes) montées longitudinalement sur sa surface extérieure. Les lames font de 10 à 15 mm de long, de 0,011 à 0,013 pouces de hauteur et de 0,004 à 0,006 pouces de large. Le ballonnet est conçu pour protéger les lames lorsqu'il est dégonflé. Cela minimise le risque de blessure de la paroi artérielle par les micro lames. Lorsque le ballonnet est gonflé, les micro lames incisent la plaque d'athérome et permettent ainsi une dilatation maximum de la lésion avec une force de dilatation réduite et une réduction du temps de la procédure.

VI.3.4.Guides dirigeables – Guides d'angioplastie [29][1]

Il s'agit d'un fil métallique dont la fonction est de franchir la lésion à dilater. C'est le point commun à tous les systèmes d'angioplastie, il est obligatoire de franchir la lésion avec un guide pour pouvoir la traiter. Les guides sont dirigeables de l'extérieur par des mouvements de rotation (torque). Leur extrémité distale est radio-opaque afin de pouvoir vérifier leur position pendant les manœuvres de progression. Schématiquement, il existe des guides flexibles

(floppy), intermédiaires et durs. La dernière catégorie n'est utilisée que pour franchir les occlusions chroniques.

VI.3.5.Stents [29][1]

Les stents sont des dispositifs métalliques en forme de cylindre creux grillagé placé au niveau de la sténose pour jouer le rôle de tuteur de la paroi artérielle.

Les endoprothèses, ou stents, sont généralement faits en acier inoxydable ou en alliage (cobalt- chrome). On distingue actuellement trois types de stents : les stents nus ou métalliques, les stents recouverts d'une substance pharmacologique (stents actifs) et enfin les stents bio résorbables. Les stents actifs se sont largement développés ces dernières années. Ces stents actifs libèrent une substance pharmacologiquement active localement afin de réduire la resténose intrastent. Ces substances qui ont des propriétés anti-inflammatoires et antiprolifératives, sont soit de la famille des limus (sirolimus pour le cypher® ou zotarolimus), soit du paclitaxel (stent taxus®). Selon leur mode de déploiement, on distingue deux grandes familles de stents : les prothèses auto expansibles et les prothèses expansibles par ballon, qui sont les plus nombreuses et les plus utilisées. Les prothèses expansibles sont serties industriellement sur un ballon et déployées par le gonflage de celui-ci.



Endoprothèse coronaire



Endoprothèse sertie sur un ballon

Figure 8: Endoprothèses coronaire [32]

VII. ACTES DIAGNOSTIQUES

VII.1. La coronarographie

VII.1.1. Définition

La coronarographie des artères coronaires est un examen complémentaire invasif par voie percutanée rétrograde [1] qui permet d'obtenir une opacification temporaire des réseaux coronaires gauche et droit par injection de produit de contraste iodé sous contrôle scopique ou graphique par rayons X. l'image radiologique obtenue est la projection plane du contenu endoluminal des artères. Il s'agit d'une image de projection et de sommation. Pour chaque artère étudiée chaque segment important doit être imaginé dans l'espace, afin de repérer la ou les incidences qui permettent au faisceau de rayon X d'être perpendiculaire au long axe du segment observé, sans superposition avec d'autres segments artériels. Le contraste radiologique est obtenu par l'injection d'un produit iodé. Elle a donc pour but de décrire le lit coronaire : les artères sténosées et leur degré de sténose, la qualité du lit d'aval et l'importance du lit d'aval.

VII.1.2. Les principales incidences

L'opérateur procède à plusieurs incidences des artères coronaires et périphériques pour les dégager les unes des autres, limiter les images de superposition afin de réaliser une analyse anatomique de chacune

Les différentes positions de l'appareil au cours de l'examen ont une terminologie bien précise :

On parlera **d'incidence en OAD** (Oblique Antérieur Droite) lorsque le capteur-plan sera placé à la droite du patient, **d'incidence en OAG**(Oblique Antérieur Gauche) lorsque le capteur-plan sera placé à la gauche du patient ; **d'incidence crâniale** lorsque le capteur-plan sera placé vers la tête du patient et **d'incidence caudale** lorsque le capteur-plan sera placé vers les pieds du patient.

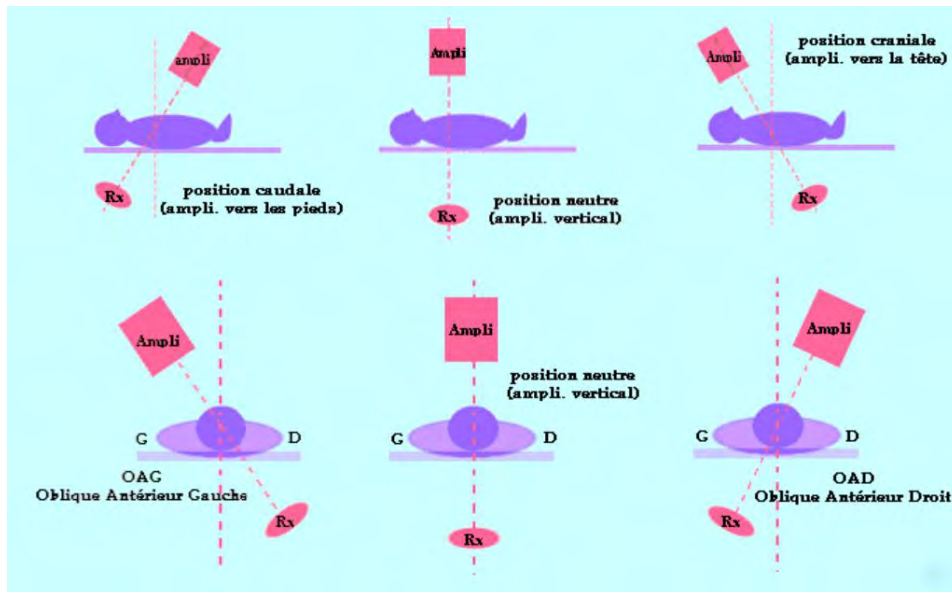


Figure 9: Incidences normalisées en angiographie [26]

Les incidences suivantes sont données à titre indicatif et doivent être adaptées à chaque patient selon son morphotype, d'éventuelles pathologies pulmonaires intercurrentes et de la localisation des anomalies observées.

Le tableau III indique les principales incidences réalisées. Certaines incidences sont illustrées aux figures 10 et 11.

Tableau III: Principales incidences réalisées en coronarographie[33] (33)

incidence	Permet la visualisation de :
Coronaire gauche	
Face	Tronc commun
OAD 30°	Longitudinale de l'IVA et de la CX
OAD 10°+ craniale 40°	IVA
OAG 45°+ craniale 25°	IVA, septales, diagonales
OAG 45°+ caudale 25°(Spider)	Tronc commun, départ IVA + CX
Profil	IVA distale + branches de la CX
Face caudale 30°	TC + IVA proximale + CX, marginale
OAG 30°	3 segments CD
Face craniale 20°	3 segments CD
OAD 30°	3 segments+ IVP+ retroventriculaire

CX : artère circonflexe ; CD : coronaire droite ; CG : coronaire gauche. IVP : artère interventriculaire postérieure ; RVG : rétroventriculaire gauche IVA : interventriculaire antérieure ; OAG : oblique antérieur gauche ; OAD : oblique antérieur droit ; TC : tronc commun

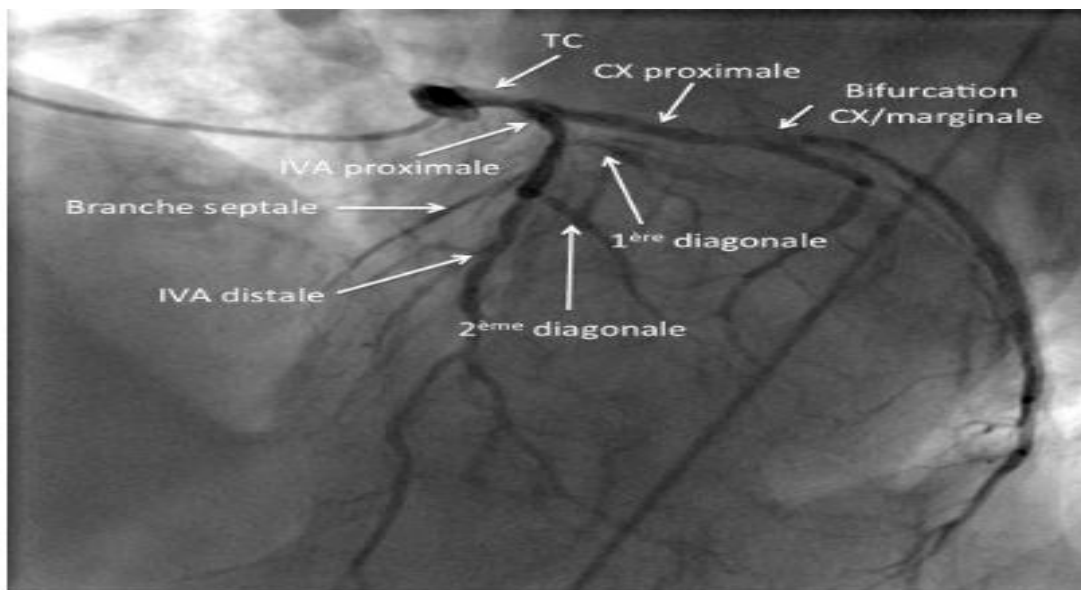


Figure 10: Incidence en OAG 45° crâniale 25° de la coronaire gauche

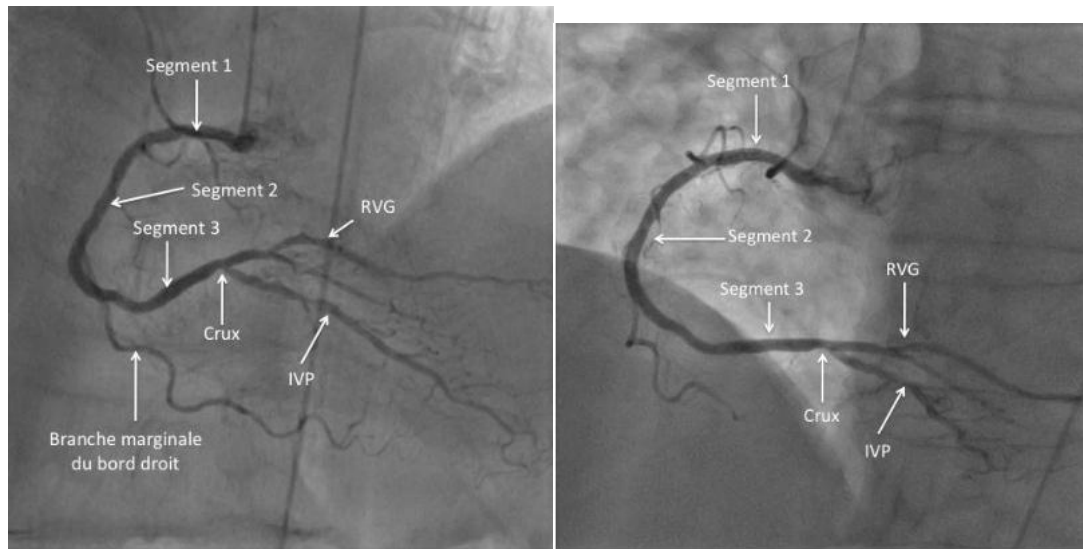


Figure 11:A) Incidence en crâniale 30° de la coronaire droite

B) Incidence en OAG 30° de la coronaire droite

Donc avant toute description d'une sténose, l'observateur doit prendre en compte plusieurs éléments préalables :

- L'image sur laquelle est interprétée la sténose doit correspondre au temps diastolique pour les coronaires,
- Une bonne interprétation doit reposer, si cela est possible, sur deux incidences orthogonales,
- Ces incidences doivent permettre au faisceau de rayons X d'être perpendiculaire autant que possible au segment artériel analysé,
- Prendre en compte le centrage de la lésion afin de considérer d'éventuelles distorsions lors de la formation de l'image.
- Le remplissage de l'artère par le produit de contraste doit être complet

VII.1.3. Analyse Descriptive d'une Sténose Coronaire

La coronarographie sélective reste la méthode de référence permettant de visualiser convenablement l'anatomie coronaire. Elle est l'étape préalable à toute décision de revascularisation myocardique, elle va permettre :

- ✓ **Préciser la topographie des lésions coronaires** qui peuvent se répartir sur les trois axes coronaires : interventriculaire antérieure, circonflexe, coronaire droite et le tronc commun. On parle donc de lésions mono-, bi- ou tritronculaires selon le nombre d'axes atteints.
- ✓ **Apprécier la significativité des lésions coronaires** : la sténose est considérée comme hémodynamiquement significative quand la réduction du diamètre de la lumière à son niveau est supérieure ou égale à 70% de celui du calibre de référence pour les artères péricardiques et à 50% pour le tronc commun gauche.
- ✓ **Faire l'étude qualitative des lésions coronaires** : associée à l'étude quantitative du degré de sténose, l'aspect de la lésion participe à la notion de sévérité lésionnelle. La sévérité est appréciée selon différentes classifications dont la plus utilisée est celle de l'AHA/ACC (34) exposée dans le tableau .

Tableau IV: Classification modifiée des lésions coronaires de l'ACC/ AHA [34]

<i>Classification modifiée des lésions coronaires de l'ACC/AHA (American College of Cardiology/American Heart Association)</i>		
Lésion de type A (taux de succès élevé >85%, risque faible <2%)	Lésion de type B (taux de succès modéré 60 à 85%, risque modéré) B1 : un critère présent B2 : au moins deux critères présents	Lésion de type C (taux de succès bas <60%, risque élevé >10%)
- courte < 10 mm -) - concentrique - contours lisses - peu ou pas de calcification - pas de problème d'accessibilité - pas d'angulation du segment sténosé (< 45°) - non occlusive - pas ostiale - pas de thrombus - pas de lésion significative d'une collatérale au niveau de la lésion	- tubulaire (10-20 mm) - excentrique - contours irréguliers - calcifications modérées à importantes - tortuosité modérée du segment proximal - angulation modérée du segment sténosé (45-90°) - occlusion de moins de 3 mois - localisation ostiale - présence de thrombus - lésion d'une bifurcation nécessitant un <i>kissing</i>	- lésion diffuse (> 20 mm - tortuosité importante du segment proximal) angulation importante du segment sténosé (> 90°) - occlusion de plus de 3 mois - impossibilité de protéger une - bifurcation - vieux greffon saphène dégénéré avec lésion friable

Cette classification, malgré certaines limites, peut être un guide pour le choix d'un traitement antiagrégant adjuvant dans l'angioplastie coronaire réputée à haut risque (anticorps antiglycoprotéine IIb/IIIa pour l'angioplastie des lésions B2, B2+ et C).

Aujourd'hui le score angiographique SYNTAX [35] est de plus en plus utilisé. Il est calculé en ligne (www.syntaxscore.com) ou à l'aide d'un logiciel.

Le flux antérograde est étudié au cours de la coronarographie par la classification TIMI [36] ci-dessous.

Tableau V: Classification du flux coronaire selon TIMI [36]

Classification du flux coronaire antérograde selon le Thrombolysis in Myocardial Infarction Trial (TIMI)

Grade TIMI 0	Absence complète de flux au-delà de l'obstruction
Grade TIMI 1	Passage du produit de contraste au-delà du site sténosé, mais sans opacification complète du lit d'aval. Le produit de contraste paraît « suspendu » en aval de la sténose
Grade TIMI 2	Passage du produit de contraste au-delà de la sténose avec opacification complète du lit d'aval. Toutefois, la vitesse d'imprégnation du produit de contraste au-delà de la sténose et sa vitesse de lavage sont nettement ralenties par rapport à des segments équivalents
Grade TIMI 3	Imprégnation antérograde et lavage du produit de contraste au-delà de la sténose aussi rapides que ceux de territoires non sténosés

Lorsqu'une sténose coronaire hémodynamiquement significative et une ischémie myocardique sont établies, la décision de faire une angioplastie fait intervenir différents critères [33] :

- ✓ La faisabilité technique au niveau de la lésion
- ✓ Le nombre de lésions significatives, leur localisation, leur complexité
- ✓ La possibilité de revascularisation complète ou non
- ✓ L'évaluation du risque immédiat, des résultats à court et long terme de l'angioplastie comparée à la chirurgie par l'EUROSCORE [37] couplée au score SYNTAX .

VII.1.4. Indications [1]

- **Coronarographie d'évaluation chez le coronarien stable**

L'examen est réalisé ici chez un coronarien connu, son diagnostic doit être, compte tenu d'un évènement clinique ancien ou récent sans équivoque et/ou d'un haut niveau de preuve d'ischémie myocardique (scintigraphie myocardique, échographie de stress) et/ou d'une coronarographie antérieure, et/ou d'une revascularisation antérieure (angioplastie, pontage)

- **Coronarographie d'évaluation en urgence chez le patient coronarien instable**

Les indications consensuelles sont les suivantes :

- l'infarctus du myocarde aigue dans le cadre d'une angioplastie primaire ;
- l'infarctus du myocarde aigue dans le cadre d'une angioplastie de sauvetage ;
- l'angor instable réfractaire au traitement médical optimal pour lequel est envisagé in geste de revascularisation ;
- le syndrome coronarien aigu sans sus décalage du segment ST- (SCA ST-) : dans les 24-48 heures voire plus tôt si les critères de gravité ou si forte probabilité clinique en cas d'angor instable.
- l'infarctus du myocarde aigu compliqué d'un choc cardiogénique ;

-Un arrêt cardiaque ressuscité lié à une fibrillation ou une tachycardie ventriculaire

-Suspicion d'un angor de Prinzmetal pour un test au Methergin.

- **Coronarographie d'évaluation préopératoire**

Chez un patient valvulaire ou polyartériel en vue d'une évaluation préalable du réseau coronaire. Elle est systématique s'il existe un angor clinique ou une suspicion de cardiopathie ischémique sous-jacente, ou chez un homme de plus de 40ans, une femme ménopausée, un patient présentant au moins un facteur de risque cardio-vasculaire ou une dysfonction ventriculaire gauche systolique.

- **Coronarographie dans le cadre d'un bilan étiologique**

Chez un patient valvulaire ou polyartériel en vue d'une évaluation préalable du réseau coronaire. Elle est systématique s'il existe un angor clinique ou une suspicion de cardiopathie ischémique sous-jacente, ou chez un homme de 40ans.

VII.2. Angiocardiographie [28]

Même principe que la coronarographie l'injection est faite sélectivement par injection de produit de contraste dans la cavité cardiaque ou vasculaire que l'on veut examiner.

Autrefois systématique lors d'une coronarographie, l'angiographie ventriculaire gauche n'est maintenant réalisée que lorsque les examens non invasifs (échographie, IRM, isotopes) n'ont pas permis d'évaluer correctement la fonction ventriculaire gauche globale et régionale, ou n'ont pas pu préciser d'autres anomalies de structure ou de fonction du myocarde, des valves.

L'angiographie ventriculaire droite peut être proposée dans toutes les situations nécessitant l'évaluation des volumes et de la fonction VD, surtout dans l'exploration des cardiopathies congénitales intéressant les cavités cardiaques droites et la recherche d'une dysplasie arythmogène du VD.

VII.3. La fraction de réserve du flux coronaire (FRF)

La fraction du flux de réserve coronarien (FFR) est un index utilisé afin d'évaluer l'importance fonctionnelle d'une lésion coronarienne épicaudique sténosante. La FFR est basée sur le concept de réserve coronaire [38][39], rapport entre : le flux maximal (après injection d'un vasodilatateur) dans une artère coronaire sténosée ; et le flux coronarien maximal en l'absence de sténose

Le flux est égal au gradient de pression divisé par les résistances.

La technique de mesure de la FFR s'effectue au cours de la coronarographie ; On mesure les pressions en amont et en aval de la sténose après injection d'adénosine, puis on calcule un rapport de pressions (pression distale en aval de la sténose/ pression aortique).

Selon la SFC, les sténoses fonctionnellement significatives ($FFR < 0,8$) doivent être revascularisées afin d'améliorer le pronostic de ces patients. En revanche, les sténoses non significatives ($FFR > 0,8$) ont un excellent pronostic spontané et ne doivent pas être revascularisées.

Tableau VI: Indications FFR selon les recommandations de l'ESC [40]

Indications FFR	Classe	Preuve
Indiquée si pas de preuve d'ischémie pour les lésions intermédiaires	I	A
PCI guidée par FFR envisagée si pluri-tronculaire	Ila	B

VII.4. Test de vasoconstriction

La publication de M. Prinzmetal et coll. utilisant pour la première fois le terme de *variant angina* date déjà de plus de 50 ans. Elle définissait un angor survenant au repos souvent associé à un sus-décalage du segment ST, sensible aux dérivés nitrés [41]: l'angor vasospastique ou communément appelé angor de Prinzmetal. Cette maladie n'est pas due à une ischémie induite par une sténose athéromateuse, mais résulte d'une vasomotricité anormale. Les mécanismes qui

régissent ce trouble restent en partie inexpliqués à ce jour. Marginale en occident, plus fréquente en Asie, la prévalence de cette pathologie potentiellement fatale en l'absence de traitement, reste incertaine [42].

Deux tests permettent ce diagnostic : le test à l'**acétylcholine**, fiable mais complexe dans sa mise en œuvre et le test à la **méthylergométrine (Méthergin®)**, simple à réaliser, sûr et peu onéreux. Il est de loin le test le plus utilisé. La méthylergométrine est une molécule aux propriétés vasoconstrictrices, dérivé semi-synthétique d'un alcaloïde de l'ergot du seigle [43].

Le test au Methergin est effectué après une coronarographie complète et une angiographie ventriculaire gauche, par injection intraventriculaire du produit. Les coronaires sont réopacifiées dans un délai de 3 à 5 minutes, ou plus tôt,

Un test standardisé pour une bonne sécurité en salle de coronarographie :

- effectué que s'il n'y a pas de sténose athéromateuse fixe significative ;
- le méthergin est injecté par voie intraveineuse à la dose de 0,4 mg (2 ampoules à 0,2 mg) ;

- le test est considéré comme **négatif** s'il ne déclenche ni douleur, ni modification électrique, ni surtout modification de calibre artériel supérieure à la vasoconstriction « physiologique », c'est-à-dire > 20 à 30 % de réduction du calibre coronaire ;

- en fin de test, le patient reçoit avant de quitter la salle de cathétérisme un dérivé nitré pour se mettre à l'abri d'une exceptionnelle réaction retardée qui, survenant en dehors du milieu « sécurisé » de la salle de coronarographie, pourrait avoir des conséquences fâcheuses.

- Le test est considéré comme **positif** :

- s'il entraîne une réduction de calibre > 70 % au niveau d'un segment coronaire. L'apparition de modification électrique du tracé et/ou la reproduction

de la douleur thoracique sont des phénomènes plus tardifs, décalés dans le temps de quelques dizaines de secondes et « inconstants » ;

- si la réduction de calibre angiographique est indiscutable, qu'il y ait ou non des conséquences électro cliniques.

- Dès que les critères de positivité sont recueillis, le spasme sera immédiatement levé par administration intraveineuse ou intracoronaire de dérivés nitrés.



A) Image coronarographique du réseau gauche d'un patient sans facteurs de risque cardiovasculaire, ayant fait des douleurs thoraciques à l'effort B) Spasme au niveau de l'IVA au cours du test au Methergin C) Le spasme est levé après injection intracoronaire de dérivé nitré.

Figure 12: Différentes étapes du test au Methergin[43]

VII.5. L'imagerie endocoronaire [44]

Le recours à l'imagerie endocoronaire, qui pour l'instant reste recommandée dans l'évaluation de complications immédiates du stenting (IIa) et l'optimisation post-implantation (IIb) [45] a énormément fait évoluer la compréhension physiopathologique du SCA et peut être d'une aide précieuse dans de nombreuses situations cliniques tels les dissections coronaires ou hématomas intra muraux spontanés, les thromboses de stent ; elles peuvent éventuellement guider une approche conservatrice du SCA après thrombo-aspiration dans certains cas. Les études ayant étudié à grand échelle l'IVUS dans le SCA ont

montré des résultats contrastés sans réel bénéfice clinique[46][47]. Depuis les progrès de l'OCT de dernière génération (FD-OCT), cette dernière technique est l'imagerie endocoronaire la plus étudiée actuellement, notamment dans le SCA.

La coronarographie présente des limites connues dans la détection de plaques qu'elles soient stables, vulnérables, ou rompues. Ceci s'explique entre autre par le phénomène de remodelage positif à l'origine d'un luminogramme longtemps préservé [48]. C'est pour cette raison que ce sont développées les techniques d'imagerie endocoronaire afin d'analyser plus finement le contenu du vaisseau et sa paroi dont les plus étudiées sont l'IVUS et l'OCT

VII.5.1. L'échographie endovasculaire (IVUS) [49]

L'IVUS (intravascular ultrasound : échographie endovasculaire) fournit une image de coupe haute résolution (80m) à la fois de la lumière coronaire, mais aussi de la paroi du vaisseau et permet d'évaluer la composition de la plaque (fibreuse, lipidique, calcique, mixte) [50].

Compte tenu des limites intrinsèques de coronarographie, l'échographie endovasculaire devient un outil complémentaire indispensable pour le diagnostic d'images endoluminales et/ou extraluminales mal définies par la coronarographie, pour la quantification précise des lésions, et pour la compréhension de la maladie coronaire.

- Echographie endocoronaire comme outil diagnostique
 - a) Diagnostic des aspects d'hétérogénéité endoluminale
 - b) Diagnostic des anomalies extraluminales
 - c) Surveillance des greffés cardiaques :
 - Quantification anatomo-fonctionnelle : Valeur de la SAL

La valeur minimale de la surface artérielle luminale au niveau de la lésion (SAL min), inférieure à 4 mm², est fortement corrélée aux explorations fonctionnelles de l'ischémie myocardique (tomoscintigraphie et mesure par guide pression

Son évaluation est tout aussi intéressante dans l'étude des lésions du tronc commun de la coronaire gauche, mais sa valeur décisionnelle est moins bien évaluée : elle pourrait être comprise entre 7 et 9 mm²

- Aspects physio-pathologiques

Evaluation lésionnelle des syndromes coronariens aigus

- Caractérisation de la plaque vulnérable
- Mécanisme de la resténose intrastent
- Mécanisme d'action des drogues (statines,)

- Brachythérapie

a) Quantifications précises des diamètres luminaux moyens des segments de référence dans la détermination de la dose de rayonnement à prescrire

b) Suivi à distance du mécanisme d'action des rayonnements.

Aspect en trois couches d'une artère coronaire normale

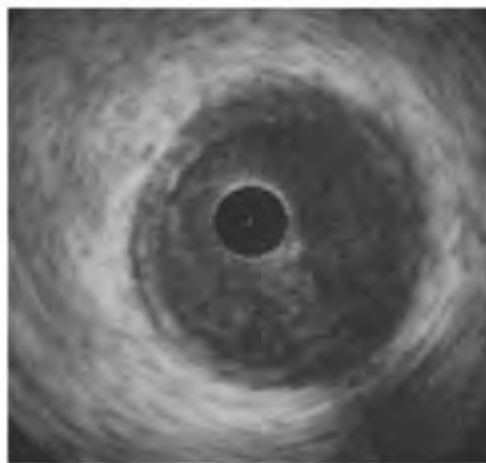


Figure 13: Image par IVUS d'une artère coronaire normale [49]

VII.5.2. La tomographie par cohérence optique (OCT)

L'imagerie par tomographie de cohérence optique est basée sur la propagation, l'absorption et la réflexion d'une onde lumineuse de faible cohérence, dont la longueur est proche de celle des photons infrarouges (1 250-1 350 nm), sur les structures environnantes (figure 14). Ce choix de longueur d'onde permet de s'affranchir de la réfraction entre cathéter et paroi vasculaire liée à l'interaction avec les composants figurés du sang, mais en retour, elle limite la profondeur de pénétration du faisceau afférent [51].

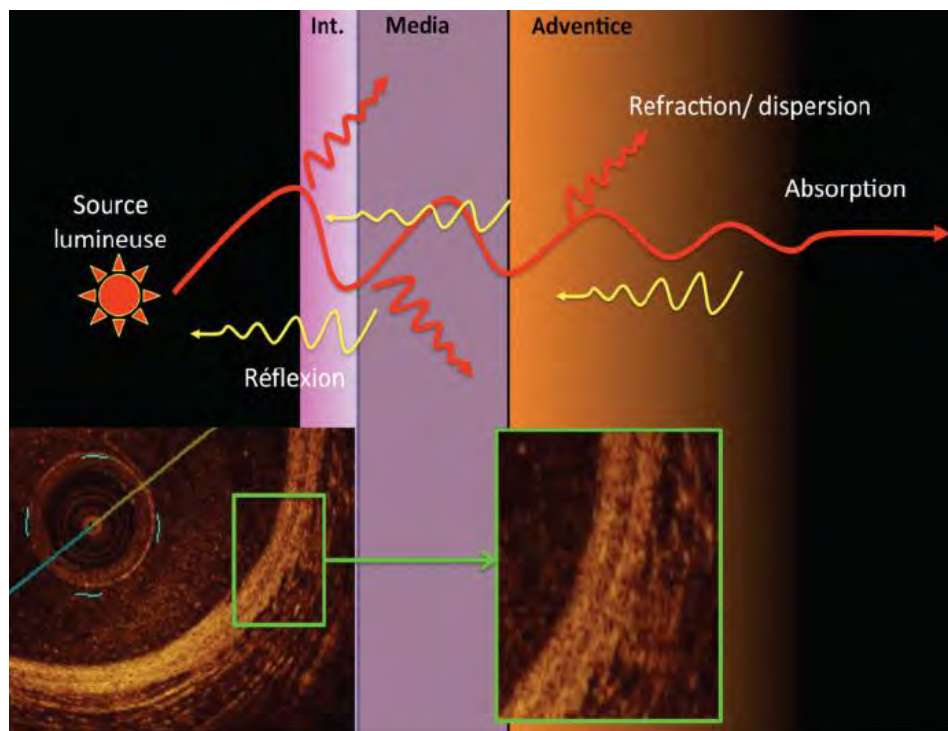


Figure 14: Principes général de l'OCT [52]

Cette technique permet ainsi actuellement [53]:

- d'évaluer la morphologie de la lumière artérielle et la nature des lésions par l'étude des plaques et des tissus, pouvant aller jusqu'à apprécier leur caractère vulnérable ;
- de guider l'angioplasticien, sur le choix de la technique thérapeutique à utiliser face à certaines situations (stenting ou traitement médical avec réévaluation) ;
- d'optimiser les angioplasties coronaires en mesurant de façon précise, le degré de sténose, la longueur de la lésion et le diamètre du vaisseau, permettant de choisir le stent le plus adapté à la lésion ;
- de vérifier en postprocédure, la bonne apposition des mailles du stent, la bonne couverture de la lésion et de dépister des complications liées à l'angioplastie (de type dissection, par exemple) ;
- d'apprécier la ré-endothélialisation des endoprothèses mais aussi l'étendue des resténoses intrastent ;
- de juger la bonne apposition des mailles des stents biorésorbables, non visibles à l'angiographie ;
- de visualiser la dégradation des mailles des stents biorésorbables ;
- d'optimiser la prise en charge de certains syndromes coronariens aigus (thromboses de stents, dissections spontanées, etc.)

Les limites à la réalisation d'un examen OCT sont principalement liées à l'anatomie du vaisseau exploré. L'OCT n'est pas réalisable en cas de diamètre du vaisseau inférieur à 2 mm ou de tortuosités importantes.

VIII. ACTES THERAPEUTIQUES

VIII.1. Angioplastie transluminale coronaire (ATL)

VIII.1.1. Définition [15]

Angioplastie coronarienne transluminale percutanée (*percutane* : par la peau ; *trans* : à travers ; *lumen* : passage dans un tube ; *angio* : vaisseau sanguin ; *plastie* : façonner) (PTCA en anglais : percutaneous transluminal coronary angioplasty) pour les coronaires, angioplastie par dilatation pour les autres artères.

L'angioplastie (dilatation artérielle) consiste à reperméabiliser les artères atteintes de rétrécissement ou d'occlusion en les dilatants à l'aide d'un ballonnet.

Selon le délai de réalisation de cet actes thérapeutique on parlera de :

-L'angioplastie Ad hoc : Permet de combiner les actes diagnostiques et interventionnels en une seule séance (le patient étant toujours sur la table de cathétérisme), évitant ainsi une deuxième procédure invasive et les risques inhérents.

-L'angioplastie programmée : procédure différée de la coronarographie diagnostique qui donne le temps de planifier le geste et de discuter des avantages et des inconvénients de la procédure avec le patient et sa famille.

-L'angioplastie Primaire : se définit comme une angioplastie coronaire transluminale percutanée réalisée en l'absence de tout traitement thrombolytique antérieur ou concomitant c'est la stratégie de reperfusion préférentielle qui doit se limiter au traitement de la lésion coupable seule.

Les délais recommandés entre le premier contact médical et le déploiement du ballonnet est de 120 minutes. Entre l'arrivée du patient à la porte du centre et le déploiement du ballon est de moins 60 minutes si le patient est vu directement dans un centre d'ATL et de moins de 90 minutes s'il est transféré vers un centre d'ATL [54].

-L'angioplastie de sauvetage : Lorsqu'il y a échec de la thrombolyse médicamenteuse se traduisant par une augmentation de plus de 50% du sus décalage maximal du segment ST initial et / ou une persistance de la douleur thoracique, l'ATL de sauvetage est indiquée [54].

VIII.1.2. Techniques d'angioplastie

VIII.1.2.1. Thrombo aspiration [55]

Il s'agit d'un système de protection distale qui a été développé dans le but de limiter les phénomènes d'embolisation distale au cours de l'ATL. Elle réalise une véritable aspiration intra coronaire du thrombus grâce à un cathéter branché sur une seringue aspirante en pression négative. La thrombo-aspiration précède l'ATL

VIII.1.2.2. Angioplastie au ballonnet nu [55]

La technique repose sur un ballon de diamètre adapté à la taille de la coronaire qui est monté via des sondes sur un guide métallique sous contrôle radiologique jusqu'à la lésion. Une inflation du ballon va permettre d'écraser l'athérome dans la paroi artérielle et ainsi d'ouvrir la lumière du vaisseau.

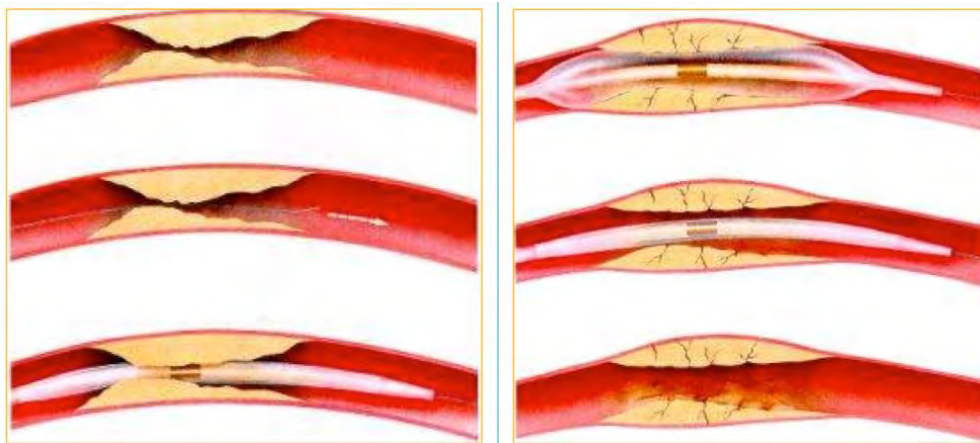


Figure 15: Angioplastie au ballonnet [56]

Le ballon exerce sur la sténose trois effets :

- Un tassement et/ou une rupture de la plaque d'athérome qui s'accompagne presque obligatoirement d'une dissection sous-intimale plus ou moins profonde et plus ou moins étendue ;
- Un refoulement du matériel athéromateux vers la périphérie de l'artère et les zones adjacentes à la sténose ;
- Un étirement des parois saines adjacentes.

Ces mécanismes à l'origine du caractère hautement thrombogène de l'angioplastie au ballonnet nu ont contribué à établir l'infériorité de cette technique dans le traitement des lésions coronariennes « de novo » surtout après l'avènement des stents nus et plus tard des stents actifs qui ont en plus montré leurs supériorité en terme de revascularisation [57].

Cependant, l'angioplastie au ballonnet pourrait s'avérer être une alternative valable à l'ATL chez les patients chez qui l'implantation de stents est techniquement irréalisable ou dont les coronaires sont trop petites pour être stentées (<2.0 mm), et chez les patients avec sténoses complexes qui nécessitent une chirurgie en urgence [58].

VIII.1.2.3. Les Ballonnets actifs

La pertinence de l'utilisation des ballonnets actifs est basée sur le concept selon lequel avec des revêtements médicamenteux actifs hautement lipophiles, même une mise en contact de courte durée entre la surface du ballon active et la paroi vasculaire est suffisante pour délivrer efficacement le principe actif [55].

Actuellement, les ballonnets enrobés de paclitaxel sont les plus utilisés et semblent avoir trouvé leur intérêt dans le traitement des resténose sur stents nus [59] et le traitement des artères coronaires de petites tailles, lorsque les stents actifs au paclitaxel ne peuvent être utilisés [60].

Cependant il n'est pas encore clairement établi que les ballonnets actifs soient plus sûrs et plus efficaces que les stents actifs enrobés d'un analogue de limus

VIII.1.2.4. Le stenting direct [1]

La tendance actuelle est au stenting direct. Cette technique répond à deux objectifs :

- implanter le stent directement sans pré dilatation, économisant l'utilisation du ballonnet
- recouvrir uniquement la lésion coupable, sans déborder sur les segments saints adjacents pour réduire la longueur du stent et ainsi la probabilité de la resténose

VIII.1.2.5. Athérectomie [26]

Cette technique consiste à enlever le matériel athéromateux obstructif de la paroi des vaisseaux en utilisant un cathéter muni d'un dispositif exerçant une action mécanique précise. Ce geste remplace ou sert de complément à l'angioplastie à ballonnet et peut s'appeler aussi angioplastie ablatrice. Pour cela, plusieurs procédés sont disponibles :

-L'athérectomie coronarienne directionnelle (ACD) :

L'athérome est rasé à l'aide d'un couteau latéral et ses morceaux sont déposés dans une capsule qui est ensuite retirée avec le cathéter. Le couteau est d'abord positionné dans la direction de la plaque. Un ballonnet présent sur le côté opposé du cathéter est gonflé, ce qui provoque l'entrée de la plaque d'athérome dans la lumière du système. Le couteau coupe alors la plaque d'athérome qui est conservée dans la capsule du cathéter. Celui-ci est alors retiré. L'athérectomie directionnelle a été utilisée pour la première fois au niveau des coronaires en 1987.

-L'athérectomie rotationnelle

L'athérome est pulvérisé par une fraise abrasive à rotation rapide en particules microscopiques inoffensives qui sont emportées par le flux sanguin. Le dispositif utilisé est le Rotablator et sert au traitement des sténoses calcifiées. Le Rotablator a été utilisé pour la première fois en 1988 par le Dr Rauth.

-L'extraction coronarienne transluminale (ECT)

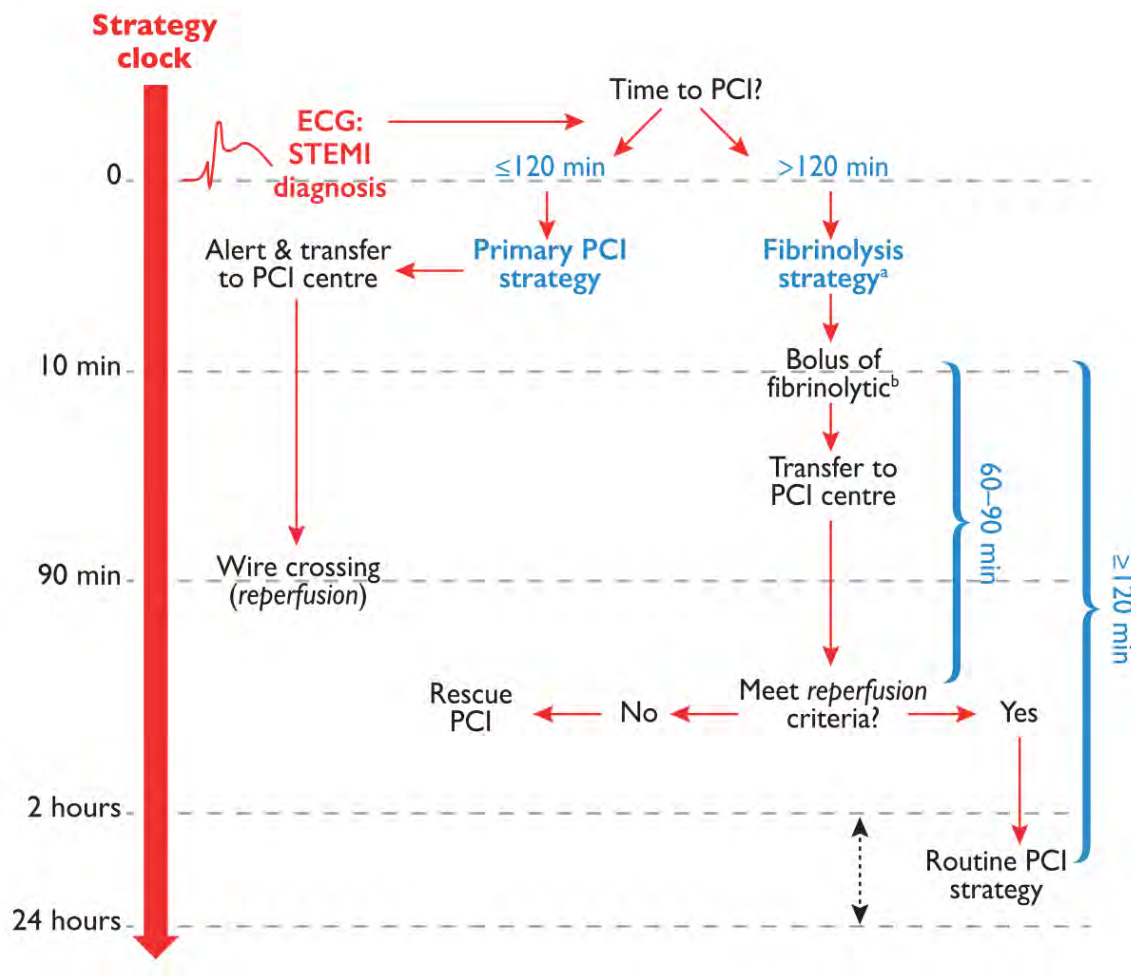
L'athérome est excisé par une lame rotative avec une aspiration continue des débris produits

VIII.1.2.6. Angioplastie par laser

L'athérome est pulvérisé par un rayonnement très énergétique provenant d'un laser. Il existe l'angioplastie par laser pulsé ultraviolet (Excimere) ou l'angioplastie par laser infrarouge [61]. Le laser est surtout utilisé pour creuser dans l'amas de calcium avant de procéder à une dilatation par ballonnet. Cependant, dans les essais cliniques, le laser a été décevant. Cette technique semble être en désuétude car son coût-efficacité est très élevé.

VIII.1.3. Indications actuelles de l'angioplastie

Dans les syndromes coronariens aigus avec sus-décalage du segment ST, l'algorithme ci-dessous [54] indique le choix des stratégies de tenant compte de l'organisation du réseau de soins.



Cath = catheterization laboratory; EMS = emergency medical system; FMC = first medical contact; PCI = percutaneous coronary intervention; STEMI = ST-segment elevation myocardial infarction

Figure 16: Algorithme de prise en charge des syndromes coronariens aigus avec sus-décalage du segment ST [54]

Les recommandations concernant l'angioplastie en cas de syndrome coronarien aigu avec sus décalage de ST(SCA ST+) issues des recommandations de la société européenne de cardiologie sur la revascularisation myocardique édité en 2017 sont exposées dans le tableau ci-dessous.

Tableau VII: Recommandations pour l'angioplastie coronaire en cas de SCA ST+ [54]

Recommendation	Class^a	Level^b
Reperfusion therapy is indicated in all patients with symptoms of ischaemia of ≤ 12 h duration and persistent ST-segment elevation. ^{119,138}	I	A
A primary PCI strategy is recommended over fibrinolysis within indicated timeframes. ^{114,116,139,140}	I	A
In the absence of ST-segment elevation, a primary PCI strategy is indicated in patients with suspected ongoing ischaemic symptoms suggestive of MI and at least one of the following criteria present: - haemodynamic instability or cardiogenic shock - recurrent or ongoing chest pain refractory to medical treatment - life-threatening arrhythmias or cardiac arrest - mechanical complications of MI - acute heart failure - recurrent dynamic ST-segment or T-wave changes, particularly with intermittent ST-segment elevation.	I	C
Early angiography (within 24 h) is recommended if symptoms are completely relieved and ST-segment elevation is completely normalized spontaneously or after nitroglycerin administration (provided there is no recurrence of symptoms or ST-segment elevation).	I	C
In patients with time from symptom onset >12 h, a primary PCI strategy is indicated in the presence of ongoing symptoms suggestive of ischaemia, haemodynamic instability, or life-threatening arrhythmias. ¹⁴¹	I	C
A routine primary PCI strategy should be considered in patients presenting late (12–48 h) after symptom onset. ^{133,134,142}	IIa	B
In asymptomatic patients, routine PCI of an occluded IRA >48 h after onset of STEMI is not indicated. ^{135,137}	III	A

IRA : infarct-related artery PCI : percutaneous coronary intervention STEMI : ST-segment elevation myocardial infarction MI :Myocardial Infarction

En cas de Syndrome coronarien aigu sans sus-décalage du segment ST (SCA ST-), l'indication et le délai de réalisation d'une coronarographie dépendent du risque de chaque patient. Ce risque est évalué par le GRACE score[62][63].

En cas d'angor stable ou d'ischémie silencieuse, les indications de revascularisation par angioplastie sont exposées dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII: Recommandations pour la revascularisation percutanée en cas d'angor stable ou d'ischémie silencieuse [62]

	Sous-groupe de maladie coronaire selon la topographie lésionnelle	classe^a	Niveau^b
Indications pronostiques	Sténose du tronc commun coronaire gauche>50%*	I	A
	Sténose de l'IVA proximale>50%*	I	A
	Lésion bi ou tritronculaire avec altération de la fonction VG*	I	B
	Zone d'ischémie étendue documentée(>10% VG)	I	B
	Un seul vaisseau restant avec sténose >50%*	I	C
	Lésion monotronculaire sans atteinte de l'IVA proximale et sans ischémie>10%	III	A
Indications symptomatiques	toute sténose>50% avec un angor invalidant ou ne répondant pas au traitement médical optimal	I	A
	Insuffisance cardiaque chronique et >10% d'ischémie VG/viabilité assurée par une artère avec sténose >50%	II	B
	Symptômes non invalidants grâce au traitement médical	III	C

VG : ventricule gauche ; IVA : artère interventriculaire antérieure

DEUXIEME PARTIE : LES PROTOCOLES

DOMAINE D'APPLICATION

Ce travail a été réalisé pour être appliqué au niveau de la clinique cardiologique de l'hôpital Aristide Le Dantec.

❖ Le service

Il est constitué :

- ✓ **D'une unité d'accueil** comportant trois salles de consultation où sont reçues les urgences cardio-vasculaires et les malades suivis en ambulatoire.
- ✓ **Une unité d'hospitalisation** de 47 lits dont :
 - Un unité de soins intensifs cardiologiques (USIC) équipée de 4 lits dotés de scope, de matériel de réanimation cardio-vasculaire, d'un défibrillateur externe, d'un appareil d'électrocardiographie de marque EDAN SE-Express® et d'un appareil d'échocardiographie portatif de marque Mylab TM 30 Gold-Esaote ®.
 - Une salle commune pour les femmes dotée 9 lits
 - Une salle commune pour les hommes dotée 12 lits
 - Des cabines à deux lits au nombre de 8
 - Des cabines individuelles au nombre de 6.
- ✓ **Une unité d'exploration :**
 - **Non invasive**
 - Une salle d'électrocardiographie dotée d'un appareil de marque EDAN SE-Express®
 - Deux salles d'échocardiographie comportant un appareil de marque Vivid 7, et un appareil Vivid E9 couplé à une table d'échographie d'effort, avec des sondes cardiaques adultes, pédiatrique, vasculaires et une sonde d'échographie trans-oesophagienne.
 - Une salle de Holter E.C.G (3 appareils), de MAPA (3 appareils) et de test d'inclinaison ou tilt test composée d'une table basculante motorisée.

- Une salle d'épreuve d'effort équipée d'un tapis roulant de marque Schiller® couplé à un électrocardiographe de marque Schiller AT-104 PC®.
- **Invasive** : avec deux salles d'angiographie dont une unité de cardiologie interventionnelle qui comprend :
 - Une machine INNOVA 3100 GE composée de 03 ordinateurs ;
 - Un amplificateur de brillance de marque Général Electric® ;
 - Une table motorisée ;
 - Une baie d'électrophysiologie de marque BARD Système pro® avec un scope multiparamétrique ;
 - Un injecteur de produit de contraste ;
 - Un scope ;
 - Un stimulateur externe de marque Micropace EPS 320® orthorythmique ;
 - Un générateur de radiofréquence de marque EP-Shuttle Stockert® ;
 - Un défibrillateur externe Shiller® semi-automatique.



Figure 17: Salle d'angiographie « INNOVA 3100 GE» de l'unité de cardiologie interventionnelle au CHU Aristide Le Dantec – Dakar

✓ Les locaux administratifs

- Le service compte 10 bureaux dont 7 bureaux de médecins, un bureau de surveillant du service, deux secrétariats
- La salle de réunion qui abrite les staffs du matin et les enseignements post-universitaires
- Une salle d'informatique
- Les secrétariats qui sont au nombre de trois (03)

❖ **Personnel du service**

✓ Le personnel médical :

- Trois (03) professeurs titulaires
- Un maître de conférences agrégé
- Deux (02) maîtres assistants
- Une assistante chef de clinique
- Neuf (09) internes
- Des médecins en spécialisation au nombre de 69

✓ Le personnel paramédical est constitué d'une surveillante du service, cinq infirmières d'état, de quinze (15) aide-infirmières et de cinq (05) garçons de salle.

✓ Le personnel administratif quant à lui est composé de trois (03) secrétaires.

PROCEDURES DES ACTES EN SALLE DE CORONAROGRAPHIE

I. ACTES DIAGNOSTIQUES

I.1. La coronarographie :

I.1.1. Responsabilité : [28][24]

- Le médecin prescripteur, le cardiologue interventionnel qui réalise l'acte.
- L'infirmière et le manipulateur en électroradiologie qui assistent le médecin au cours de l'acte et assurent la surveillance et le suivi du patient

I.1.2 Déroulement de la procédure :

I.1.2.1 Vérification de l'indication et des contres indications : [1]

- Confirmer une indication licite de la coronarographie : interrogatoire du patient et analyse du dossier
- Rechercher les contre-indications :

Les situations suivantes sont habituellement admises comme des contre-indications temporaires de la coronarographie programmée :

-Insuffisance rénale évolutive ;

-Saignement gastro-intestinal évolutif ;

-Trouble de l'hémostase en particulier iatrogène ;

-Sepsis intercurrent ;

-HTA sévère non contrôlée ;

-Trouble hydroélectrolytique sévère ;

-Anémie sévère ;

-Hypotension artérielle systolique et/ou Bradycardie sévère majorant le risque de malaise vagal ;

-Œdème pulmonaire récent ;

-Affection neurologique responsable d'un état d'agitation ou de tremblement de grande amplitude ;

-Refus par le patient de l'acte thérapeutique qui peut être proposé au décours ;

-Myélome évolutif avec risque d'insuffisance rénale aiguë ;

La seule véritable contre-indication définitive est exceptionnelle : c'est l'absence de voie d'abord artérielle

I.1.2.2 Information et consentement éclairé du patient : [64]

- L'information est faite par les médecins prescripteurs et opérateurs et relayée par l'infirmière.
- Un support écrit est remis au patient (informations nécessaires sur les examens cardiologiques invasifs et leurs déroulement) (Annexe) .
- Une feuille de consentement et d'information au soin est signée par le patient (Annexe).

I.1.2.3 Préparation du patient :

- Préparation du dossier : dossier médical complet (++antécédents cardiaques et/ou vasculaires), dossier patient avec étiquettes, feuille de surveillance et fiche de liaison remplie. Joindre dernier CD de coronarographie réalisée si au-delà de 1 an.
- Un bilan biologique récent est nécessaire, comprenant une hémostase (TP, INR, TCA), un ionogramme avec créatininémie, des enzymes cardiaques, une numération de la formule sanguine, un groupe sanguin, le dosage β -HCG chez les patientes en âge de procréer 2sem précédant l'examen.
- Patient à jeun les 6 heures précédant l'examen (depuis minuit pour les patients programmés le matin ; après le petit déjeuner pour les patients programmés l'après-midi) sauf traitement en cours.

- Arrêt depuis 24h des inhibiteurs de l'enzyme de conversion (IEC), diurétiques et les antagonistes du récepteur de l'angiotensine II (ARAI) pour tous les patients.
- Vérifier la prescription d'une double anti-agrégation plaquettaire par Acide acétylsalicylique associé à Clopidogrel Prasugrel ou Ticagrelor.
- Chez un porteur de prothèse valvulaire mécanique, les antivitamines K doivent être interrompues depuis 48h avec un relais par héparine de bas poids moléculaire à dose efficace ; l'injection précédant l'examen n'est pas réalisée, l'INR est vérifié avant la coronarographie et un chiffre supérieur à 2,5 contre indique temporairement l'examen, au moins par voie fémorale.
- Chez le diabétique sous ADO, le traitement par metformine sera interrompu au moins 48h avant l'examen, et ne devra être réinstauré que 48 heures plus tard.
- Chez le diabétique sous insuline, le jeûne imposé par l'examen nécessite de perfuser le patient avec un glucosé SG 10% en maintenant la dose d'insuline habituelle, sous couvert d'une surveillance de la glycémie capillaire.

➤ **Préparation locale**

- Proposer au patient d'uriner avant le transfert
- Chemise ouverte
- Rasage à la tondeuse : bi-inguinal et membre supérieur droit
- Oter les bijoux, appareils dentaires et vernis à ongles. Garder appareils auditifs et lunettes.
- Douche ou toilette bétadinée.
- Désinfecter avec la solution de Chlorhexidine /Alcool éthylique.
- Le choix de la voie radiale va nécessiter de vérifier la qualité de suppléance de l'arcade palmaire par l'artère cubitale grâce au test d'Allen.

Tandis que l'on exerce une compression simultanée des artères radiale et cubitale, on demande au patient d'effectuer une série de fermeture et d'ouverture du poing jusqu'à l'apparition d'une franche décoloration de la main. La compression radiale est maintenue tandis que l'artère cubitale est libérée : une recoloration rapide en moins de 10 secondes est en faveur d'une artère cubitale assurant un débit suffisant qui autorise la ponction radiale [65] (Figure 18). Un test alternatif est la vérification du flux sanguin au niveau du pouce par oxymétrie colorimétrique après compression de l'artère radiale, une courbe qui s'amortit et se retrouve plate au bout de 2 minutes de compression radiale lors du test contre indique l'abord par voie radiale [66] (Figure 19).



Figure 18 : Test d'Allen [67]

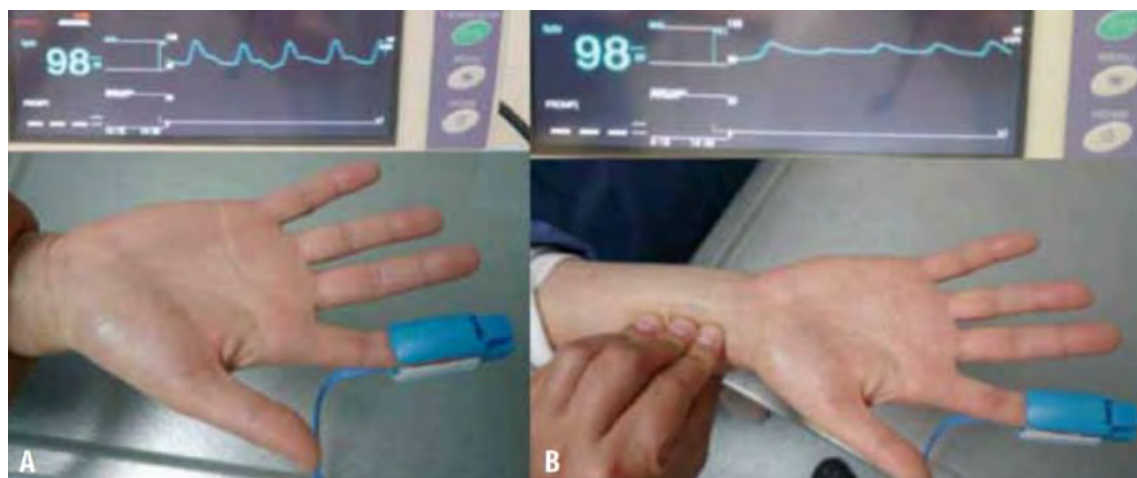


Figure 19 : Test à l'oxymétrie colorimétrique [68]

Les tests d'évaluation de perméabilité de l'arcade palmaire sont faits par le médecin pratiquant l'acte ou par une infirmière sous sa responsabilité, et le résultat doit être mentionner sur le dossier du malade.

- La pose d'une voie veineuse périphérique se fera de préférence à gauche (NACL 0.9%) si l'abord est fémoral, avec un robinet à 3 voies au plus près du cathlon, une rampe à 4 voies, un dosiflow et un prolongateur.
 - En cas d'abord radial droit, la pose de la voie veineuse se fera à gauche au minimum 10 cm au-dessus de l'abord prévu.
 - Si le patient a un antécédent de pontage coronarien par artère thoracique interne gauche, la voie d'abord privilégiée sera l'artère radiale gauche. Demander au prescripteur ou à l'opérateur le côté de l'abord veineux périphérique.
- **Prémédication** : Hydroxyzine (Atarax®) par voie orale au minimum 1 heure avant l'examen. 25 mgr si <70 kg 50 mgr si >70 kg [69].
- **Hydratation parentérale** :
 - Si FEVG > 45% et en l'absence d'insuffisance cardiaque mettre du NACL 0.9% à 1 ml/kg/h débuté au plus tôt 12 heures avant l'examen et poursuivi 12 heures après selon les indications de l'opérateur.
 - Si FEVG < 45% ou non renseignée, valvulopathie chirurgicale ou si insuffisance cardiaque mettre du NACL 0.9% à 0.5 ml/kg/h débuté au plus tôt 12 heures avant l'examen et poursuivi 12 heures après selon les indications de l'opérateur.

I.1.2.4 Transfert en salle de cathétérisme

- Le transfert du patient vers le bloc de cardiologie interventionnelle est effectué par un brancardier +/- accompagné d'une infirmière avec surveillance rythmique sur prescription médicale.

- Installation du patient sur la table d'examen est une étape importante qui permettra le bon déroulement de l'examen, aussi bien pour le patient que pour l'opérateur. Il faut que l'opérateur travaille dans de bonnes conditions (ponction artérielle, accès au pupitre de commande de la table pour la réalisation des incidences...).

Le patient est installé sur la table d'examen de telle façon qu'il soit le plus "confortable" possible, allongé sur un matelas à mémoire de forme, des repose-bras soulageant les membres supérieurs qui restent le long du corps durant tout l'examen ; bien évidemment il restera au chaud et couvert jusqu'au dernier moment précédent le badigeonnage et le champage.

- La surveillance continue du patient durant l'examen se fera par le biais de la baie d'hémodynamique qui affichera en salle :
 - Un monitoring ECG avec l'enregistrement d'au moins deux dérivations ;
 - Une saturométrie pulsée (SpO₂) à l'aide d'un oxymètre de pouls placé au bout d'un doigt ;
 - Une tension artérielle automatique à l'aide d'un brassard, prise toutes les cinq minutes.

Cette baie doit être préparée à l'avance, avant l'examen coronarographique. Elle va assurer pendant l'examen une prise des pressions artérielles :

- Soit aortique (raccordement de la tête de pression avec le désilet artériel) ;
- Soit en bout de cathéter (diagnostic de spasme ou de sténose coronaire) ;
- Soit en intra-cavitaire (pression dans le ventricule gauche).

- Matériels de réanimation : Chariot d'urgence comporte les éléments suivant :
 - Un défibrillateur et un stimulateur externe ;
 - Le matériel d'intubation et de ventilation ;

- Les médicaments de réanimation cardiaque (adrénaline, atropine) ;
- Des solutés de remplissage (SSI, Ringer Lactate, Colloïdes).
- La Table stérile :

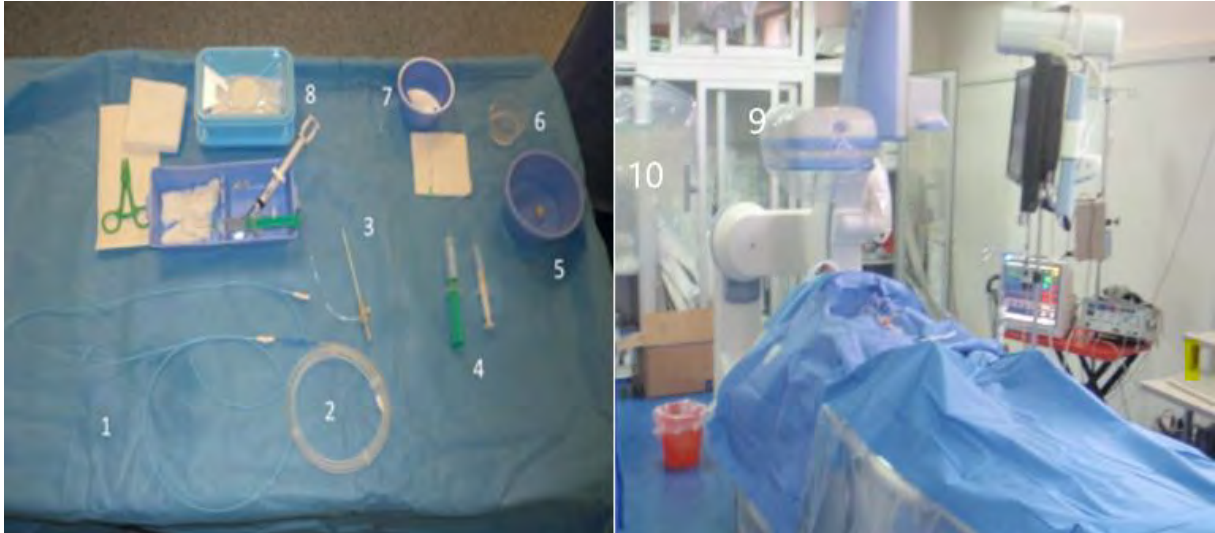


Figure 20 : Table stérile et matériel nécessaire pour la procédure de coronarographie (Cardiologie HALD)

Elle comprend des housses de protection stériles pour le capteur plan (9) (Figure20) et l'écran plombé accroché à une suspension plafonnrière (10) (Figure20), un champ stérile qui servira à recouvrir le patient, des sets absorbants, des compresses. (Figure20)

Puis le matériel spécifique à l'examen :

- Les sondes de coronarographies +/- la Pigtail pour la ventriculographie (1) (Figure20) ;
- Le guide métallique 0,035" (2) (Figure20) ;
- Le désilet artériel recommandé par le médecin (3) (Figure20) ;
- Une seringue préparée pour l'injection des dérivés nitrés (4) (Figure20) ;
- Une cupule remplie de sérum hépariné (5) (Figure20) ;
- Une cupule pour l'anesthésie locale (6) (Figure20) ;

- Une cupule remplie de produit de contraste (7) (Figure20) ;
- Un conteneur hermétique dans lequel seront purgés les seringues et cathéters souillés (8) (Figure20) ;
- Une tubulure qui reliera le désilet artériel ou le cathéter à une poche de pression (solution isotonique pour perfusion - NaCl 0,9 %) elle-même reliée à une tête de pression.

Cette préparation doit être rigoureuse et doit respecter toutes les règles d'hygiène et d'asepsie. Les cathéters sont parfaitement rincés avec le sérum hépariné pour éviter tout envoi d'embols gazeux et la formation de thrombus.

- L'opérateur : Habillé stérilement et porte une casaque, des gants, une bavette et un chapeau.

I.1.2.5. Procédure Proprement dite :

a) Les voies d'abord :

-L'anesthésie locale, après le choix du site de ponction, se fera en intradermique ou en sous-cutané. Le volume injecté dépend de la surface à anesthésier en général 2ml, l'augmentation de la dose est possible mais toujours en respectant les doses maximales autorisées qui est de 400mg pour la lidocaïne (Xylocaïne®) et de 150 mg pour la bupivacaïne (Marcaïne®) cette dernière sera utilisée en cas d'allergie à la lidocaïne.

-La ponction : selon la méthode de SELDINGER, pour éviter ou diminuer les complications liées à ce geste, cette ponction devra être antérieure, non-transfixiante, angulée entre 30 et 45° pour l'artère fémorale commune, entre 30 et 60° pour l'artère radiale.

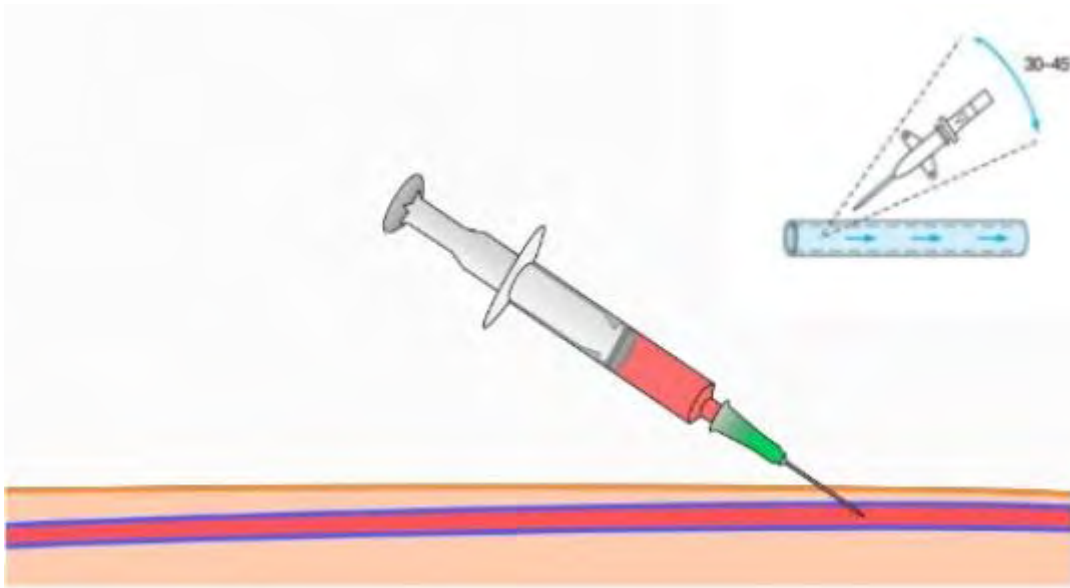
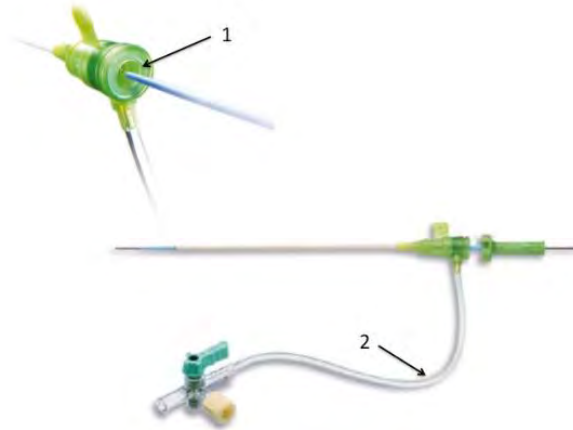


Figure 21 : Ponction académique selon Seldinger [70]

-Site de ponction :

- au niveau radiale : à 1cm la styloïde cubitale, plus proximal en cas de tortuosité injecter in situ, dès la mise en place de l'introducteur un cocktail associant héparine (25 mg pour un 4F, 50mg pour un 6F)[71] et vasodilatateur : tel que le vérapamil (2,5 à 5 mg)[72][73] , la nitroglycérine (100 à 200 µg) [74], ou les deux ,Corvasal * 1mg, Isoptine * 2.5 mg [75].
- au niveau fémorale : au pli de l'aîne 2 à 3 cm au-dessous de l'arcade crurale après ponction avec l'aiguille s'assurer d'un bon reflux de sang avant d'engager le guide en J faire progresser le guide , en cas de butée faire sous scopie.



1 : Valve étanche au reflux sanguin et à travers laquelle le cardiologue pourra passer les cathéters , 2 : Bretelle de sortie que l'on raccorde à la tête de pression pour avoir une tension sanglante.

Figure 22: Composantes du désilet [76]

b) Mise en place du désilet

-La ponction de l'artère se termine par la mise en place d'un désilet (système élaboré par Désilet et Hoffman). La taille du désilet couramment utilisé est du 6F (1F = 0,33mm).

c) Montée sonde avec guide :

-La montée de la sonde coronaire (doit être de taille inférieure que le désilet inséré dans l'artère) se fait sous radioscopie avec prudence, sans résistance.

-Le guide métallique 0,035" à l'intérieur de la sonde servant de tuteur pour rendre le cathétérisme le plus atraumatique possible.

-Le couple guide-cathéter s'arrête au niveau de la valve aortique, au dessus du cusp.

-Le guide est alors retiré, l'opérateur place l'extrémité du cathéter sélectivement dans l'ostium du tronc commun pour l'exploration de la coronaire gauche ou dans celui de la coronaire droite pour l'exploration de celle-ci .

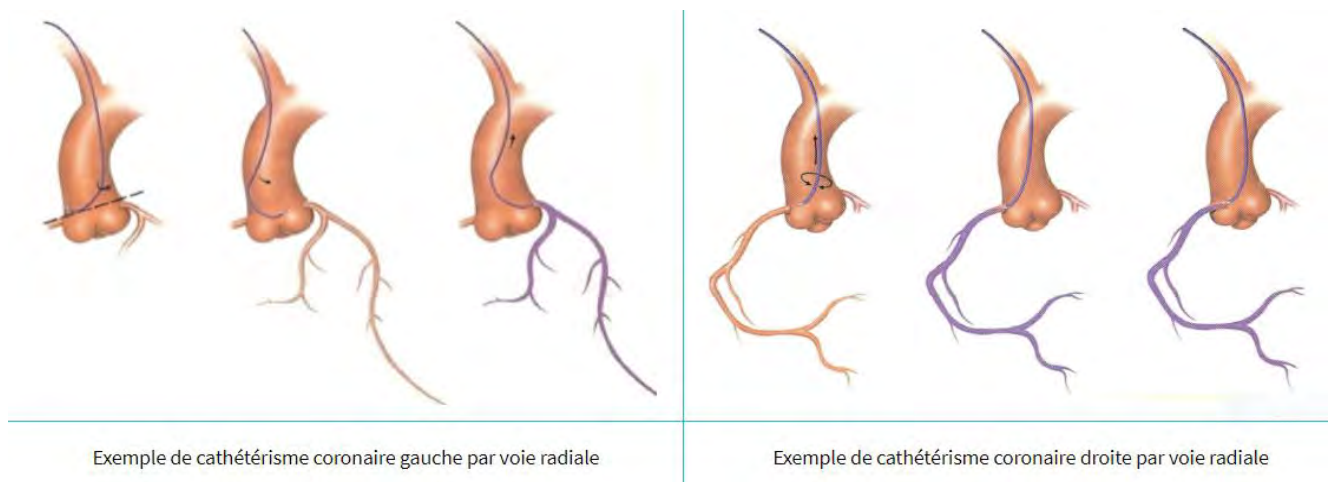


Figure 23: Cathétérisme coronaire gauche et droit par voie radiale [77]

La première sonde peut être gauche ou droite selon la procédure, standardisé en gauche d'abord

Le Guide pour faire monter la sonde est le guide métallique 0,035mm, mais un guide hydrophile (Terumo) peut être utilisé pour sa flexibilité.

La sonde sera choisie par l'opérateur en fonction de la taille du patient (la courbure), la qualité du pouls radial et la qualité de l'image coronarographique (diamètre).

Les incidences pour la recherche des ostia coronaire sont :

- OAD 20, face strict, spider pour la coronaire gauche ;
- OAG 30, profil strict pour la coronaire droite.

d) Montée du système de pression :

- L'opérateur raccorde le cathéter avec le système de pression.
- la pression artérielle coronaire et l'existence d'un reflux sanguin sont vérifiées pour éliminer une sténose ostiale avant toute injection.

-si la courbe de pression enregistrées est amortie le cathéter doit être retiré et repositionné pour l'injection test.

e) Opacification des artères :

-L'opérateur raccorde le cathéter soit à une seringue de contraste pour une injection manuelle soit à un injecteur automatique.

-Si la pression est normale et si le reflux de sang est obtenu, on peut alors faire un test avec 1 ou 2ml.

-Choix du produit de contraste et dose injectée : En premier choix on utilise le produit de contraste iodé (TELEBRIX) en se basant sur la formule (5x Poids / Créatininémie (mg/dl)). La faible dose est inférieure à 70 ml jusqu'à 125ml et la dose maximale est de 300ml /examen/malade. En cas de contre-indication aux PDC iodé ; IRC ou IR initiale avec débit de filtration glomérulaire (DFG) <60ml/min/1,73m ou allergie aux PDC on utilisera le Gadolinium (OMNISCAN) à 0,4mmol/kg avec une dose maximale de 40-70ml/examen/malade. Un patch de défibrillateur doit être placé avant la procédure en cas d'utilisation de Gadolinium.

-L'opacification des artères peut se faire soit par injecteur automatique comme le montre le tableau IX, soit par injection manuelle avec un débit de 10ml de produit de contraste en moins de 3 secondes, ce débit est nécessaire à l'opacification complète des branches épicaudique jusqu'aux ramifications sous-endocardiques.

-À chaque injection, il est demandé au patient d'être en inspiration bloquée.

Tableau IX : Règles d'administration des produits de contraste en angiocardioraphie [78]

Type d'angiographie	Dose (ml)	Débit d'injection (ml/s)
Artère coronaire droite	3-6	2-3
Artère coronaire gauche	4-7	2-3
Greffon libre	4-7	2-3
Mammaire interne pédiculée	10-15	2-5
Ventricule gauche	35-45	10-15
Aorte	30-60	15-30
Ventricule droit	30-45	10-15
Artère pulmonaire	30-60	15-30

f) Incidences standard : à standardiser [1]

En général, entre 5 et 8 incidences pour la coronaire gauche et entre 3 et 4 pour la coronaire droite suffisent à explorer les 2 réseaux et établir un diagnostic.

Les premières secondes sont filmées sans injection afin de voir d'éventuelles calcifications coronaires

Réseau gauche :

Face 0° Caudale 20° à 30°

OAG 40° à 60° Caudale 10° à 30° = Spider

OAD 10° à 20° Caudale 15° à 20°

OAD 0° à 10° Crâniale 25° à 40°

OAG 15° à 30° Crâniale 30° à 60°

Réseau droit :

OAG 30° (Ostium et Droite proximale)

Face Crâniale 30° (Droite distale, Bifurcation et IVP)

OAD 30° (segment moyen de la CD et IVP)

Cas particuliers des pontages : [1]

→ Incidences pour greffon saphène vers les branches marginales ou diagonales ou la coronaire droite :

OAG 45° montre l'anastomose proximale et le corps du greffon

OAD 30° pour l'anastomose proximale et termino-latérale

OAG 30° avec crâniale 20° pour l'anastomose saphène interne sur l'IVP

→ Incidences pour greffon veineux vers l'IVA :

OAG 45° pour le corps du greffon

OAD pour l'anastomose proximale

Le transverse gauche est nécessaire pour bien étudier l'anastomose distale sur l'IVA

→ Incidences pour une mammaire interne :

Pour une mammaire interne gauche-IVA :

Un plan de face en champ large pour le départ du pédicule mammaire gauche et l'ensemble du trajet intra thoracique

Un plan transverse gauche ou OAD pour l'anastomose termino-latérale

Pour une mammaire interne droite-coronaire droite :

Un plan de face en champ large pour le départ du pédicule mammaire droit et l'ensemble du trajet intra thoracique

Un plan OAG 20° avec craniale 45° pour l'anastomose de la coronaire droite

Cas particulier de l'artère bissectrice : l'incidence "Spider" permettra de décrire cette artère en une position marginale ou diagonale selon le territoire qu'elle va irriguer

g) Procédure d'ablation du matériel

-Retrait de la sonde progressivement sans brutalité

-Ablation du désilet et de fermeture du point de ponction :

L'ablation du désilet se fera sur la table de coronarographie ou en salle de surveillance post-interventionnelle par compression manuelle ou par fermeture mécanique percutanée si la taille du désilet est $\geq 5F$ et si le patient est catalogué à haut risque hémorragique (patient fortement anti-coagulé, thrombolysé ou sous anti GPIIbIIIa).

Rappelons que le geste de la compression manuelle ou de la fermeture percutanée reste un acte médical.

h) Fermeture de point de ponction [79]

➤ Techniques de Fermeture percutanée et compression mécanique :

Pour l'approche fémorale : il peut s'agir de colles biologiques (Angio-Seal) , de plug en acide polyglycolique (ExoSeal) , de disques bioresorbable (FemoSeal) ,de systèmes de suture vraie (Perclose) , de bagues en nitinol (StarClose) ou de compression mécanique (Femostop)

- **FemoStop®**

- Asepsie rigoureuse lors de la pose et du retrait du FemoStop®

- S'assurer que le FemoStop® reste bien en place, c'est à dire avec l'arche parallèle aux hanches du patient

- Le point de ponction cutané doit être visible pendant toute la procédure de diminution des pressions afin de vérifier l'hémostase

- Garder le membre dans l'axe pour éviter toute tension au niveau du point de ponction

- Ne pas fermer la valve, toujours laisser le manomètre en place

- Gonfler le dôme doucement en surveillant la pression sur le manomètre

- Toujours réduire doucement la pression dans le dôme à l'aide du manomètre

- Le retour du patient dans l'unité s'effectue lorsque la pression dans le dôme est 20 mm Hg au-dessous de la TA diastolique. S'assurer de la présence du pouls pédieux

- En cas de saignement, regonfler le dôme jusqu'à l'obtention de l'hémostase (pression dans le dôme de 20 mm Hg au-dessus de la pression artérielle systolique) et recommencer la procédure

- Ne jamais retirer le FémoStop® alors qu'il persiste une pression au niveau du dôme

- Garder le patient au lit durant 8 h après le retrait du FémopStop®
- Le patient peut boire mais ne pas lui donner de repas complet avant l'ablation du FémopStop®

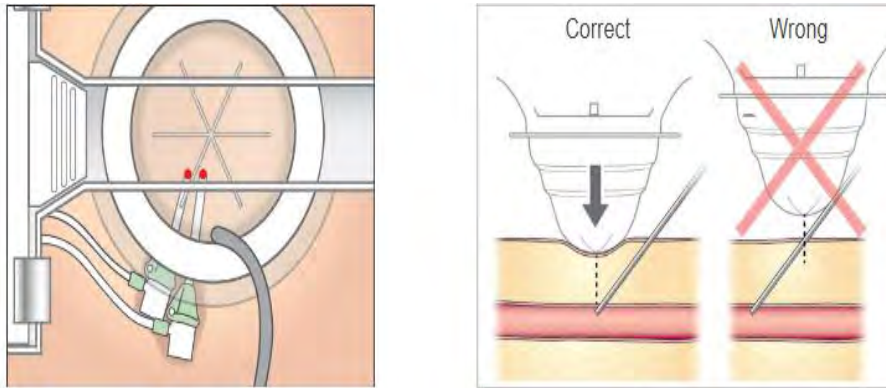


Figure 24 : Emplacement correcte du dôme sur le point de ponction [80]

- **PERCLOUSE (ABBOTT VASCULAR)**

Ce système de fermeture consiste à faire une suture sur la paroi de l'artère à l'aide de fils mono filaments non résorbables.

-Introduction de la gaine hydrophile sur le guide 0,035" jusqu'à obtenir un reflux sanguin pour s'assurer du bon positionnement du matériel. Puis lever la poignée pour déployer le pied et bloquer le flux artériel (Figure)

- Percuter le piston de l'aiguille afin d'amorcer les fils (Figure)

- Ramener le piston en arrière pour faire apparaître les fils et les sectionner à l'aide du système QuickCut (Figure)

-Descendre la poignée pour rétracter les pieds et permettre le retrait du Perclose (Figure)

-Pousser le noeud pour bien le serrer en mettant le pousse-noeud sur le fil et couper le fil au ras pour assurer une bonne hémostase

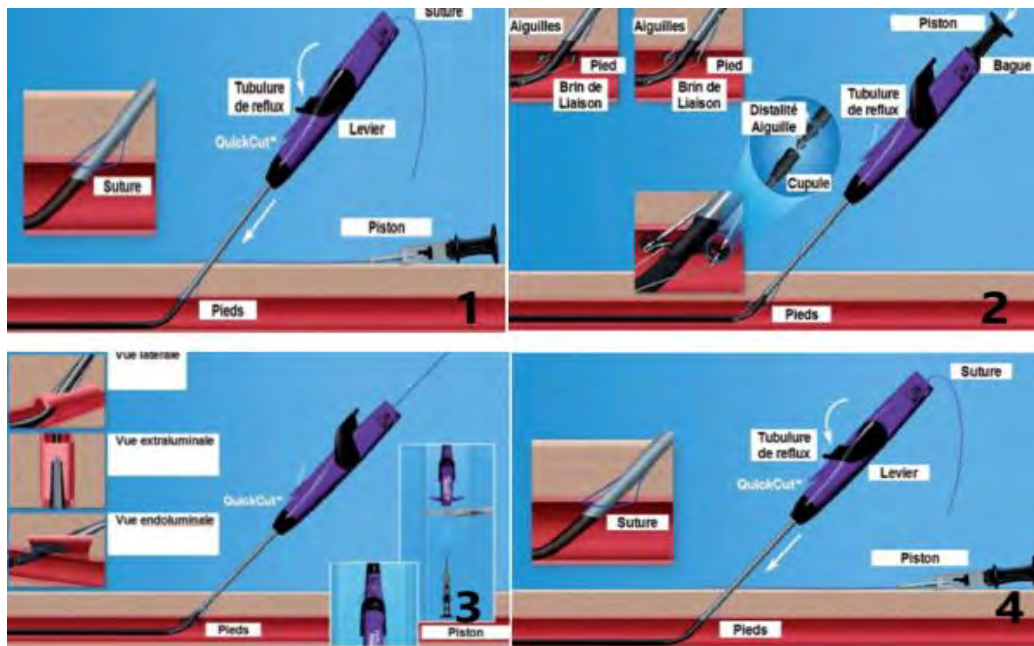


Figure 25 : Techniques d'utilisation du Perclose [56]

-Compression possible après Perclose pour compléter l'hémostase, voire mise en place d'un pansement compressif

Le système de fermeture Parclose est contre indiquer chez les patients artéritiques ou poly vasculaires en raison de probables calcifications des artères fémorales communes qui peuvent empêcher le passage des aiguilles

Après échec de mise en place d'un Perclose, il est possible de remettre un guide 0,035" dans la lumière artérielle pour se donner une 2ème chance de fermer l'artère

La procédure des autres système de fermeture Angio-Seal ,ExoSeal , FemoSeal et le StarClose sont détaillés dans Annexe

Pour l'approche radiale , on dispose de trois systèmes de pression mécanique : RadiStop ,TR Band et le Tracelet .

- **RadiStop ® (St. Jude Medical, St. Paul, États-Unis) - TR Band ® (Terumo Medical, Tokyo, Japon)**



Figure 26 : Dispositif de compression mécanique radial (à gauche le RadiStop [81] à droite le TR Band [82])

Que ça soit le Radistop ou le TR Band les étapes de mise en place du dispositif sont les même

- Utiliser le système de compression dès la fin de la procédure ;
- Le mettre au niveau du site de ponction, en positionnant le marqueur au-dessus de la ponction de la peau (A) (figure26) ;
- Gonfler le ballonnet du TR BandTM avec 15 cc d'air juste avant le retrait du désilet(A) (figure 26) ;
- Retirer le désilet (B)(figure26) ;
- Dégonfler le ballonnet 1cc par 1cc jusqu'à apparition du saignement puis regonfler avec 1cc d'air (C)(figure26), la quantité d'air injecté ne doit pas être inférieure à 10cc.
- Laisser (TR BandTM) et le membre du patient est maintenu au repos pendant 1 heure

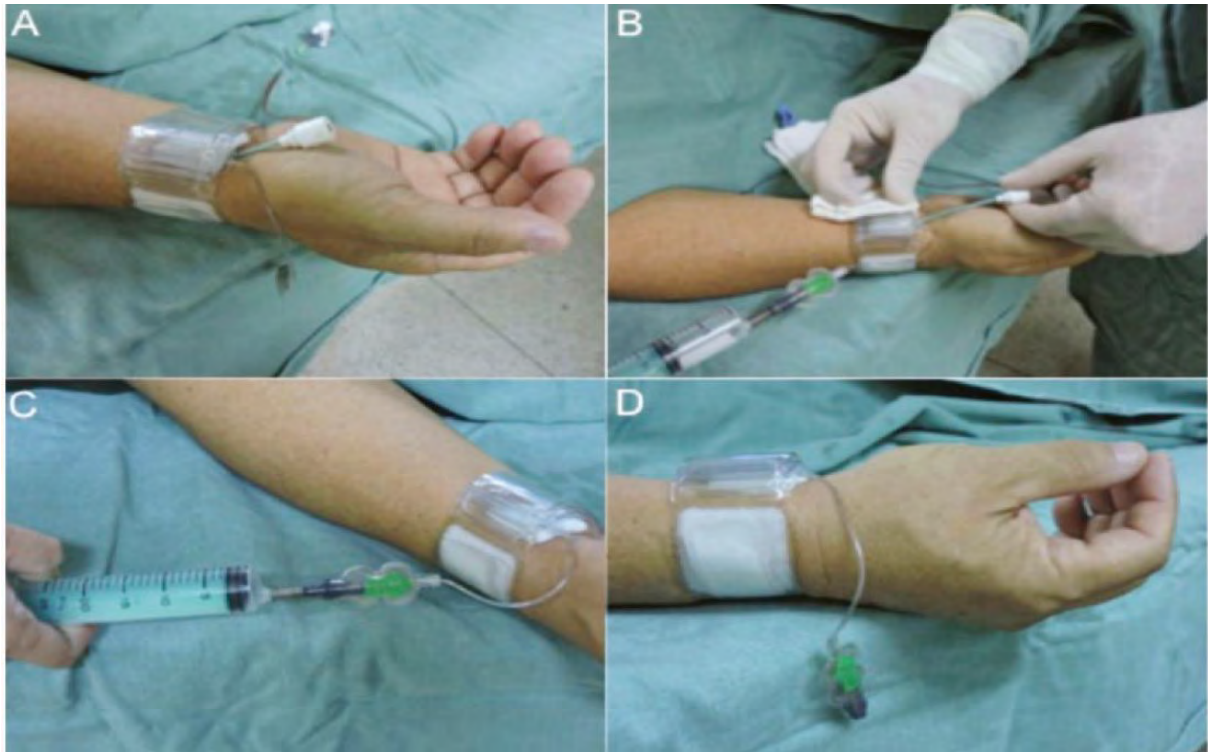


Figure 27: différentes étapes de mise en place d'un TR Band™ [76]

- **TRAcelet™**

Le système de compression mécanique TRAcelet™ commercialisé par la société Medtronic est composée de deux parties :

- un double ballonnet en superposition l'un sur l'autre, qui sera inflaté avec une seringue fournie dans le kit, à l'instar du système TR-Band® (Terumo) ;
- un système de compression à cadran qui permet d'ajuster la pression sans avoir besoin de faire usage d'une seringue. La décompression est réalisée en déverrouillant le cadran dans le sens inverse des aiguilles d'une montre



a) Double ballonnet en superposition l'un sur l'autre ; b) système de compression à cadran.

Figure 28: Système de fermeture radiale TRAcelet™ [83]

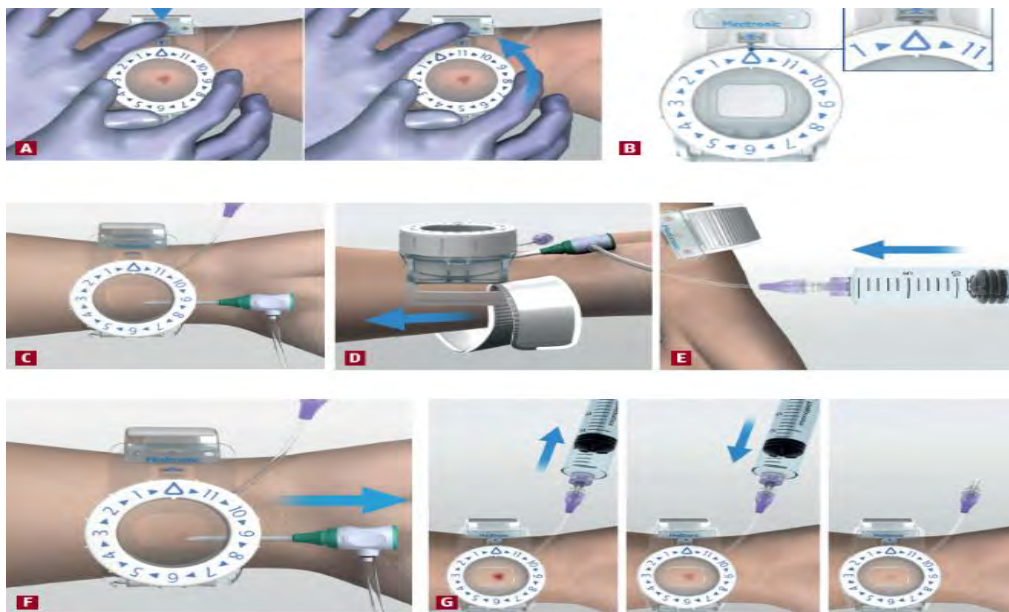


Figure 29: Les 6 étapes de mise en place du TRAcelet [83]

Les 6 étapes de la mise en place :

1. Assurez-vous que le triangle du cadran est aligné avec celui du système de verrouillage (b) (figure 29, b).
2. Retirez l'embase de l'introducteur de 2 à 3 cm puis alignez le point central du cadran juste au-dessus du site d'artériotomie. Positionnez la bande de fermeture

de sorte que le logo Medtronic soit dans le prolongement de l'auriculaire du patient (c) (figure 29).

3. Passez la sangle en Velcro® dans le crochet (d) (figure 29) afin que le bracelet soit adapté au poignet du patient.

4. Connectez la seringue et gonflez le ballonnet de compression entre 13 et 18 ml d'air (e) (figure 29).

5. Retirez l'introducteur et vérifiez l'hémostase (f) (figure 29).

6. À l'aide de la seringue fournie, retirez soigneusement l'air du ballonnet de compression jusqu'à ce que le site d'accès commence à saigner. Réinjectez graduellement de l'air dans le ballonnet de compression jusqu'à l'arrêt du saignement (g) (figure 29).

À l'issue de ces 6 étapes, après avoir vérifié la présence d'un pouls radial, la seringue peut être jetée, l'ablation du bracelet sera uniquement réalisée avec la molette de décantage.

➤ **Compression manuelle : [84]**

-Après retrait du matériel. Aussitôt que l'extrémité du cathéter est au niveau de la peau, l'orifice est massé avec fermeté pour désunir les tissus et « briser » le chenal

-Appuyer fortement sur le point de ponction avec les doigts ou la paume de la main, en interposant une épaisseur de compresses stérile recouvrant complètement le point de ponction -La substitution de la compression manuelle par le pansement compressif (tampon, boule de compresses stériles) ; après 10 à 15min une compression plus prolongée peut être nécessaire en cas de troubles de l'hémostase (pathologique ou induit) et lors du cathétérisme de l'artère fémorale

-Le lien large (bande élastique ou non) doit recouvrir complètement le pansement

- Le lien doit être suffisamment serré pour garder une pression suffisante sur le point de ponction
- Un pansement compressif est maintenu quelques heures.

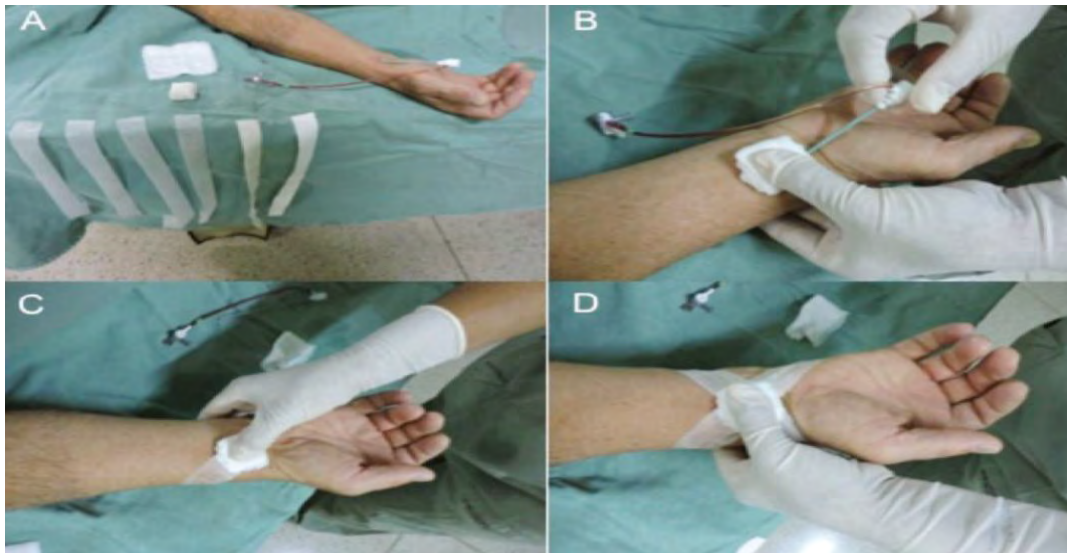


Figure 30 : exemple d'une compression manuelle au niveau radial [84]

I.1.2.6. Surveillance et suivi

➤ La phase hospitalière

- Le retour du patient vers le service est effectué par le brancardier ou l'aide-soignant accompagné d'une infirmière avec surveillance rythmique sur prescription médicale.
- Installation du patient dans son lit par l'aide-soignant ou le brancardier.
- L'Infirmière diplômée d'état du service prend connaissance de la fiche de liaison et du dossier clinique.
- Assurer un monitoring de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque : toute baisse brutale de tension doit faire discuter une occlusion coronaire ou une tamponnade par perforation coronaire.
- Surveillance selon site de ponction et type d'hémostase :
 - Ponction fémorale 4F/5F/6F : Pansement compressif et jambe immobilisée de 5 à 6 heures, selon la taille du désilet, puis lever assisté après

avis médical. En cas d'utilisation de Femostop : ne pas plier la jambe avant 6h, surveillance selon protocole Femostop , la lever se fera après période de lit strict selon protocole , l'alimentation : Boisson oui Repas après retrait Femostop (le dôme est jetable ,l'arche est à ramener en salle de cathétérisme cardiaque)

- Ponction radiale 5F/ 6F : compression pendant 2 à 3 heures en desserrant temporairement le garrot toutes les 20 minutes, si bracelet de compression radiale maintenir la pression identique pendant 3 heures puis diminuer de 2cc/20 min après 3 heures.

L'ablation du bracelet se fera 3 heures après la pose, après un desserrage de deux crans au bout d'une heure.

- Ponction humérale 5F : pansement compressif pendant 5 à 6 heures, bras en extension avec gouttière.

- Surveillance de la fermeture percutanée (PERCLOSE®) de l'agrafe (STARCLOSE°) et de l'ANGIO-SEAL : pas de pansement compressif systématique (prescription médicale). Ne pas plier la jambe avant 2h, boisson et alimentation dès le retour au service, lever après une période de lit strict sauf contre-indication

Les suivis : à la troisième heure au moment de l'ablation du système, à la sortie hospitalière pour les ambulants à H24 pour les patients hospitalisés et, enfin, un suivi téléphonique 1 mois après

- Surveiller le membre : couleur, chaleur, pouls, douleur, hématome. Guetter les signes de complications citer dans le Tableau
- Le patient est informé qu'il doit appeler immédiatement l'infirmière : Si il y a apparition d'une hémorragie, si il remarque des troubles de la sensibilité sur le membre ponctionné et si il y a formation d'une induration (hématome) au niveau du membre.
- Inciter le patient à boire (minimum 1 L).

- ECG systématique après la sortie du bloc.
- Le lendemain : Troponinémie / Créatininémie / ECG . Patient informé du résultat lors de la visite du médecin.
- Si Anti-GP2b3a (Reopro®): poursuivre pendant 12h après l'angioplastie et adapter la dose d'anticoagulants en conséquence

Tableau X : Principales complications et leurs manifestations cliniques [85]

Complications	Signes cliniques	Diagnostic	Complications secondaires
Hématomes au point de ponction	-Œdème, ecchymoses -Tuméfaction, induration, douleur	-Echographie doppler -scanner	-Anémie -Neuropathie
Hémorragie rétro péritonéale	-Hypotension, tachycardie -Douleur (Abdomen, flanc, dos, hanche) -Anémie	-Scanner -Artériographie	-Anémie -Neuropathie -Syndrome de compartiment abdominal
Pseudoanévrisme	-Hématome -Œdème -Douleur -Masse pulsatile -Souffle systolique	-Echographie doppler	-Anémie -Neuropathie -Rupture -Nécrose cutanée
Fistule artério-veineuse	-Oedème du membre -Thrill -Souffle systolo-diastolique	-Echographie doppler	-Insuffisance cardiaque -insuffisance artérielle des membres inférieurs -Dégénérescence anévrysmale de l'artère
Occlusion artérielle	-Douleur -Paleur , froideur -Paresthésie, parésie/parralyse -Absence de pouls	-Echographie-doppler -scanner	-insuffisance artérielle des membres inférieurs -Amputation
Infection	-Signes inflammatoires locaux -Abcès -Sepsis	-Clinique -Bilan Sanguin	-Choc septique -Décès

I.2 Fraction du flux de réserve (FFR)

La technique de mesure de la FFR s'effectue au cours de la coronarographie diagnostique devant une lésion intermédiaire (sténose entre 50% et 70%).

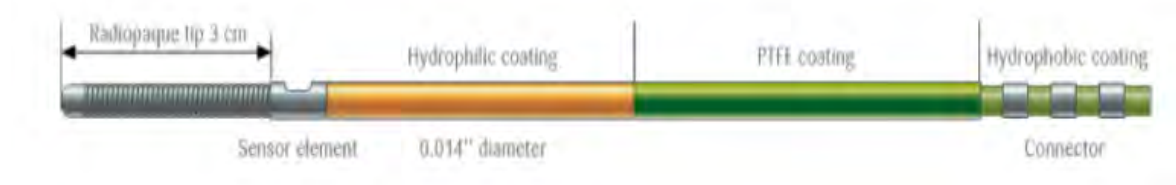


Figure 31 : Le capteur de pression [86]

La réussite de cet examen dépendra du respect chronologique des différentes étapes durant lesquelles le paramédical présent en salle de cathétérisme aura un rôle essentiel [87]. En pratique, pour mesurer la FFR, il faut un cathéter, un capteur de pression sur guide, un médicament capable d'induire une hyperémie maximale (vasodilatateur) et un système de mesure. L'utilisation de cathéters d'intervention est préférable à celle de cathéters diagnostiques, pour pouvoir effectuer si besoin une angioplastie sans friction du fil de pression.

La procédure proprement dite va se faire selon les étapes suivantes :

- Synchronisation de l'appareil de FFR avec la baie d'hémodynamique de la salle ;
- Connexion du guide de pression avec la console de FFR ;
- Etalonnage du guide de pression positionné sur la table d'examen ;
- Mise en place du guide en amont de la lésion (on veillera à ce que la fin de la partie opaque du guide soit positionnée en sortie de cathéter-guide, en zone saine, pour l'égalisation des courbes) ;
- Egalisation des courbes de pression pour obtenir une FFR égale à 1 ;

- Injection intracoronaire en bolus de 12 à 15cc d'adénosine pour les coronaires du réseau gauche, 8 à 10cc pour la coronaire droite (selon protocole) ;
- Enregistrement des pressions en continu jusqu'à la fin de l'action hyperémique du vasodilatateur (en concret cela correspond à la remontée de la valeur FFR au minimum deux mesures sont nécessaires pour s'assurer de la bonne concordance des résultats ;
- affichage des résultats obtenus puis transfert vers la base de données après validation

En cas de FFR positive, l'angioplastie peut se faire ad hoc, le guide de pression devenant le guide d'angioplastie.

I.3. Le test au Méthergin®

Pour le réaliser dans les meilleures conditions, il est nécessaire d'anticiper l'éventualité de sa réalisation avant la coronarographie. L'indication sera posée avec soin en fonction de la clinique, du profil du patient et des examens complémentaires disponibles.

Afin d'éviter les faux négatifs, la suspension des traitements vasoactifs s'impose 48 heures avant la coronarographie.

I.3.1. Le choix de la voie d'abord

Le choix de la voie d'abord n'est pas anodin. La médication indispensable pour maîtriser la propension au spasme de l'artère radiale contraint à préférer la voie fémorale pour éviter les interférences avec le test.

I.3.2. Déroulement de la procédure : [88]

La coronarographie, premier temps du test au Méthergin®, est réalisée par voie fémorale de préférence en 4 F pour minorer le risque hémorragique. Si aucune sténose significative n'est décelée, le test sera réalisé.

Afin de sécuriser l'acte, il est essentiel de :

- Prépositionner une sonde au niveau du tronc commun jusqu'au contrôle angiographique ;
 - disposer sur table d'un dérivé nitré (ex : Risordan®) prêt à l'emploi, afin de lever rapidement un spasme coronaire
 - La provocation débute avec une injection intraveineuse lente* lente de 0,4 mg de méthylergométrine (2 ampoules de Méthergin®) suivie d'un temps d'attente (4 minutes) pendant lequel l'équipe restera à l'affût :
- d'une modification électrique à l'ECG ;
 - de la survenue d'une douleur thoracique ;
 - d'une modification de la pression invasive en bout de sonde ;
 - d'une variation de la tension artérielle et/ou de la saturation en oxygène.
- Deux minutes après l'injection du Méthergin®, une nouvelle coronarographie est réalisée avec deux incidences pour la coronaire gauche (OAD 30°/caudale 30° et face/crâniale 30°) et une incidence pour la coronaire droite (face/crâniale 30°).
 - Au premier spasme visualisé, 1 mg de Risordan® sera immédiatement administré en intrac coronaire, suivi d'un contrôle angiographique pour s'assurer du retour à la normale.

Une injection de Risordan® est systématique en fin d'exploration même en cas de négativité du test pour parer à un éventuel « effet retard ».

Au moindre signe d'ischémie apparaissant entre le moment T0 de l'injection et T0 + 2 minutes, le contrôle angiographique sera immédiat, avec injection de Risordan® si nécessaire.

I.4. Ventriculographie et Aortographie

La ventriculographie et l'aortographie sont réalisées à l'aide d'une sonde spécifique appelée "Pigtail" (en français "queue de cochon") qui à l'avantage d'être multi-perforée en bout de cathéter pour pouvoir opacifier le vaisseau et la cavité cardiaque dans son ensemble

➤ L'opacification ne peut se faire qu'à l'aide d'un injecteur qui sera paramétré de la façon suivante : [78]

- un volume de produit de contraste compris entre 30 et 40cc
- une pression autour des 900 PSI
- un débit de 12cc/s
- une montée en débit de 1,2s

➤ Déroulement de la procédure :

-la sonde Pigtail est amenée dans l'aorte ascendante et le franchissement de la valve aortique sera facilité par la manipulation du guide métallique 0,035".

-Le cathéter est ensuite raccordé à la tête de pression pour la prise de pression intra-cavitaire, notamment télédiastolique du ventricule gauche.

-On raccorde la sonde Pigtail à l'injecteur de produit de contraste[28]. L'opacification du ventricule se fait en plaçant la sonde à la pointe du ventricule gauche. L'exploration se fait en incidence OAD 30° ou OAG 30°. L'opacification de l'aorte ascendante se fait en plaçant la sonde Pigtail juste au-dessus de la racine de l'aorte et des valves sigmoïdes, habituellement réalisée en incidence OAD 20-30°.

-L'examen se termine par l'enregistrement de la courbe de pression au cours du retrait VG-AO afin de pouvoir calculer le gradient éventuel de pression systolique entre le ventricule gauche et l'aorte.

I.5.Tomographie de cohérence optique (OCT)

Les consoles d'OCT sont composées de deux écrans, l'un pour l'opérateur et l'autre pour le paramédical, d'un clavier et d'un moteur appelé « DOC pour le système St. Jude ou MDU pour celui de Terumo ». Récemment, la société St. Jude Médical a lancé une console « intégrée » au cathlab, permettant ainsi un accès plus rapide et facile à la technologie

Chacune des consoles possède un kit nécessaire à l'OCT comprenant : un cathéter optique ,une housse stérile pour le « DOC ou MDU » et une seringue de purge de 3 ml [89].

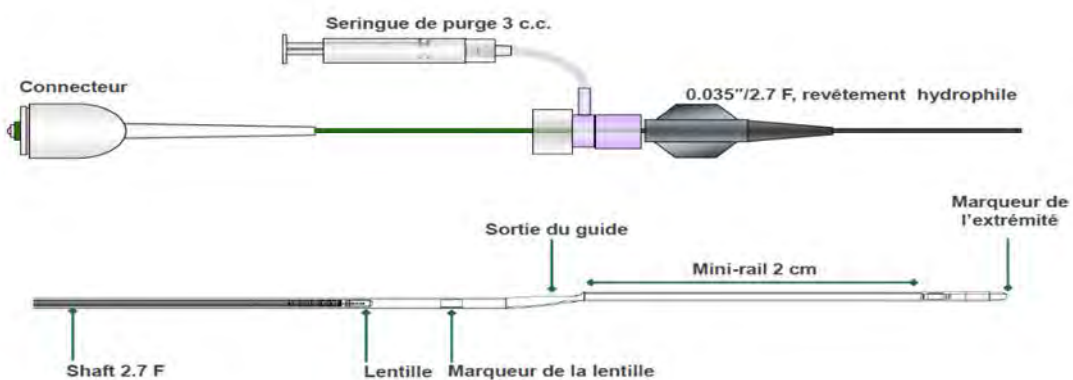


Figure 32 : Montage du cathéter d'OCT [89]

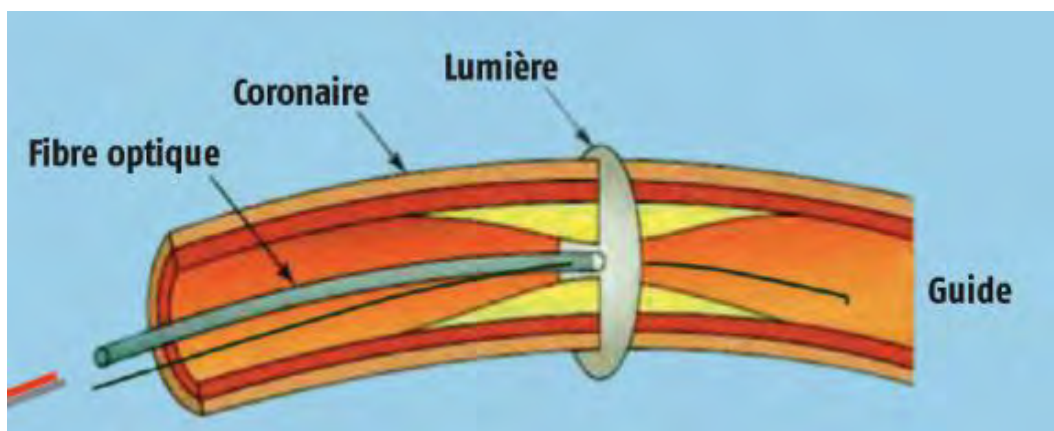


Figure 33: Lentille à l'extrémité du cathéter fibre optique qui est monté sur le guide dans l'artère coronaire à analyser [89]

Les conditions d'exploration sont analogues à une coronarographie

L'OCT nécessite :

- Un abord fémoral ou radial en 6F
- Un cathéter-guide offrant un support adapté
- Un guide coronaire 0.014'' positionné dans l'artère cible

Pour commencer la procédure le cathéter optique doit être connecté au DOC ou MDU puis se calibre automatiquement. Le cathéter est ensuite monté sur le guide coronaire 0,014'' et positionné par l'opérateur dans l'artère à analyser. Avant l'acquisition, le cathéter est purgé avec la seringue pour chasser le sang (soluté salin, voire du produit de contraste). Le volume à injecter dépend de la taille de l'artère : 15 à 20 cc pour l'artère coronaire gauche, 15 cc pour l'artère coronaire droite. Le débit de produit de contraste doit être compris entre 3 à 3,5 ml/s. Un injecteur automatique est particulièrement utile pour réaliser l'examen, mais pourra être remplacé par une seringue *lure-lock* (vissée) de 20 cc en cas d'injection manuelle [90]. L'acquisition des images est lancée sous la forme d'un « pull back » géré automatiquement par la console (20-25mm/sec) pour une cadence de 100 images/s. comme pour tout acte de cathétérisme interventionnel une médication per examen est systématique (Héparine IV 30 à 50 UI/Kg, Aspirine IV 500mg, Isosorbide dinitrate (Risordan) IC 1 à 2mg).

I.6. Echographie endocoronaire (IVUS)

I.6.1. Préparation du patient

Avant de débiter la procédure, le nom du patient doit être enregistré et la procédure identifiée sur cassette S-VHS ou CD Rom.

L'échographie endocoronaire est un acte de cathétérisme interventionnel et impose la même rigueur de procédure : administration systématique d'aspirine et

héparine, de dérivés nitrés ou molsidomine intra-coronaire en début de procédure.

I.6.2.Procédure de l'examen-Acquisition des images : [49][91]

La mise en place de la sonde dans la coronaire doit être prudente (moteur arrêté en cas de sonde mécanique), sous scopie permanente, sans accrochage ;

- l'extrémité doit être positionnée 10 mm en distalité de la lésion.

Avant le début du retrait, les premières images permettent le réglage des différents paramètres.

- L'acquisition des images se fait toujours lors du retrait de la sonde jusqu'à l'ostium coronaire.
- Le retrait automatique, motorisé, est indispensable pour l'appréciation de la longueur et l'étude volumétrique des lésions, la reproductibilité ultérieure des examens.
- Pour une précision optimale, la vitesse conseillée est de 0,5mm/sec.
- Un retrait manuel peut être associé pour préciser au mieux une région d'intérêt : en cas d'ambiguïté, un rinçage de solution saline ou de produit de contraste permet une meilleure analyse qualitative de la lésion, permettant de différencier lumière artérielle et fausse lumière, rupture de plaque, matériel endoluminal,

Dans tous les cas, l'enregistrement de commentaires audio en simultané est impératif pour une étude ultérieure des images enregistrées.

En fin d'examen, la sonde est retirée prudemment, sous scopie ; un contrôle angiographique de l'artère coronaire explorée doit être systématique.

II. ACTES THERAPEUTIQUES

II.1. Angioplastie au ballonnet

II.1.1. Responsabilité

Une équipe d'angioplastie doit comporter 4 membres : un cardiologue angioplasticien assisté d'un 2^e médecin ayant l'habitude des gestes de réanimation (il peut s'agir d'un 2^e cardiologue, d'un anesthésiste-réanimateur ou d'un réanimateur médical), auxquels s'ajoutent 2 personnels paramédicaux.

II.1.2. Déroulement de la procédure

II.1.2.1. Vérification de l'indication et des contre-indications

- Confirmer une indication licite de l'angioplastie : interrogatoire du patient et analyse du dossier et relire le film de la coronarographie si ATL programmée
- Rechercher les contre-indications temporaires et définitives : IDEM coronarographie

II.1.2.2. Information et consentement du patient

Sauf dans le cas d'angioplastie programmée ou Ad Hoc, le consentement du patient peut être verbal dans les situations d'urgence

Tableau XI: Consentement éclairé du patient selon les situation (ESC) [58]

	ACS			Multivessel SCAD	SCAD with ad-hoc PCI indication according to predefined Heart-Team protocols
	Shock	STEMI	NSTE-ACS		
Informed consent	Verbal witnessed informed consent or family consent if possible without delay.	Verbal witnessed informed consent may be sufficient unless written consent is legally required.	Written informed consent.*	Written informed consent.*	Written informed consent.*

II.1.2.3. Préparation du patient

- Si ATL programmée ou Ad Hoc : IDEM que la coronarographie
- Si ATL primaire :

Vérifier si le patient a reçu les doses de charge sinon administration dose de charge dans le cas échéant (Tableau XII). Un sédatif et un antalgique seront administrés si besoin.

Tableau XII : Dose de charge dans le SCA ST+ [54]

TTT anti-thrombotique en cas de PCI de SCA	
Molécules	Posologie
Aspirine	Dose de charge : PO 150-300mg, IV : 100-250mg Entretien : 75-100mg/jr
Clopidogrel	Dose de charge : 600mg (300à 600mg si SCA non ST+) Entretien : 75mg/jr
Ticagrelor	Dose de charge : 180mg Entretien : 90mg X2/jr
HNF	Bolus iv : 70-100 UI/kg
Enoxaparine	Bolus iv :0.5 mg/Kg Entretien : 1mg/kg /12 heures (jusqu'à reperfusion sinon jusqu'à la sortie (maximum de 8 jours)

- Si ATL de sauvetage : IDEM ATL primaire sauf pour les doses de charge.

➤ **Hydratation parentérale :**

- Si FEVG > 45% et en l'absence d'insuffisance cardiaque mettre du NACL 0.9% à 1 ml/kg/h débuté au plus tôt 12 heures avant l'examen si angioplastie programmée sinon débuté à la fin du geste de revascularisation et poursuivi 12 heures après selon les indications de l'opérateur.
- Si FEVG < 45% ou non renseignée, valvulopathie chirurgicale ou si insuffisance cardiaque mettre du NACL 0.9% à 0.5 ml/kg/h débuté au plus tôt 12 heures avant l'examen si angioplastie programmée sinon débuté à la fin du geste de revascularisation et poursuivi 12 heures après selon les indications de l'opérateur.

II.1.2.4 Transfert en salle de cathétérisme

- L'installation du patient sur la table d'examen et les Matériels de réanimation sont les mêmes que dans la coronarographie diagnostique.
- Les matériels sur la table stérile sont ceux de la coronarographie diagnostique en plus du Kit inflateur, guide 0,014 mm et le cathéter à ballonnet dont la taille est en fonction du besoin (taille artère et lésion)

II.1.2.5. Procédure dans l'ATL au ballonnet actif

- **La voie d'abord** : la technique et le choix de la voie d'abord est identique que lors d'une coronarographie diagnostique. Mais dans les cas d'ATL primaire ou de sauvetage le choix de la voie d'abord se fera selon la maîtrise de l'opérateur, le but est d'être le plus rapide possible. La voie radiale est préférée car elle présente moins de risque de saignement en raison de l'anticoagulation et l'anti agrégation plaquettaire agressive.
- **Incidences de travail** :

Choisir la meilleure incidence pour bien visualiser la lésion à traiter.

- **Procédure proprement dite** :

Après la mise en place de la sonde thérapeutique (guiding) dans l'ostium coronaire souhaité, on mettra en place un guide métallique fin 0.014 mm dans l'artère coronaire à traiter. Héparine non fractionnée selon le poids du patient (habituellement à 5000UI) sera administrée et sera renouvelée si la procédure dure plus de 45min. Ensuite, on met en place le cathéter à ballonnet qui sera avancé sur le guide jusqu'au niveau de la sténose. Un repère par un ou deux marqueurs est positionné à cheval sur la lésion. La bonne position du ballon est contrôlée par angiographie avant l'inflation. Le ballon est gonflé avec du produit de contraste dilué, à l'aide d'une pompe (inflateur). Une ou plusieurs inflations sont effectuées. La durée de l'inflation est adaptée selon la tolérance clinique et

électrique, varie entre 30 secondes et une 1min. Le patient ressent souvent des douleurs thoraciques similaires à celles de l'infarctus. S'il y'a une modification du tracé de l'ECG elle doit être signalé par l'infirmier au médecin. Le médecin doit rassurer le patient (ces signes sont normaux sous contrôle et disparaîtront dès que le ballon sera dégonflé). Le ballon est dégonflé puis retiré mais le guide reste en place. Des Injections de contrôle seront réalisées. Si le résultat est insatisfaisant on réalisera des nouvelles inflations avec le même ballon ou un ballon de plus gros calibre. Devant une bonne régression de la sténose sans dissection ni ralentissement du flux le guide est retiré et des injections de contrôle sous plusieurs incidences (deux orthogonales au cours de 5 à 10 min suivantes) seront réalisées pour se prononcer sur le résultat définitif. Concernant l'ablation des matériels, on retire d'abord la sonde porteuse. Le désilet à la peau reste en place pendant quelques heures (du fait des anticoagulants reçus). Les techniques de fermeture du point de ponction seront les mêmes que lors de la coronarographie diagnostique.

II.2. Angioplastie par endoprothèses

II.2.1. Stenting après dilatation au ballon

Réalisé après procédure d'angioplastie au ballonnet :

-Après sa déflation, le ballonnet est retiré. Il est important que le guide reste en place pour éviter de le repasser à travers une dissection artérielle créée par l'écrasement de la plaque contre la paroi.

-Le stent est ensuite monté sur le guide coronaire 0,014" laissé en place. Il est placé de telle sorte qu'il couvre totalement la lésion et s'appuie de part et d'autre en zone "saine".

-Le largage du stent se fait par l'inflation du ballonnet. Comme pour l'angioplastie au ballon seul, cette inflation est caractérisée par une durée (en

général 30 secondes) et une pression (le largage des stents se fait en règle générale avec une pression élevée > 14 bars).

-L'inflation du ballonnet terminée, le stent est largué, accolé contre la paroi artérielle. Le ballonnet déflaté est retiré de l'artère, puis du cathéter-guide, de la même manière que pour une angioplastie conventionnelle au ballon.

-Le guide toujours en place, un premier contrôle graphique permet de visualiser le bon résultat (bon positionnement du stent)

Si résultat insatisfaisant : procéder à une post dilatation même ballon ou autre (de plus gros calibre, compliant ou non compliant) remis en place pour de nouvelles inflations au besoin POT (Proximal optimisation technique)

-Après avoir retiré le guide de l'artère coronaire, un dernier contrôle radiographique est réalisé, avec au moins deux incidences orthogonales.

-Ablation du matériel et techniques de fermeture du point de ponction sont les mêmes que lors de l'ATL par ballonnet.

II.2.2. Stent biorésorbable

-Après pré-dilatation efficace

Si une dilatation complète du ballonnet de pré-dilatation ou si sténose résiduelle de 30% après la pré-dilatation de 30% après la pré-dilatation persiste, il ne faut pas implanter

-prendre des mesures précises de la taille du vaisseau

-prendre en compte les limites d'expansion : 0,5mm au-dessus du diamètre nominal

-Déployer l'endoprothèse lentement en augmentant la pression de 2atm toutes les 5 secondes

-La post dilatation doit être effectuée avec un ballon non compliant haute pression ; gonflé à une pression supérieure 16 atmosphères et de la même taille nominale que le stent ou d'au plus 0,5 mm plus grand

II.2.3. Stenting direct

Dans ce cas, pas d'angioplastie au ballon au préalable, on implante directement le stent en regard de la zone rétrécie. Les étapes du guide et les contrôles restent les mêmes que pour le procédé décrit précédemment.

II.3. L'athérectomie rotationnelle ROTABLATOR



Figure 34: Console Rotablator [92]

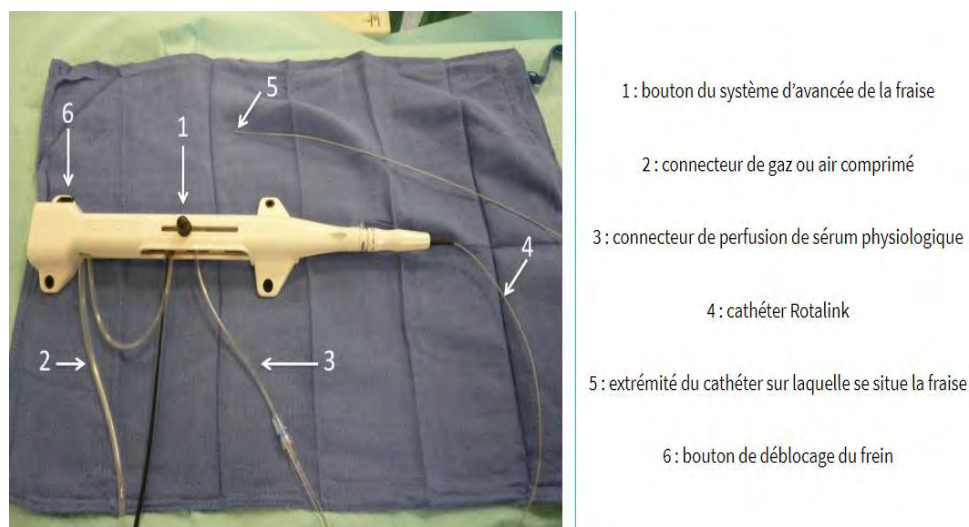


Figure 35: Unité motrice du Rotablator [92]

La procédure d'athérectomie par Rotablator commence par le choix des dimensions de la fraise et du cathéter guide. La détermination du diamètre final optimal de la fraise se fera en fonction du diamètre de l'artère en suivant les normes du Tableau XIII ce diamètre peut être augmenté par une incrémentation maximum de 0.5 mm. Le diamètre interne du cathéter guide doit être supérieur de 0.004'' au diamètre de la fraise.

Tableau XIII : Choix du diamètre de la fraise en fonction du diamètre de l'artère [93]

Diamètre de la fraise	Lumière interne exigée
1,25 mm	0,053''
1,50 mm	0,063''
1,75 mm	0,073''
2,0 mm	0,083''
2,25 mm	0,093''
2,5 mm	0,102''

Après le choix du matériel, on retire le guide de son emballage en prenant garde à ne pas le couder et en se servant du torqueur pince on placera le guide en distalité de la lésion. Pour l'installation du système il faut d'abord brancher la console et mettre l'interrupteur sur Marche. Puis raccorder le flexible d'arrivée d'air au régulateur d'azote ou air comprimé. Le réglage de la pression en sortie de la bouteille de gaz se fera entre 6,5 et 7,5 bars avant de raccorder la pédale Dynaglide à la console. Le branchement du dispositif stérile, se fera par raccordement d'une poche de 1 litre de solution saline en y ajoutant un flacon de Rotaglide à l'unité motrice. Et le raccordement par la suite les fibres optiques de l'unité motrice à l'avant de la console et la conduite d'air à l'unité motrice.

Il faut ouvrir la pince à roulette et s'assurer que la solution saline s'égoutte dans la chambre d'égouttement. Avant l'avancement de la fraise il faut tester le système (à l'extérieur du patient) puis positionner la fraise. Son avancement se

fera tout en tirant sur le guide. il ne faut jamais actionner la rotation de la fraise dans le cathéter guide.

Une fois que la fraise est devant la lésion, il faut retendre le câble avec le bouton de contrôle afin de libérer les torsions au niveau du câble d'entraînement de la fraise, sous contrôle de la scopie. Pour commencer la technique d'ablation il faudra définir la vitesse de rotation selon le Tableau XIV en position proximale par rapport à la lésion. Il faut maintenir la vitesse d'ablation à plus au moins 5000. Les temps de fraisage doivent être de 30 secondes maximum et entre chaque passage, il est recommandé d'attendre au minimum le temps de fraisage.

Tableau XIV : Vitesse optimal de rotation adapter à la dimension de la fraise choisie [26]

Dimension de la fraise	Vitesse optimale de rotation
1.25 à 2.0mm	160 000 tours /min
2.15 à 2.50 mm	140 000 tours /min

A la fin de la procédure le retrait des matériels commence par appuyer sur l'interrupteur Dygnalide de la pédale (un indicateur lumineux vert apparait sur la console) en s'assurant que le troqueur WireClip est fixé en bout du guide. La fraise va être amener d'abord dans le cathéter guide sans actionner la rotation ,puis la rotation va être actionner en appuyant sur la pédale (Mode Dynaglide entre 60000 et 90000tours/min).Le retrait du cathéter se fera en poussant simultanément sur le guide et en supprimant le frein en appuyant sur le bouton de l'unité motrice.

II.4. Thromboaspiration

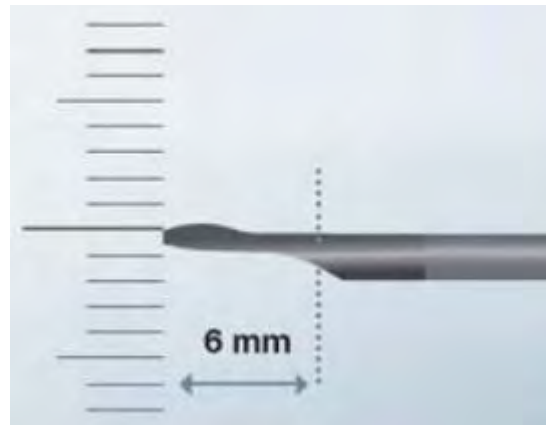


Figure 36: Extrémité distale du cathéter utilisé dans la thromboaspiration
[26]

La procédure de la thromboaspiration commence par la préparation du cathéter, il est préconisé de rincer le cathéter dans sa gaine de protection pour en activer le revêtement hydrophile. Ensuite le faire progresser doucement pour éviter un kinking du cathéter, phénomène rare du fait de la présence d'un stylet dans la lumière de thromboaspiration. Une chute de pression est habituellement observée au cours de la montée du cathéter. Le positionnement du cathéter se fera juste avant la lésion sous contrôle radiologique. Pour le retrait du stylet et mise en place de la seringue, il faudra mettre en aspiration la seringue puis réaliser des mouvements de va et vient prudents permettant de pénétrer la lésion sans tenter de la franchir. L'opérateur vérifiera visuellement le remplissage de la seringue. Il pourra éventuellement « torquer » le cathéter pour modifier la position de la lumière distale au sein de la lésion thrombotique. Le retrait du cathéter en aspiration va permettre d'éviter de laisser du matériel thrombotique dans le cathéter guide. Un contrôle angiographique se fera si possible après injection intracoronaire de vasodilatateurs pour limiter le vasospasme et apprécier au mieux la taille du vaisseau avant le choix du stent. Ce contrôle permettra également d'évaluer la régression du thrombus endoluminal, l'amélioration du flux d'aval et recherchera des complications

Il n'y a pas de consensus sur la durée ou le nombre de seringues nécessaires pour une thrombosapiration optimale. L'opérateur se doit de s'adapter à la situation clinique et à la charge thrombotique du vaisseau.

Dans le cas où la seringue ne se remplit plus, un thrombus occlusif au sein du système de thromboaspiration peut en être à l'origine. Il est donc préconisé de retirer l'ensemble du cathéter de thromboaspiration et de le rincer au sérum hépariné avant sa réutilisation.

III. Ordonnance du coronarien

Les molécules ainsi que la durée du traitement seront déterminées selon plusieurs critères notamment : l'acte réalisé, selon le risque ischémique (risque de sténose de stent++), le risque hémorragique, la FEVG et l'indication d'une anticoagulation orale associée.

Les tableaux (XV, XVI, XVII) et figures (36,37) expliquent la prise de décision quant aux traitements selon les recommandations de l'ESC.

Tableau XV : Traitement médical à phase aiguë subaiguë et au long cours du SCA [54]

TTT médical phase aiguë, subaiguë et au long cours du SCA	Classe	Niveau
Bêtabloquants		
Per os si insuffisance cardiaque et/ou FEVG<40% sauf contre-indications	I	A
IV à l'admission, si PCI, sans CI, sans IC avec TAS> 120mmHg	IIa	A
Chez tous les patients présentant un SCA ST+ pendant l'hospitalisation	IIa	B
Non recommandé si IC aiguë, hypotension, CCV, BAV, bradycardie sévère	III	B
Statines		
A forte dose le plus tôt possible à maintenir au long cours	I	A
IEC / ARA2		
Indiqué dans les 24h suivant le SCA si IC, dysfonction systolique du VG, IDM antérieur, diabète	I	A
Chez tous les patients présentant un SCA ST+	IIa	A
ARA2 (Valsartan de préférence) en alternative aux IEC	I	B
Antagonistes des minéralo-corticoïdes		
Tout patient FEVG<40%, IC ou diabète, sous IEC et BB sans insuffisance rénale et hyperkaliémie	I	B
IPP		
Recommandé en association à une double anti-agrégation plaquettaire	I	B

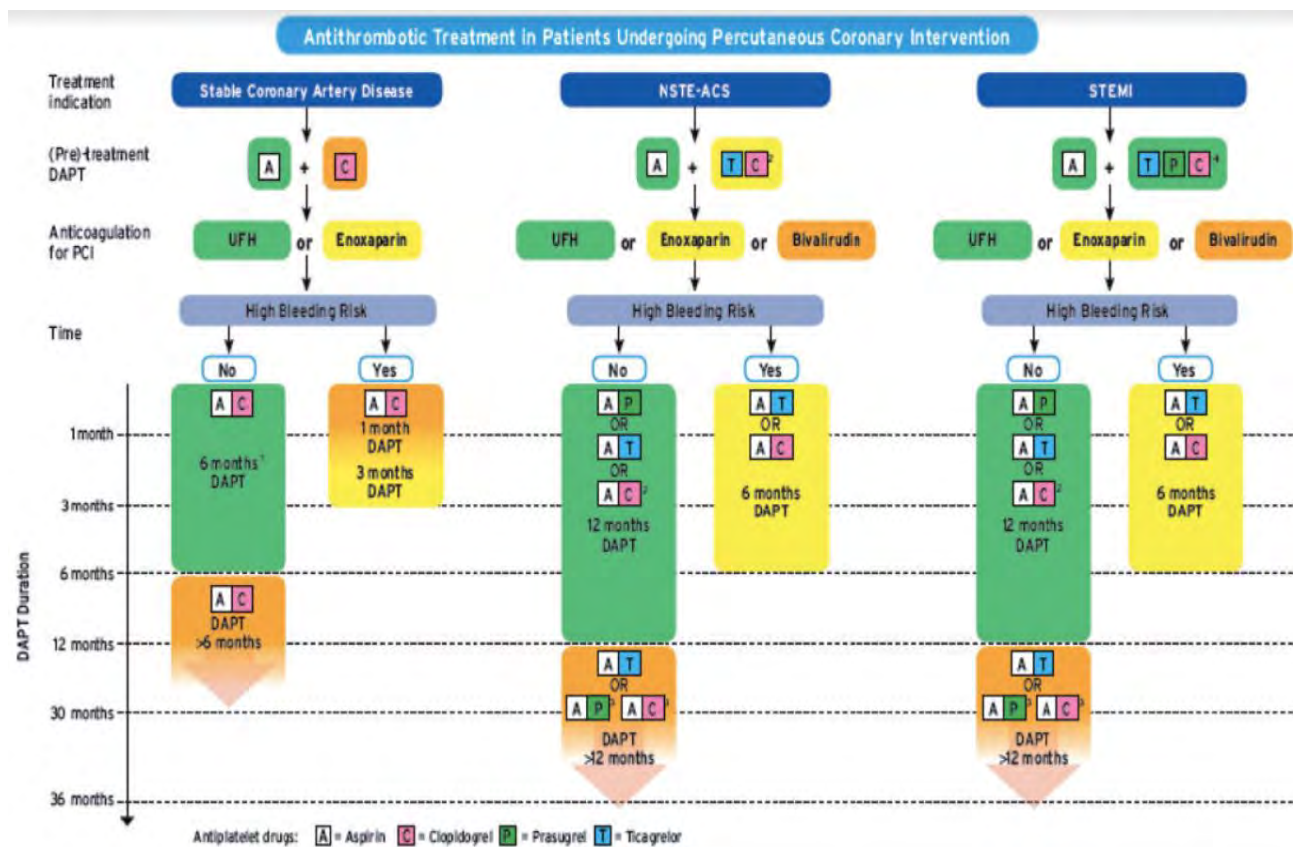


Figure 37 : Durée de traitement de la double anti agrégation plaquettaire en fonction du risque hémorragique [63]

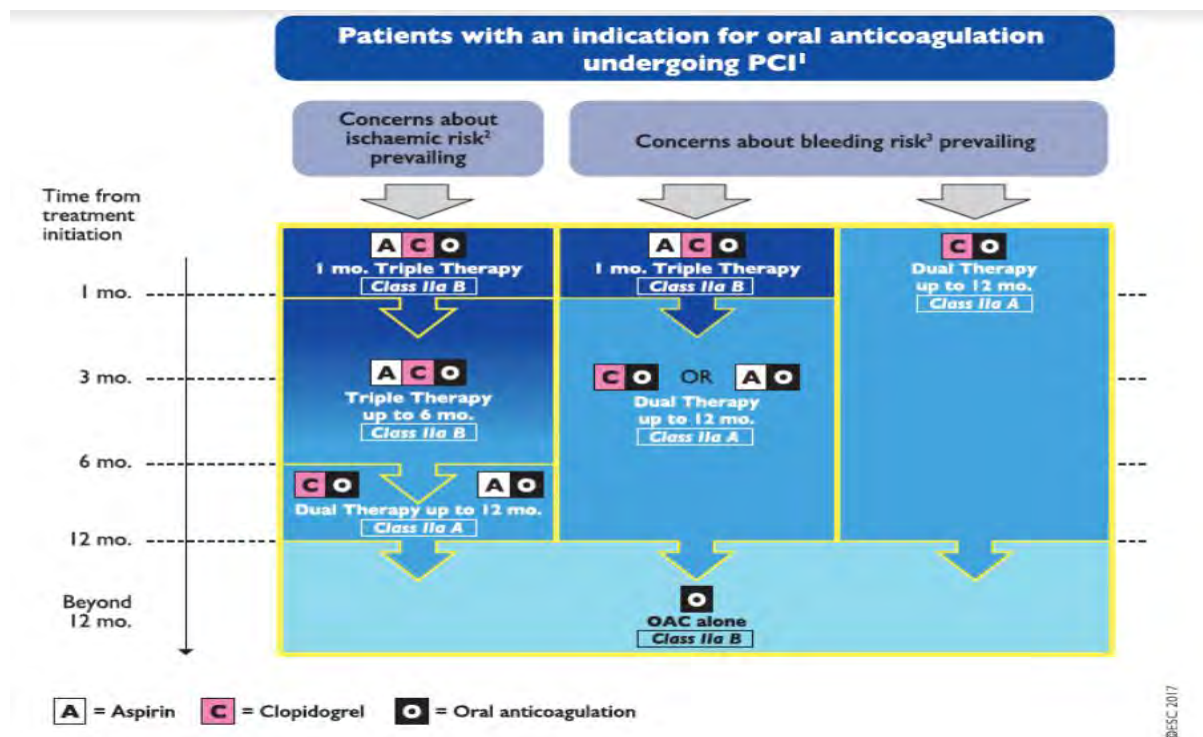


Figure 38 : choix de l'association d'anticoagulation orale et double anti-agrégation plaquettaire [64]

Tableau XVI : Patients non favorable à l'association d'anticoagulation orale et double anti-agrégation plaquettaire [64]

Patients non favorables à l'association d'anticoagulation orale et double anti-agrégation plaquettaire
Esperance de vie courte
Tumeur maligne
Doute sur la compliance/ observance thérapeutique
Altération de l'état mental
IRC terminale
Age avancé
Antécédent de saignement majeur ou AVCH
Alcoolisme
Anémie
Saignement important sous double anti-agrégation plaquettaire

Tableau XVII : Facteurs de risque de sténose de stent [58]

Facteurs de risque de sténose de stent
Antécédent de thrombose de stent sous double anti-agrégation plaquettaire adéquate
Stenting de la dernière artère viable
Sujet poly-artériel surtout si diabétique
IRC
Au moins 3 stents en place
Au moins 3 lésions traitées
Lésion de la bifurcation avec 2 stents en place
Longueur de stent > 60mm
Traitement d'une occlusion totale et chronique

IV. Durée d'hospitalisation : [94]

Il est plus prudent d'identifier les étapes essentielles à franchir avant de considérer un patient prêt à sortir, quelle que soit sa présentation, en mettant l'accent sur la sécurité du patient et sur son état clinique.

Un paradigme simple pour évaluer l'état du patient à la sortie consiste à aborder les « trois P » : procédure, patient et programme, qui sert de cadre aux recommandations de consensus mises à jour.

Tableau XVIII: Durée de séjour du patient basé sur les trois « P » [94]

	Exigences et critères de sortie accélérée et/ou le jour même	Facteurs défavorable à la sortie le jour même
Patient :		Maladie rénale chronique nécessitant une réhydratation prolongée
Cliniquement stable		Insuffisance cardiaque congestive décompensé ou surcharge de volume
A son état initiale fonctionnel et mental		Angine persistant
comorbidités connues à l’admission (ex :		Réaction de contraste avec des symptômes en cours
diabète , IRC terminale BPCO)		
stables		
Procédure : Procédure réussie, incluant :		Complication angiographique (reperfusion lente / nulle, fermeture de branche latérale, dissection, perforation)
ATL simple ou pluri-tronculaire , IVA proximal ou ATL de la bifurcation		Incapacité de réaliser une angioplastie par stent / ballonnet uniquement
Tentative sur occlusion complète chronique non compliquée simple		ATL de la seule coronaire assurant la reperfusion
Peu importe le nombre le type et la longueur des stents		Complication hémorragique ,IDM péri-opératoire
Hémostase du point de ponction		Utilisation d’assistance ventriculaire
Double anti agrégation plaquettaire efficace administrée		Accès de gros calibre (≥ 9 F) ou brachial
		Athérectomie
Programme : Conforme aux exigences opérationnelles du programme ATL en matière de soins post-procédure		Soutien à domicile inapproprié
Aide-soignant approprié		Pas de transport à la maison
Education du patient et du soignant stock d'inhibiteur P2Y12 et d'instruction de médication		Inconfort du patient, du soignant ou du médecin avec l’exéat le jour même
Coordonnées et rendez-vous de suivi		Accès insuffisant aux soins médicaux d'urgence suite à l’ATL

V. Le comptes rendu

➤ Compte rendu de la procédure :

Données administratives :

- Identification du patient ;
- Date de l'acte ;
- Nom de l'opérateur ;
- Nom de l'anesthésiste ;

Données médicales :

- Descriptif de l'état pathologique et des lésions rencontrées ;
- Choix thérapeutique ;
- Mode d'anesthésie ;
- Exécutions et techniques réalisées : voie d'abord, médicaments administrés, ordre d'abord des lésions, le déroulé de l'intervention
- Complications ou difficultés opératoires ou peropératoires ;
- Matériel prothétique utilisé avec ses caractéristiques précises ;
- Type de fermeture et nature des ligatures
- Heures de mise en place et de levée de compression ;

Données complémentaires :

- Heures de début et de fin d'intervention
- La dose RX reçue par le patient
- Nom de l'aide opératoire.

Le compte-rendu : une fois validé est non modifiable, obligatoire et doit être signé.

Le dossier du patient : À la sortie du patient, s'il est possible légalement et s'il peut être légitime de lui confier ses clichés radiologiques, la seule obligation est de conserver dans le dossier le compte rendu radiologique, il est recommandé d'établir une liste des documents remis. Cette liste signée par le patient ou la personne accompagnante sera conservée dans le dossier

➤ Compte rendu d'hospitalisation

Chaque contact avec l'établissement doit conduire à un compte rendu de consultation ou d'hospitalisation.

La structuration peut être la suivante :

- Identification du patient ;
- Identification des dates du contact (date de la consultation, dates d'entrée et sortie d'hospitalisation) ;
- Lieu du contact ;
- Mode d'entrée ;
- Motif du contact ;
- Antécédents du patient ;
- Mode de vie ;
- Histoire de la maladie ;
- Examen clinique ;
- Résultats biologiques significatifs ;
- Résultats des examens complémentaires ;
- Traitements réalisés, y compris les transfusions ;
- Evolution dans le service et discussion ;

- Mode de sortie (destination du patient), y compris la date et l'heure de sortie, le moyen de transport et l'accompagnement éventuel, ainsi que la liste des éléments remis au patient ;
- Traitement de sortie ;
- Suite à donner (surveillance à instituer, reconvoication, etc.) ;
- Conclusion sous forme de synthèse.

CONCLUSION

Depuis l'invention par Judkins et Sones de la coronarographie, les techniques se sont améliorées au fil des années. L'angioplastie coronaire percutanée est devenue le « gold standard » du traitement des syndromes coronariens aigus et des angor stables, dépassant de loin la chirurgie. Seules quelques indications dans ces pathologies restent pour la chirurgie.

Ces techniques qui relèvent de l'évolution de la technologie exigent une compétence de la part des personnels soignants et un plateau technique aux normes. Ces conditions sont différentes entre les centres qui pratiquent la coronarographie-angioplastie. Ce qui nécessite une standardisation de l'amont vers l'aval des actes qui sont la coronarographie et l'angioplastie.

Les centres de cardiologie interventionnelle qui suivent les normes internationales possèdent cette standardisation.

Ainsi, notre étude a mis au point les protocoles de la salle de coronarographie du service de cardiologie du centre hospitalo-universitaire Aristide Le Dantec.

La prise en charge a été revue de l'accueil des patients, aux prises en charge après les procédures dans la salle de cathétérisme en détaillant les techniques pris acte par acte.

Généralement les actes sont divisés en deux : les actes diagnostiques et les actes thérapeutiques.

Pour les actes diagnostiques, la coronarographie diagnostique est la plus fréquente dans notre centre. Le protocole commence par le rappel aux praticiens des responsabilités. Il s'agit d'exiger les compétences des personnels soignants à réaliser les actes. Puis le déroulement de la procédure qui commence par la vérification des indications et les contre-indications de la coronarographie diagnostique. L'information et consentement éclairés du patient sont faits par les médecins prescripteurs et opérateurs, relayés par l'infirmière. Une feuille de

consentement et d'information est signée par le patient à la fin de cette étape. Ensuite, la préparation du patient qui se déroule en plusieurs étapes. D'abord la préparation du dossier médical qui précise les antécédents cardio-vasculaires, la fiche de liaison remplie ; puis vérification du bilan obligatoire avant la réalisation de la coronarographie diagnostique. Concernant le patient, s'assurer de son jeûne depuis 6 heures et de l'arrêt de certains médicaments. La préparation locale, la prémédication et l'hydratation parentérale font partie de cette préparation du patient avant son transfert à la salle de cathétérisme. Dans la salle de cathétérisme, l'installation du patient est une étape importante ainsi que la surveillance continue des paramètres. Les matériels de réanimation vérifiés, l'opérateur peut commencer la préparation de la table stérile. Le protocole précise les matériels nécessaires pour la réalisation d'une coronarographie diagnostique. La procédure proprement dite va commencer par la mise en place de la voie d'abord. Notre travail précise toutes les modalités de cette mise en place. La montée de la sonde qui est choisie selon des règles bien déterminées de même les produits de contraste qui seront choisis selon le contexte clinique du patient. Les incidences réalisées d'une coronarographie ont été standardisées dans notre travail, ainsi des incidences de base pour la meilleure visualisation de toutes les artères coronaires ont été précisées. Des incidences complémentaires peuvent être réalisées pour de plus amples informations. La fermeture du point de ponction est réalisée selon différentes méthodes qui sont précisées une par une. A la fin de la procédure en salle de coronarographie, la surveillance et suivi pendant l'hospitalisation se font du retour du patient en chambre jusqu'à son extubation. La rédaction du compte rendu suit aussi des règles bien établies.

Le FFR ou fraction du flux de réserve fait partie des actes diagnostiques. Le FFR consiste à évaluer l'importance fonctionnelle d'une lésion coronarienne sténosante intermédiaire en utilisant un index. La réussite de sa réalisation dépend du respect de la chronologie des différentes étapes. Le personnel paramédical y joue un rôle essentiel.

Quant au test au Méthergin, sa réalisation commence par le choix de la voie d'abord préférentiel qui est la voie fémorale. L'étape fondamentale est le déroulement du test. Il s'agit du positionnement de la sonde, de l'injection intraveineuse lente de Méthergin, de l'attente de réponses qui peuvent être clinique, électrique, modification de la pression invasive et variation de la tension artérielle, de la réalisation du contrôle coronarographique. L'administration de Risordan au premier spasme constitue une étape importante de test.

Concernant la ventriculographie et l'aortographie, ces examens nécessitent un injecteur automatique de produit de contraste. Une sonde dite pigtail est posée à la pointe du ventricule gauche pour la ventriculographie et à la racine de l'aorte au-dessus des sigmoïdes aortiques pour l'aortographie. Des incidences précises sont réalisées lors de l'opacification.

La tomographie de cohérence optique ou OCT, utilise des matériels beaucoup plus sophistiqués et onéreux mais offrent de nombreux renseignements concernant les lésions coronaires et l'acte thérapeutique à réaliser ou a été réalisé. Le guide 0,014 mm qui est positionné dans l'artère coronaire à analyser va guider le matériel d'OCT jusqu'à son emplacement pour l'analyse. L'acquisition des images est gérée automatiquement par les consoles. Des médicaments sont aussi nécessaire durant sa réalisation.

L'échographie endocoronaire ou IVUS est aussi un acte diagnostique. L'enregistrement de la vidéo ainsi que de l'audio pendant la procédure doit être assuré. La sonde est positionnée à 10 mm en distalité de la lésion à analyser. Puis un retrait automatique progressif de 0,5 mm/seconde est faite pour permettre l'acquisition des images. Des médicaments sont aussi nécessaire lors de la procédure.

Pour les actes thérapeutiques, notre travail a établi les protocoles concernant les angioplasties par ballonnet, les angioplasties par endoprothèses,

l'artériectomie rotationnelle ou ROTABLATOR et la thromboaspiration. Ces actes thérapeutiques, comme dans les actes diagnostique, déterminent en premier lieu la responsabilité qui précise que les actes thérapeutiques doivent être effectués par une équipe de 4 membres faits de deux médecins dont un angioplasticien et de deux infirmiers. Les procédures débutent par la vérification des indications et contre-indications, puis l'information et consentement du patient, ensuite la préparation du patient.

Pour les angioplasties au ballonnet ou par endoprothèses, la préparation du patient dépend de la nature de l'angioplastie qui peut être Ad-hoc, c'est-à-dire fait suite à la coronarographie diagnostique, programmé ou angioplastie primaire ou de sauvetage. La particularité réside sur l'angioplastie primaire et de sauvetage pendant laquelle l'urgence de l'acte nécessite une rapidité sur la préparation du patient par conséquent des étapes, comme quelque bilan, différent de la coronarographie diagnostique ou de l'angioplastie programmée. Le transfert dans la salle de cathétérisme, l'installation du patient, la vérification des matériels de réanimation et la table stérile sont identiques à ceux de la coronarographie diagnostique. Les matériels pour l'angioplastie viennent s'ajouter aux matériels de base. La voies d'abord est choisi selon l'acte à réaliser et la nature de la lésion.

Concernant la procédure proprement dite, le protocole détaille les étapes à suivre, de la ponction des artères à l'inflation du ballonnet ou déploiement du stent, le direct stenting ou après pré-dilatation au ballonnet. La médication durant et après la procédure est bien précisée. Le désilet pourrait être restée en place pendant quelques heures selon la dose de l'anticoagulation utilisée durant la procédure. La surveillance en post-procédure constitue aussi une étape capitale. Le diagnostic de thrombose précoce de stent ou de resténose se fait durant les premières heures de post-angioplastie. Des examens sont à réaliser en post-angioplastie immédiat et le lendemain.

Pour l'athérectomie rotationnelle ou le ROTABLATOR, le choix des dimensions de la fraise et du cathéter guide est guidé par le protocole ainsi que le maniement du guide, l'installation du système avec la console, le branchement du dispositif, le test du système et le positionnement de la fraise. La technique d'ablation et la procédure de retrait constituent la procédure proprement dit du ROTABLATOR.

Concernant la thrombosaspiration, bien que non recommandée pour la prise en charge de SCA ST +, la thromboaspiration pourrait avoir sa place dans certaines situations. Le protocole guide sur la préparation du cathéter, la montée du cathéter de thrombosaspiration, son positionnement juste avant la lésion et la mise en aspiration de la seringue en réalisant des mouvements de va et vient. Il guide aussi sur le retrait du cathéter et le contrôle angiographique après la thromboaspiration.

RECOMMENDATIONS

Notre étude se montre plus pratique et pragmatique concernant les faits et gestes à suivre dans une salle de cathétérisme pour la cardiologie interventionnelle. Des protocoles sont ainsi établis.

Notre seule recommandation est l'application de ces protocoles afin :

- De mettre dans les normes internationales la cardiologie interventionnelle du service,
- D'uniformiser la pratique de la cardiologie interventionnelle dans le service,
- De faciliter le travail des personnels soignants,
- De se conformer aux exigences médico-légales,
- D'améliorer la prise en charge des patients.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Philippe F.** Coronarographie et angioplastie coronaire. *Masson Paris*. 2002: 43.
2. **Okraïneç K, Banerjee DK, Eisenberg MJ et al.** Coronary artery disease in the developing world. *AM Heart J*. 2004;148 : 7 - 15.
3. **Touze JE.** Les maladies cardiovasculaires et la transition épidémiologique du monde tropica. *Med Trop*. 2007; 67 : 541-542.
4. **Abegunde DO, Mathers CD, Adam T et al.** The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *Lancet*. 2007; 370 : 1929-38.
5. **Hakim R.** Aspects épidémiologiques, thérapeutiques et évolutifs des SCA avec et sans sus décalage du segment ST : étude rétrospective à propos de 134 cas. *Thèse Med , Dakar 2009, n°48*.
6. **Coly Bah SM.** Prévalence des coronaropathies chez les sujets âgés de 40 ans et plus en population générale: étude transversale réalisée à Saint_Louis du Sénégal. *Thèse Med, Dakar 2011, n°129*.
7. **Ba A.** Epidémiologie de la coronaropathie en Afrique.Congrès APPAC, 22 novembre 2017. Biarritz . *Disponible sur : [https://www.google.com/search?Epidemiologie de la coronaropathie en Afrique/](https://www.google.com/search?Epidemiologie+de+la+coronaropathie+en+Afrique/)*.
8. **Forssmann W.** Die Sondierung des rechten Herzens. *Klin Wochenschr*. 1959; 8: 2085 - 7.
9. **Zimmerman HA, Scott RW, Becker NO.** Catheterization of the left side of the heart in man. *Circulation*. 1950; 1: 357-60.
10. **Sones FM, Shirey EK, Prondfit WL et al.** Cine-coronary arteriography , new technique. *Acta Radiol*. 1953; 39: 368-76.

11. **Grinda JM, Fabiani JN.** Traitement chirurgicae de l'insuffisance coronaire. *Encycl Méd Chir, Cardiologie* . 2002; 11-030-D-60 : 19.
12. **Anatomie des artères du coeur** . Disponible sur www.cardio-paramed.fr. Consulté le 24/10/2018.
13. **Ekou K.** Angioplastie coronaire en Côte d'Ivoire : données préliminaires du registre prospectif des actes de cardiologie interventionnelle de l'Institut de Cardiologie d'Abidjan (REPACI). . *Mémoire de CES de Cardiologie : Université Felix Houphouët Boigny, Abidjan*. 2014 ; n°2116 : 110.
14. **Priebe HJ, Skarvan K.** Coronary physiology. *Cardiovascular physiology*. 2nd ed. London: *BMJ Publishing Group*. 2000:119-70.
15. **Guenot CO, Terraube P.** Coronarographie. *Encycl Med Chir (Elsevier,Paris), Cardiologie*. 1998; 11-002-A : 1-10.
16. **Philippe B.** Coronarographie : Introduction à l'étude du cathétérisme cardiaque diagnostique et interventionnel. *disponible sur www.109.190.18.122/ahiim/coronarographies/anatomie.html* . Consulté le 20/10/2018.
17. **Attias D, Besse B, Lellouche N.** Anatomie coronaire et coronarographie. *Cardiologie vasculaire,Paris, Vernazobres Grego Edition* . 2013-2014 : 96-97.
18. **Hoffman JI.** Maximal coronary flow and concept of coronary vascular reserve. *Circulation*. 1984; 70 : 153-9 .
19. **Vacheron A, Le Feuvre C, Di Matteo J.** Maladies des artères coronaires. *Cardiologie Paris, Expansion Scientifique Publications 3e éd*. 1999 : 150-229.
20. **Bloch A.** L'infarctus du myocarde. . *Paris, collection santé le Hameau*. 1970 : 140p.

21. **Kristian T, Joseph S, Alpert A et al.** Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction. ESC Clinical Practice Guidelines. *European Heart Journal*. 2018; 00: 1-33.
22. **ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE.** Groupe d'étude de la classification des lésions d'athérosclérose. *OMS Vingt et unième session*. 1958.
23. **Bauters C.** Physiopathologie de l'athérosclérose. . *Cardiologie et maladies vasculaires-Société Française de Cardiologie. Elsevier Masson. 3ème édition* . 2008 : 205-256.
24. **Meyer P, Barragan P, Blanchard D et al.** Recommandations de la Société française de cardiologie concernant la formation des médecins coronarographistes et angioplasticiens, l'organisation et l'équipement des centres de coronarographie et d'angioplastie coronaire. *Archives des maladies du coeur et des vaisseaux*. 2001; 93 : 147-58.
25. **Smith SC, Dove JT, Kern MJ et al.** ACC/AHA Guidelines for percutaneous intervention (Revision of the 1993 PTCA Guidelines) . *J Am Coll Cardiol*. 2001; 37 : 2239ii-2239li.
26. http://www.utc.fr/~mastermq/public/publications/qualite_et_biomedical/UTC/dess_tbh/01_02/Projets/TCV/TCV. Consulté le 10 octobre 2018.
27. **Phillipe A.** Données générales : Epidémiologie des syndromes coronaires aigus en France. *Cardiologie et maladies vasculaires. Société française de cardiologie. Elsevier Masson*. 2007 : 88-93.
28. **Gibault-Genty G, Georges JL.** Cathétérisme cardiaque, angiocardioraphie et coronarographie. *EMC. Elsevier Masson* . 2009; 32-005-C-30.

29. **Achkouty G, Karam N, Spaulding C.** Endoprothèses coronaires et angioplastie transluminale des artères coronaires. . *EMC (Elsevier Masson SAS, Paris) Cardiologie*. 2016; 11-030-P-30: 15p.
- 30.<http://www.afphb.be/doc/afphb/implants/lienshtm/imp/vascu.htm>. consulté le 25 octobre 2018.
31. **Gregory A, Sgueglia C, Bernard C.** Kissing Balloon Inflation in Percutaneous Coronary Interventions. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2012; 5(8).
- 32.<http://www.solostocks.ma/entreprises/securite-protection/defibtech-maroc902202/produits-6> . Consulté le 20 octobre 2018.
33. **Grinda JM, Fabiani JN.** Traitement chirurgicale de l'insuffisance coronaire. . *Encycl Méd Chir, Cardiologie*. 2002; 11-030-D-60: 19p.
34. **Ellis SG, Vandormael MG, Cowley MJ et al.** Coronary morphologic and clinical determinants of procedural outcome with angioplasty for multivessel coronary disease. Implications for patient selection. Multivessel acoronary disease. Implications for patient selection. . *Multivessel angioplasty prognosis study group. Circulation*. 1990; 82 : 1193-202.
35. **Ianos G, Morel MA, Kappetein AP et al.** The SYNTAX Score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease. *Euro Intervention*. 2005;1 :219 - 27.
36. **The TIMI Study group.** The Thrombolysis In Myocardial Infarction trial. Phase I findings. *N Engl J Med* . 1985; 312: 932-6.
37. **Min SY, Park DW, Yun SC et al.** Major predictors of long-term clinical outcomes after coronary revascularization in patients with unprotected left main

coronary disease: analysis from the MAINCOMPARE study. *Circ Cardiovasc Interv* . 2010; 3:127-33.

39. **Kakouros N, Rybicki FJ, Mitsouras D et al.** Coronary pressure-derived fractional flow reserve in the assessment of coronary artery stenoses. *Eur Radiol*. 2013; 23(4): 958 - 67.

40. **Trana C, Muller O, Eeckhout E.** Diagnostic de la maladie coronarienne stable en 2011 : importance de la méthode dite "fractional flow reserve". *Rev Med Suisse*. 2011; 7(297):1182-8.

41. **Montalescot G, Udo S, Achenbach S et al.** 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. *European Heart Journal*. 2013; 34: 2949-3003.

42. **Prinzmetal M et al.** Angina pectoris. I. The variant form of angina pectoris. *Am J Med* . 1959 ; 27 : 375- 88.

43. **Lanza GA, Careri G, Crea F.** Mechanisms of coronary artery spasm. *Circulation* . 2011; 124 (16) : 1774-82.

44. **Wilhelm G.** Le test au Méthergin dans l'angor vasospastique. *Cath'Lab* n°29. Mars 2015 .

45. **Rougé A, Wintzer W, Milouchi S et al.** Apport de l'imagerie endocoronaire dans le syndrome coronarien aigu Contribution of intracoronary imaging in acute coronary syndrome . *Annales de cardiologie et d'angéiologie*. 2017; 66: 405-410.

46. <https://www-ncbi-nlm-nih-gov.gate2.inist.fr/pubmed/28647465>]. Consulté le 15 octobre 2018

47. **Ahmed K, Jeong MH, Chakraborty R et al.** Role of intravascular ultrasound in patients with acute myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol* . 2011; 108(1): 8R14.
48. **Witzenbichler B, Maehara A, Weisz G et al.** Relationship between intravascular ultrasound guidance and clinical outcomes after drug-eluting stents: the assessment of dual antiplatelet therapy with drug-eluting stents study. *Circulation* . 2014; 129(4): 463R70.
49. **Glagov S, Weisenberg E, Zarins CK et al.** Compensatory enlargement of human atherosclerotic coronary arteries. *N Engl J Med* . 1987; 316(22): 1371R5.
50. http://www.systadmin.net/bibliotheques/41912/Fichiers_pdf/Consensus_pour_la_standardisation_de_lutilisation_de_lIVUS.pdf. consulté le 29 novembre 2018.
51. **Nishimura RA, Edwards WD, Warnes CA et al.** Intravascular ultrasound imaging: in vitro validation and pathologic correlation. *J Am Coll Cardiol*. 1990; 16(1):145R54.
52. **Bezerra HG, Costa MA, Guagliumi G et al.** Intracoronary optical coherence tomography: a comprehensive review clinical and research applications. *JACC Cardiovasc Interv*. 2009 ; 2 : 1035-46.
53. <https://www.cardiologie-pratique.com/journal/article/0026551-bases-techniques-limagerie-coherence-optique>. Consulté le 29 novembre 2018.
54. http://www.cardio-paramed.com/Fichiers_pdf/CathLab/PARAMED_32.pdf. Consulté le 29 novembre 2018.
55. **Borja I, Stefan J, Stefan A et al.** 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *European Heart Journal* . (2017) 00, 1R66.

56. **Decalf V, Durand E.** Endoprothèses coronaires et angioplastie transluminale des artères coronaires. *Encycl Méd Chir.* 1998 ; 11-030-P-30 : 1-16 .

57.<http://www.cardio-paramed.com/fr/principe-mecanisme-action.html>.

Consulté le 11 octobre 2018.

58.La coronarographie et l'angioplastie coronaire RAMC disponible sur <http://www.amc-cardiologie.fr>. Consulté le 11 octobre 2018.

59. **Franz-Josef N, Miguel SU, Anders A et al.** 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. . *European Heart Journal* . 2018 ; 00, 1R96.

60. **Dibra A, Kastrati A, Alfonso F et al.** Effectiveness of drug-eluting stents in patients with bare-metal in-stent restenosis : meta-analysis of randomized trials. *J Am Coll Cardiol.* 2007 ; 49(5) : 616-623.

61. **Kastrati A, Mehilli J, Neumann F-J et al.** Abciximab in patients with acute coronary syndromes indergroing percutaneous coronary intervention after clopidogrel pretreatment : the ISAR-REACT 2 randomized trial. *JAMA* . 2006 ;295 (13) : 1531-1538.

62.Maladies de l'appareil circulatoire.
<http://quidfrance.com/WEB/MEDECINE/Q003720.htm>. Consulté le 25 novembre 2018.

63. **Windecker S, Kolh P, Alfonso F et al.** 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2014 ;35(37): 2541 - 619.

64. **Marco R, Carlo P, Collet JP et al.** 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without

persistent ST-segment elevation. . *European Heart Journal* . (2016) 37, 267-315.

65. **Arnold HS, Adhir S, Mazen AF et al.** Length of stay following percutaneous coronary intervention: An expert consensus document update from the society for cardiovascular angiography and interventions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2018; 92: 717-731.

66. **Allen E.** Test de Allen. *Am J Med Sci.* 1929; 178: 237-44.

67. **Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L et al.** Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oxymetry and plethysmography: Comparison with the Allen's test in 1010 patients. . *Am Heart J.* 2004;147: 489-93.

68. <http://nursingexampaper.com/2017/06/allens-test-allen-test-uses-procedure-importance.html>. Consulté le 20 octobre 2018.

69. http://www.cardio-paramed.com/Fichiers_pdf/CathLab/Paramed_19.pdf. Consulté le 29 novembre 2018.

70. **Naidu SS, Aronow HD, Box LC et al.** SCAI expert consensus statement: 2016 best practices in the cardiac catheterization laboratory. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016; 88: 407 - 23.

71. **Rao SV, le juge Tremmel, Gilchrist IC, et al.** Meilleures pratiques pour l'angiographie transradiale et l'intervention: déclaration commune de la société pour l'angiographie cardiovasculaire et le groupe de travail sur l'intervention transradiale. *Cathéter Cardiovasc Interv.* 2014; 83 : 228-23.

72. **Coppola J, T Patel, Kwan T et al.** La nitroglycérine, le nitroprussiate, ou les deux, pour prévenir le spasme de l'artère radiale lors du cathétérisme de l'artère transradiale. *J Cardiol invasif.* . 2006; 18: 155-158.

73. **Varenne O, Jegou A, Cohen R, et al.** Prévention des spasmes artériels lors d'interventions coronaires percutanées au travers de l'artère radiale: étude SPASM. *Cathéter Cardiovasc Interv.* 2006; 68: 231-235.
74. **Chen CW, Lin CL, Lin TK et al.** Un schéma thérapeutique simple et efficace pour la prévention du spasme de l'artère radiale au cours du cathétérisme coronaire. . *Cardiologie.* . 2006; 105: 43-47.
75. **Boyer N, Beyer A, Gupta V et al.** Les effets des vasodilatateurs intra-artériels sur la taille de l'artère radiale et le spasme: implications pour l'utilisation contemporaine de l'accès trans-radial pour l'angiographie coronaire et l'intervention coronarienne percutanée. *Cardiovasc Revasc Med.* 2013; 14: 321-324.
76. <http://www.cardio-paramed.com/fr/le-deroulement-examen.html> . consulté le 20 octobre 2018.
77. **Caroline FN, Edoardo DB, Stéphane N.** Les coronarographies et les angioplasties coronaires par voie radiale : l'approche de choix ? *Rev Med Suisse* . 2011; 7: 528-532.
78. **Pepine CJ, Hill JA, Lambert CR et al.** Diagnostic and therapeutic cardiac catheterization. *Clinical cardiology.* 1990; 13(7): 516.
79. **Kern., Morton J.** Introduction to the catheterization laboratory in the cardiac catheterization handbook. Philadelphia. *Elsevier Saunders, 5eme édition.* 2010 : 1p.
80. https://nanopdf.com/download/ppt-knowledge-center-2_pdf consulté le 21 novembre 2018.
81. <https://www.sjmglobal.com/en-int/professionals/resources-and-reimbursement/technical-resources/vascular/hemostasis->

management/transradial-compression-assist-device/radistop?halert=alert-shown.
Consulté le 20 octobre 2018.

82.<http://www.terumo-europe.com/en-emea/interventional-cardiology/access-diagnostic-products/radial-artery-compression-device/tr-band%E2%84%A2-radial-artery-compression-device>. Consulté le 15 septembre 2018.

83. **Faltot H.** Le système de fermeture radiale TRAcelet™ (Medtronic) - Un dispositif sûr et efficace. *Cath'Lab* . 2016 ; 35 : 30-1.

84. **McGee DC, Gould MK.** Preventing complications of central venous catheterization, . *New England Journal of Medicine*. 2003; 348: 1123-1133.

85. **Merriweather N, Sulzbach-Hoke LM.** Managing risk of complications at femoral vascular access sites in percutaneous coronary intervention. *Crit Care Nurse quiz f.* 2012; 32: 16-29.

86.<https://www.cardiologie-pratique.com/cathlab/article/un-nouveau-guide-pression-pour-une-ffr-facile-faire>. Consulté le 12 octobre 2018.

87.<http://www.cardio-paramed.com/fr/ffr-fractional-flow-reserve.html>. Consulté le 15/11/2018.

88. **Lablanche JM et al.** Réflexions d'un comité d'experts de la SFC concernant l'usage du maléate de méthylergométrine (Méthergin) dans la détection d'une vasomotricité coronaire anormale. *Arch Mal Coeur* . 1995 ; 88 : 247-53.

89.<https://www.cardiologie-pratique.com/cathlab/article/la-tomographie-par-coherence-optique-un-outil-incontournable-en-cardiologie>. Consulté le 25 novembre 2018.

90. **Radu MD et al.** The Clinical Atlas of Intravascular Optical Coherence Tomography for iPad. *Eur Heart J.* 2012 ; 33(10): 1174 - 5.
91. **Di Mario C, Gorge G, Peters R et al.** Clinical application and image interprétation in intracoronary ultrasound. *Eur Heart.* 1998;19- 2 : 207-229.
- 92.<http://www.cardio-paramed.com/fr/le-rotablator.html>. Consulté le 27 novembre 2018.
- 93.<http://www.cardio-paramed.com/fr/le-rotablator.html>. Consulté le 20 septembre 2018.
94. **Arnold HS, Adhir S, Mazen AF et al.** Length of stay following percutaneous coronary intervention:An expert consensus document update from the society for cardiovascular angiography and interventions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2018; 92: 717-731.

ANNEXES

Fiche de consentement

A. POURQUOI VOUS PROPOSE-T-ON UNE CORONAROGRAPHIE ?

La maladie coronaire peut être responsable d'angine de poitrine (douleurs dans la poitrine), d'infarctus du myocarde, d'insuffisance cardiaque (qui se traduit le plus souvent par un essoufflement) et peut évoluer éventuellement vers un décès. L'évolution peut être en grande partie freinée par un traitement adapté, il est donc important de faire un diagnostic précis. La coronarographie permet de faire un bilan exact des atteintes (rétrécissement ou occlusion) de vos artères coronaires.

B. REALISATION DE LA CORONAROGRAPHIE

Le déroulement de l'examen

Cet examen est fait sous anesthésie locale. Vous serez installé en position couchée sur la table d'examen.

Le cathétérisme cardiaque consiste à introduire un cathéter (petit tube) dans une artère de la cuisse ou d'un poignet et à le diriger jusqu'au cœur sous contrôle radiologique. Une substance dite radio-opaque à base d'iode est injectée dans chacune des artères du cœur afin qu'il soit possible de les visualiser. L'écoulement du produit de contraste est suivi sur un écran et permet de déterminer l'anatomie des artères coronaires et les éventuels blocages (sténoses). Lors de l'injection du produit de contraste, il est possible que vous ressentiez une impression de chaleur. Pendant les différentes manipulations, n'hésitez pas à dire si vous ressentez des douleurs (plus particulièrement dans la poitrine). À la fin de l'examen, le cathéter est retiré de l'artère, puis celle-ci est comprimée ou bien le site de ponction est fermé par un autre moyen (exemple : systèmes de fermeture vasculaire).

Le médecin vous donnera les explications nécessaires concernant les résultats de cet examen et les éventuelles conséquences thérapeutiques.

Après l'examen

Vous pourrez boire et manger dès votre retour dans l'unité de soins. Afin d'éviter le risque d'hématome à l'endroit de la ponction artérielle, en général au pli de l'aîne, il vous est demandé de rester allongé pendant plusieurs heures sans plier la cuisse du côté où la piqure a été faite. Si la ponction a été faite au pli du coude, on vous demandera de ne pas utiliser ce bras pendant plusieurs heures (en particulier pour la toilette). Votre premier lever aura lieu avec l'infirmière. Si vous remarquez un saignement au niveau du point de ponction, signalez-le sans tarder à l'infirmière et appuyez sur le pansement.

Nous vous conseillons de boire 1,500 l dans les heures qui suivent l'examen, de manière à bien éliminer le produit de contraste afin d'éviter une insuffisance rénale, sauf si le médecin vous demande de procéder autrement.

Pendant les 48 heures qui suivent l'examen, il vaudra mieux éviter de porter des charges lourdes, de rouler en vélo, de trop marcher, bref de trop solliciter le pli inguinal ponctionné. Il est préférable d'éviter les douches et les bains pendant 2 jours.

C. LA CORONAROGRAPHIE COMPORTE-T-ELLE DES RISQUES ?

Malgré les progrès techniques et l'expérience des médecins, le cathétérisme cardiaque et l'artériographie coronaire comportent, comme tout geste invasif ou chirurgical, un risque d'incidents ou d'accidents, notamment :

- complications allergiques : Le plus souvent liées à l'utilisation de produits radiologiques iodés ou d'anesthésique local. Si vous avez déjà présenté des manifestations allergiques, il faut absolument en informer le médecin.

- complications au niveau du point de ponction de l'artère : La complication la plus fréquente est la formation d'une ecchymose ou d'un hématome au point de ponction, qui peut persister plusieurs jours mais qui est habituellement sans conséquence. Cependant l'augmentation de volume dans les jours qui suivent l'examen doit vous conduire à consulter rapidement. Plus rarement, le maniement des sondes peut occasionner des blessures vasculaires et nécessiter une réparation chirurgicale et/ou une transfusion sanguine, ou décrocher un fragment d'athérome responsable d'une embolie.
- complications cardiaques et vasculaires : Au cours de l'examen, peuvent survenir des malaises, des douleurs dans la poitrine, des palpitations liées à un trouble du rythme. Les complications graves sont quant à elles très rares. A titre indicatif, dans une revue publiée dans la littérature médicale, sur une grande série de patients, on note un risque de décès de 0,8 / 1000, de perturbations neurologiques (notamment paralysies) de 0,6 / 1000, d'infarctus du myocarde de 0,3 / 1000. D'autres complications moins sévères ont été rapportées, leur fréquence est inférieure à 1%.
- Complications cutanées liées à l'exposition des tissus aux rayons X : Toutes les expositions comportent des risques, mais pour la plupart des procédures interventionnelles, ces derniers restent faibles et le bénéfice apporté au patient compense substantiellement tout risque. Ce risque de lésion pour la peau et les organes profonds est d'autant plus important si les procédures sont longues et complexes, et rapprochées dans le temps. Ces effets observés sont généralement tardifs, il est donc important d'en informer votre cardiologue si des réactions cutanées (rougeurs, inflammations) persistent dans les semaines qui suivent l'examen.

En cas de complications ou de situations imprévues, une angioplastie (dilatation du ou des rétrécissements des artères coronaires par un ballon et éventuellement pose d'un stent) ou une intervention chirurgicale de pontage coronaire ou toute autre action peuvent être nécessaires d'urgence, en fonction de l'état clinique.

D. QUELS BENEFICES PEUT-ON ATTENDRE DE LA CORONAROGRAPHIE ?

Selon les résultats de la coronarographie et de l'ensemble du bilan clinique, des médicaments vous seront ou non prescrits à long terme. En fonction des lésions observées, il est possible d'envisager un geste de revascularisation : soit une angioplastie coronaire, soit un pontage coronaire. La coronarographie contribuera à déterminer le geste le plus approprié à votre état, afin de diminuer le risque de complications ultérieures et d'améliorer le confort de votre vie. La décision thérapeutique sera naturellement prise en accord avec vous-même et votre cardiologue.

Ce document a été réalisé à partir des publications de la Société Française de Cardiologie et de la Fédération Française de Cardiologie. Il explique les risques et bénéfices du geste de coronarographie que vous devez réaliser.

Il ne constitue pas une décharge de responsabilité de l'équipe médicale qui vous prend en charge et qui vous a commenté ces informations générales en les rapportant à votre situation particulière.

Je reconnais que la nature de la coronarographie ainsi que ses risques et avantages m'ont été expliqués en terme que j'ai compris, et qu'il a été répondu de façon satisfaisante à toutes les questions que j'ai posées.

Etiquette patient

Fait à

En deux exemplaires
dont un remis au patient
et l'autre à conserver dans le dossier

Le / /

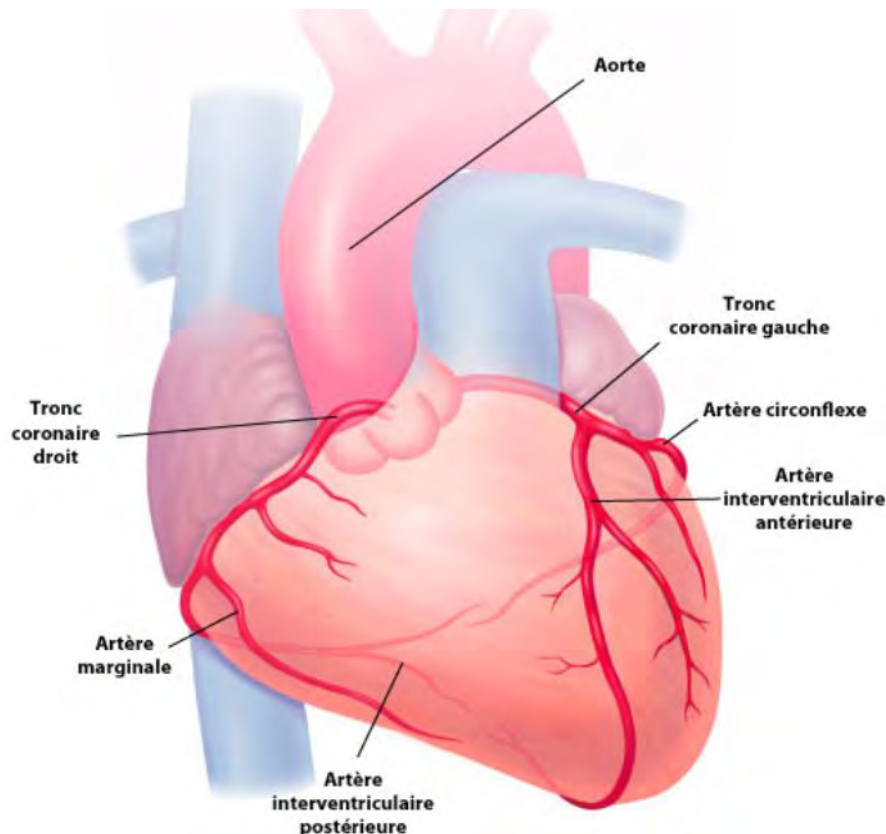
Signature du patient

Information du patient :

La maladie des artères coronaires : Maladie, diagnostic et traitements

La maladie : l'athérome coronaire :

Le cœur est un muscle qui assure la circulation du sang à l'intérieur du corps. Il consomme de l'énergie et de l'oxygène fournies par le sang que lui apportent les artères disposées en couronne autour de lui : les artères coronaires.

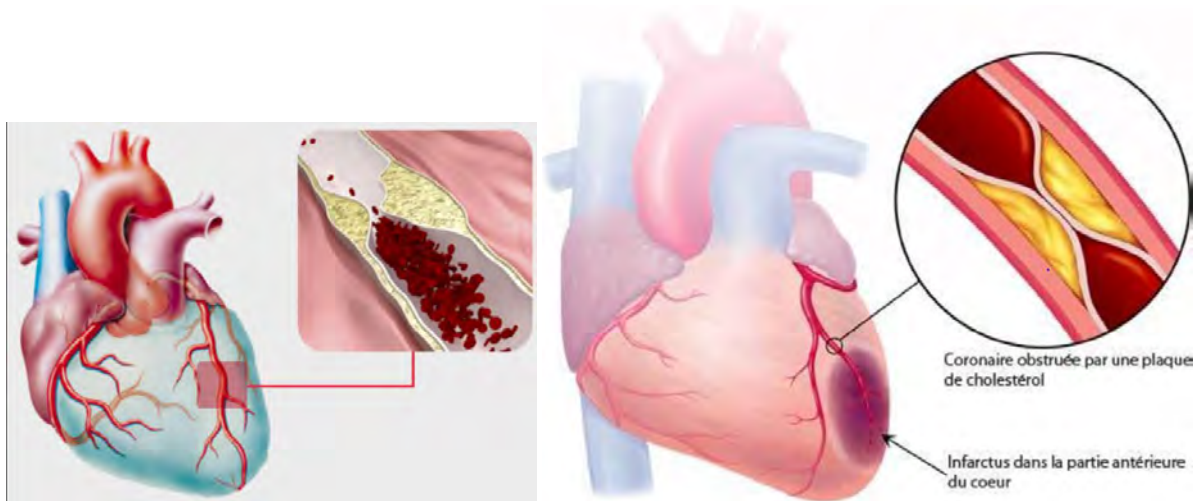


Qu'est-ce que l'athérome coronaire ?

Il s'agit d'un dépôt de substance, principalement à base de cholestérol, qui se constitue à l'intérieur des artères coronaires et les obstrue progressivement. L'obstruction partielle des artères coronaires est responsable de l'angine de poitrine (douleur thoracique liée à l'activité physique).

L'obstruction complète de l'artère est responsable de l'infarctus du myocarde ; généralement due à un caillot, elle entraîne une douleur aiguë, prolongée (supérieure à 20 minutes)

survenant au repos. L'athérome est la principale cause de décès des hommes et des femmes dans les pays industrialisés.



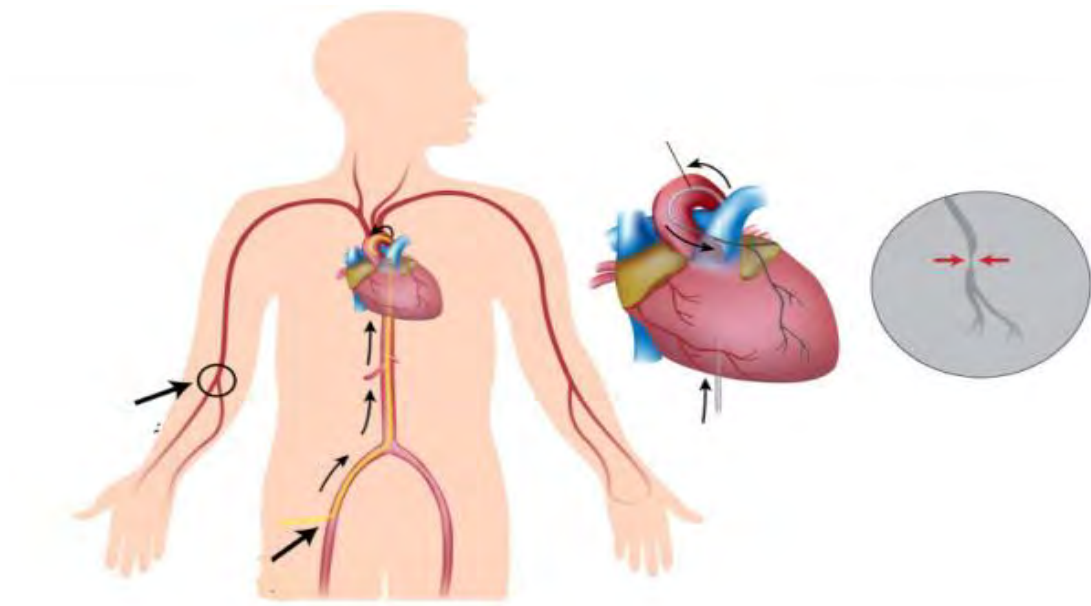
Comment découvre-t-on l'athérome coronaire ?

- **Par des signes** : la douleur thoracique durant l'effort pouvant irradier vers le bras, l'épaule gauche, la mâchoire, le cou, les omoplates, parfois la région de l'estomac.
- Par l'analyse de l'électrocardiogramme (ECG) de repos ou réalisé au cours d'une épreuve d'effort. Pour plus de détails, voir fiche « Epreuve d'effort ».
- **Par le scanner cardiaque**, qui permet la visualisation des artères coronaires dans certaines conditions mais cet outil n'est pas encore validé pour se substituer à la coronarographie classique. Il est principalement utilisé dans un but de dépistage de la maladie coronaire plutôt qu'un outil de diagnostic de prise en charge. En effet, toute lésion détectée par le scanner devra être confirmée et validée par la coronarographie conventionnelle. Bien que n'imposant pas de ponction artérielle, il nécessite cependant l'injection de produit de contraste et une irradiation par les rayons X.
- Principalement par l'**angiographie coronaire ou Coronarographie**

La coronarographie

La coronarographie est réalisée sous anesthésie locale, consiste à injecter le produit de contraste dans les artères coronaires à l'aide d'un cathéter introduit par l'artère fémorale au pli de l'aîne. L'injection est filmée par une caméra utilisant les rayons X. Ainsi, la coronarographie permet de visualiser sur un film les rétrécissements et/ou obstructions provoqués par les plaques d'athérome déposées dans les vaisseaux et contribue à déterminer

le geste le plus approprié à votre état, afin de diminuer le risque de complications ultérieures et d'améliorer le confort de votre vie.



➤ Avant la coronarographie

L'examen nécessite une hospitalisation. Lors de votre entrée, vous remettrez aux médecins et aux infirmières, tous les documents en votre possession (radiographie, électrocardiogramme, épreuve d'effort, examens biologiques, scintigraphie...). Vous mentionnerez également tous les traitements que vous prenez actuellement. Certains médicaments en cours seront arrêtés quelques temps avant l'examen de façon à ne pas perturber les résultats de celui-ci :

Les anticoagulants peuvent éventuellement être arrêtés avant l'examen, la date d'arrêt de ce traitement anticoagulant, si cela est nécessaire, sera précisée par votre médecin traitant ou le service où sera effectué l'examen.

Pour les patients diabétiques, le traitement par Metformine doit être interrompu la veille de l'examen et réintroduit 48 h plus tard, sous réserve de contrôle de la fonction rénale.

➤ Où s'effectue la coronarographie ?

L'exploration s'effectue dans une salle de cathétérisme ; vous serez installé sur une table d'examen. Votre électrocardiogramme et votre tension seront surveillés en permanence. La salle comporte également un appareil de radio qui permet de contrôler le passage, la position et la progression de la sonde (cathéter) à l'intérieur des cavités cardiaques.

La région par laquelle on va introduire la sonde, est soigneusement désinfectée, elle sera isolée par des linges stériles et il ne faudra plus, sous aucun prétexte, porter la main dans cette région, cela risquerait de provoquer une infection.

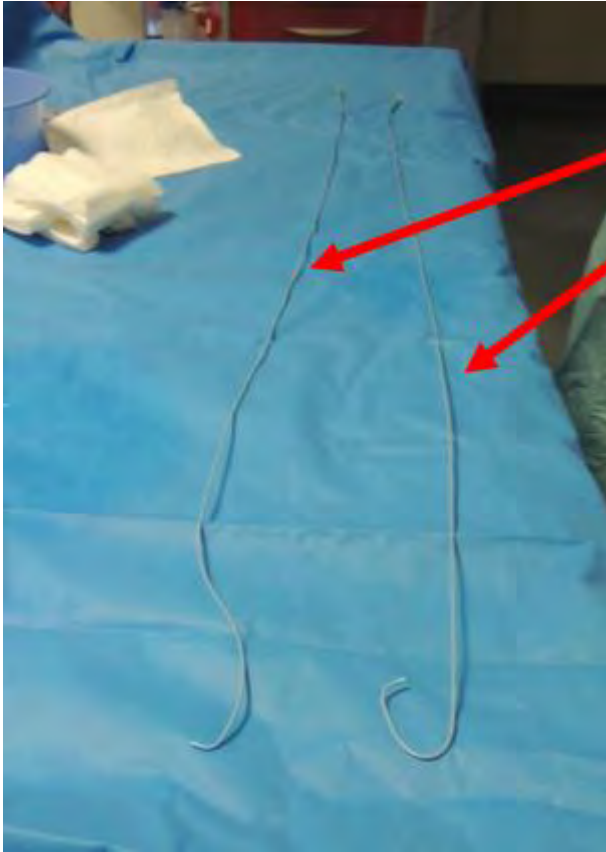


➤ Comment le médecin introduit-il les sondes ?

Le médecin procède tout d'abord à une anesthésie locale .lorsque la région est endormie. Il ponctionne l'artère et met en place un introducteur (c'est-à-dire un tube) dans les vaisseaux , au niveau de l'aîne ou du poignet, par lequel les cathéters (ou sondes) sont montés.

Les cathéters sont des tuyaux flexibles, en plastique, opaques aux rayons X, de 2mm de diamètre environ. Ils progressent à l'intérieur des vaisseaux et leur position et suivie sur un écran de télévision

Vous ne ressentirez aucune douleur pendant la progression du cathéter, seulement une sensation de chaleur normale due au produit de contraste.



➤ Déroulement de l'examen

L'examen commencera par la prise des pressions à l'intérieur des diverses cavités (et éventuellement la mesure du débit cardiaque).

On procédera ensuite à l'angiographie (injection de produit de contraste à l'intérieur des cavités cardiaques) ; cet examen est destiné à rechercher les anomalies au niveau des valves et à détecter des communications anormales, à établir la qualité de la contraction de la pompe cardiaque, et à opacifier les artères coronaires. Le produit de contraste opaque aux rayons X détermine une sensation de chaleur diffuse dans tout le corps qui va durer 15 à 20 secondes.

Certaines personnes présentant des manifestations allergiques (asthme, urticaire, eczéma) ou ayant présenté des réactions allergiques lors des examens antérieurs (par exemple des reins, des autres artères ou veines) sont priées de le mentionner au médecin avant l'examen.

Cette exploration nécessite la participation du patient qui, à tout moment, assiste aux différentes phases de l'exploration. Ainsi au cours de l'examen, on vous demandera à certains moments de : • gonfler à fond la poitrine, • cesser de respirer pendant une

période de quelques secondes pendant laquelle on filmiera les cavités et les artères. A d'autres moments, le médecin vous demandera de tousser brusquement et fortement.

Au cours de la coronarographie, deux nouvelles techniques permettent de guider et d'optimiser les gestes d'angioplastie :

- la mesure du flux de réserve coronaire (FFR) permet de détecter plus précisément les sténoses qui ont un retentissement sur le fonctionnement du muscle cardiaque
- de même, une tomographie par cohérence optique (OCT) peut être pratiquée pour compléter l'évaluation anatomique des artères coronaires.

➤ **Après l'examen**

Après avoir retiré les sondes, un pansement compressif sera mis en place au point de ponction pour éviter le saignement de l'artère. Vous regagnerez votre chambre

Il est très important de ne pas bouger le membre où a été effectuée la ponction et de suivre les conseils du médecin et du personnel infirmier pour effectuer votre premier lever après l'examen. En effet, un lever ou des mouvements intempestifs peuvent déclencher un saignement au point de ponction et éventuellement un hématome.

Un repas léger vous sera servi 2 heures après votre remontée en chambre, il sera important de boire beaucoup (eau, bouillon...) pour éliminer le produit de contraste.

La coronarographie comporte-t-elle des risques ?

Comme tout geste invasif, la coronarographie comporte des risques qui sont cependant très faibles, mais doivent être connus des patients :

- complications allergiques le plus souvent liées à l'utilisation de produits radiologiques iodés ou d'anesthésique local ;
- complications au niveau du point de ponction de l'artère. La complication la plus fréquente est la formation d'une ecchymose ou d'un hématome au point de ponction qui peut persister plusieurs jours mais qui est habituellement sans conséquence. Cependant l'augmentation de volume dans les jours qui suivent l'examen doit vous conduire à consulter rapidement. Plus rarement, le maniement des sondes peut occasionner des blessures vasculaires et nécessiter une réparation chirurgicale et/ou une transfusion sanguine, ou décrocher un fragment d'athérome responsable d'une embolie.
- complications cardiaques et vasculaires. Au cours de l'examen, peuvent survenir des malaises, des douleurs dans la poitrine, des palpitations liées à un trouble du rythme. Les complications graves sont quant à elles très rares. A titre indicatif, dans une revue

publiée dans la littérature médicale, sur une grande série de patients, on note un risque de décès de 0,8/1000, de perturbations neurologiques (notamment paralysies) de 0,6/1000, d'infarctus du myocarde de 0,3/1000. D'autres complications moins sévères ont été rapportées, leur fréquence est inférieure à 1 %.

Une analyse récente met en évidence que la mortalité des maladies cardiovasculaires a diminué dans les 20 dernières années, démontrant que les méthodes modernes de traitement sont efficaces et justifient les risques aussi bien du diagnostic que Coronarographie du traitement.

Quels sont les traitements de la maladie coronaire aujourd'hui ?

La stratégie thérapeutique est basée sur les résultats de la coronarographie. Selon que les dépôts intracoronaires compromettent ou non le flux sanguin, le traitement comporte des modifications du style de vie pour réduire les facteurs de risques et des médicaments, ou bien peut nécessiter des méthodes pour améliorer la circulation du sang dans les artères :

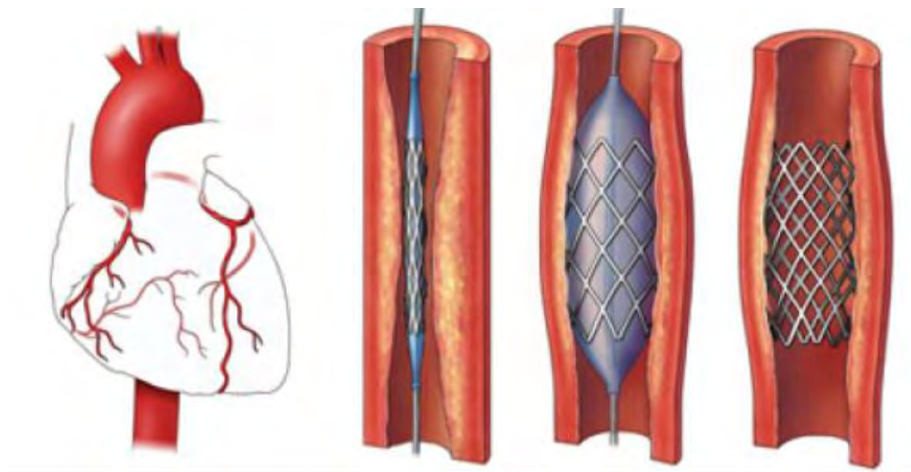
- l'angioplastie coronaire et l'implantation de « Stents »
- la chirurgie de pontage coronaire

1 - L'angioplastie coronaire

En quoi consiste une angioplastie coronaire ?

Par un accès artériel (artère fémorale ou radiale), le cardiologue introduit un ballonnet qui est mis en place sur le rétrécissement puis est gonflé pour dilater l'artère. Dans la grande majorité des cas, il est implanté un « Stent » (tuteur métallique maintenant l'artère ouverte à son diamètre adéquat).

En permettant un apport de sang plus important au niveau du muscle cardiaque, l'angioplastie améliore l'évolution à long terme et notamment la sévérité de l'angine de poitrine.



Avant l'intervention

Vous devez absolument nous dire : • si vous avez des risques particuliers de saigner : maladie du sang, saignements fréquents, traitement fluidifiant du sang (anticoagulant ou anti-agrégant plaquettaire type Aspirine®, Asasantine®, Kardegic®, Persantine®, Plavix®, Previscan® Sintrom®, Solupsan®, Ticlid®...) ; • si vous êtes allergique, asthmatique ou avez mal toléré un examen radiologique ; • si vous avez eu récemment une infection (fièvre, mal de gorge) ou des soins dentaires ; • si vous êtes diabétique, et si oui prenez-vous des biguanides (Glucinan®, Glucophage®, Stagid®) ; • si vous avez une maladie fragilisant le rein ; • si vous êtes enceinte ou susceptible de l'être ou si vous allaitez ; • Messieurs, si vous avez des problèmes pour uriner (adénome prostatique).

D'une manière générale, n'hésitez pas à fournir tout renseignement qui vous paraîtrait important à communiquer et à nous informer de toute maladie sérieuse.

Comment se déroule une angioplastie coronaire ?

La première étape s'effectue exactement comme la coronarographie ; après avoir vérifié l'état des coronaires, le médecin injecte un anticoagulant, l'Héparine. Après avoir introduit le cathéter, le médecin fait passer un guide très fin au niveau du rétrécissement de l'artère, sous contrôle radiologique. Ce guide très fin sert de rail pour guider et placer le ballonnet exactement à l'endroit du rétrécissement à dilater.

Le médecin gonfle le ballonnet en injectant à l'intérieur un produit opaque aux rayons X. La durée de gonflage varie de quelques secondes à 45 secondes ou 1 minute ; il est possible que vous ressentiez une douleur identique à celle que vous ressentez habituellement en faisant un effort, ce qui est n'est pas inattendu, car à ce moment-là l'artère est occluse. Après un ou plusieurs épisodes de dilatation, et une fois que le flux de sang est rétabli de manière satisfaisante, le médecin retire le guide, le ballon et l'introducteur.

Après le retour dans votre chambre

L'équipe soignante continuera à surveiller l'électrocardiogramme, la tension artérielle et le point de ponction fémorale ou radial et vous dira à quel moment vous pourrez boire et manger. Comme après une coronarographie, pour éviter le risque d'hématome en cas de ponction au pli de l'aîne, il vous sera demandé de rester allongé pendant plusieurs heures sans plier la cuisse du côté où la piqûre a été faite.

Le lendemain de l'angioplastie, vous serez autorisé à vous lever et vous pourrez éventuellement être amené à quitter l'établissement ce jour ou le jour suivant.

L'angioplastie coronaire comporte-elle des risques ?

- Les complications allergiques sont le plus souvent liées à l'utilisation de produit de contraste iodé ou d'anesthésique local. Si vous avez déjà présenté des manifestations allergiques, il faut absolument en informer le médecin.
- Les complications au niveau du point de ponction sont plus fréquentes après angioplastie qu'après coronarographie en raison de l'utilisation de traitements anticoagulants .la complication la plus commune est un hématome qui se traduit par un aspect bleuté pouvant persister plusieurs jours mais qui est habituellement sans conséquence. Plus rarement, une artère peut se boucher ou être blessée et nécessiter une réparation chirurgicale et/ou une transfusion sanguine.

- Les complications cardiaques et vasculaires : au cours de l'angioplastie, peuvent survenir des douleurs dans la poitrine, des palpitations liées à un trouble du rythme. La mobilisation d'un caillot, la blessure d'une artère ou une autre complication peuvent conduire :

- à une nouvelle angioplastie,
- à un pontage coronaire (0,61 %) c'est-à-dire une chirurgie cardiaque en urgence,
- à un infarctus du myocarde (0.05% des cas),
- ou à un décès (0.08% des cas).

D'autres complications rares et moins graves ont été observées.

La fréquence des succès et des complications dépend en grande partie de votre état de santé préalable (angine de poitrine stable ou instable, infarctus du myocarde récent, diabète...) et de l'aspect du rétrécissement (court ou long, présence de tortuosités, calcifications, embranchement, possibilité de mettre un stent ou non...). Dans les cas simples, le taux de complications et d'échec est d'environ 5 %.

- La resténose : au niveau des zones qui ont été dilatées, va se produire une cicatrice. Une réapparition progressive du rétrécissement (resténose) peut survenir (1 fois sur 4 à 5), en général dans les 6 premiers mois ; elle peut être traitée par une nouvelle dilatation. Ce risque de resténose s'atténue (< 10 %) avec de nouveaux stents recouverts d'une substance empêchant ce phénomène. Ils sont disponibles depuis octobre 2003 et font l'objet d'indications restrictives

Après votre sortie

S'il n'existe pas de problème au niveau du point de ponction, le médecin vous autorisera à reprendre rapidement vos activités quotidiennes et votre travail. Il est indispensable que vous soyez suivi régulièrement par votre cardiologue qui décidera de l'opportunité d'effectuer des contrôles. Dans tous les cas, la réapparition des symptômes doit vous amener à consulter rapidement votre cardiologue.

il est essentiel, après une angioplastie coronaire ou un pontage coronaire, de contrôler les facteurs de risques conduisant à la propagation de l'athérosclérose. Ces mesures concernent :

- la perte de poids (si surcharge pondérale),

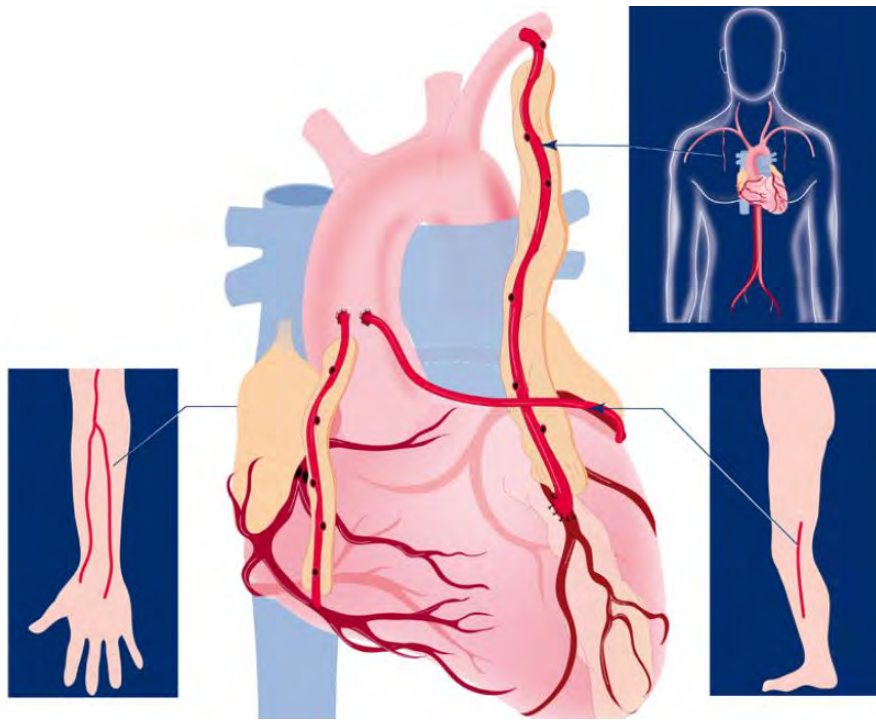
- l'arrêt du tabac,
- la réduction du taux de cholestérol,
- le maintien d'une tension artérielle normale,
- le contrôle d'un éventuel diabète,
- la pratique d'une activité physique douce et régulière.

2 - Le pontage coronaire

Certaines lésions coronaires doivent être traitées par pontage coronaire. Par exemple, les rétrécissements intéressant le tronc coronaire gauche et/ou plusieurs artères importantes sont généralement justiciables de la chirurgie notamment chez les patients diabétiques.

En quoi consiste le pontage coronaire ?

Le pontage coronaire est une procédure chirurgicale qui consiste à améliorer la perfusion du myocarde en créant de nouveaux greffons artériels (conduits). Implantés en aval des zones de rétrécissement, ces greffons vont court-circuiter (bypass) l'obstacle au niveau des artères coronaires. En fonction du nombre d'artères coronaires atteintes, il peut être réalisé de 1 à 5 pontages.



ANGIOSEAL (ST-JUDE MEDICAL) :

Système de fermeture composé d'une éponge de collagène et d'une ancre résorbable reliée par une suture autoserrante.

La fermeture de l'artère fémorale commune se fera en enserrant le point de ponction entre l'ancre et l'éponge de collagène.

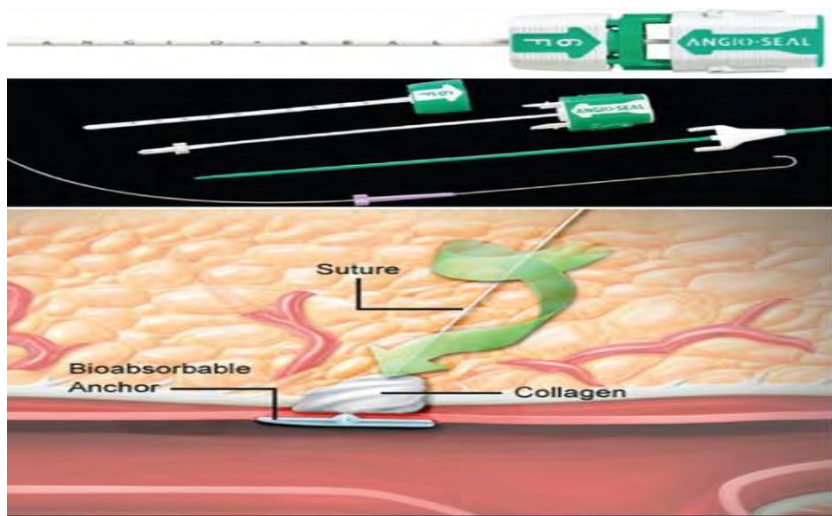


Figure 1 : Système de fermeture ANGIOSEAL

3 étapes de la mise en place : (Figure 2)

1- Insertion d'un guide 0,035" à travers le désilet artériel que l'on peut alors retirer. En évitant toute incision cutanée, mise en place du dilateur d'artériotomie. Le reflux artériel à travers deux orifices distaux et un orifice proximal permet de bien localiser la lumière artérielle, puis retrait du guide.

2- Insertion du système porteur amenant le collagène. L'ancre est alors déployée dans la lumière artérielle.

3- Retrait de la totalité du système en maintenant une certaine tension sur le fil guide. L'ancre est alors plaquée contre la paroi interne du vaisseau. Le compactage du collagène se fait par coulissage d'un tube tampon que l'on pourra retirer après avoir vérifié la bonne hémostase au niveau du point de ponction.

On termine le geste en coupant le fil à la peau.

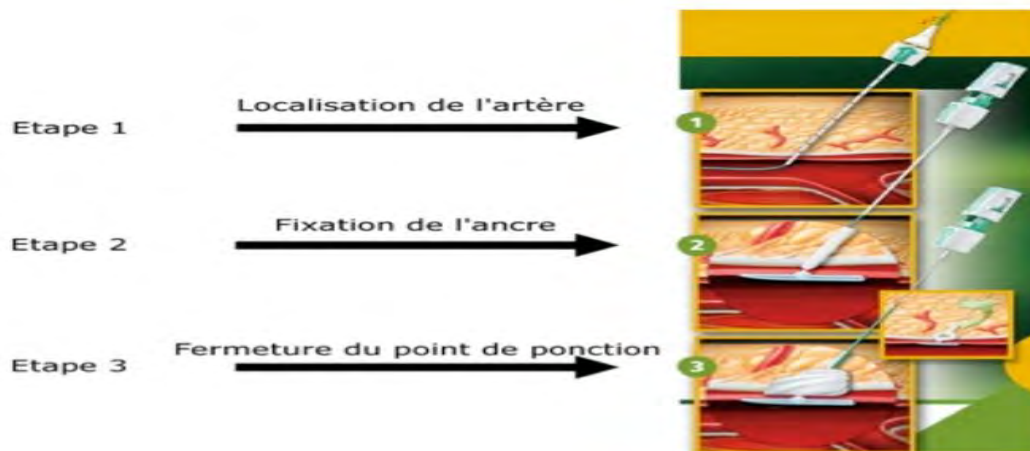


Figure 2: Les 3 étapes de mise en place du système ANGIOSEAL

-Ne pas tasser le collagène trop fort!!! Ce geste peut déformer l'ancre et provoquer, même à distance de la mise en place, un effet "bouchon de champagne".

-Si la ponction ne doit pas être transfixiante, elle ne devra aussi être ni trop haute (au-dessus du pli inguinal), ni trop basse (en dessous de la bifurcation fémorale).

-Pour les patients très minces, une partie du collagène peut ressortir de la peau une fois le système déployé. L'astuce consiste à repousser le collagène sous la peau à l'aide du tube tampon ou d'une pince stérile. Mais en aucun cas, il ne faudra tasser le collagène trop violemment ni couper le collagène qui dépasse (risque de compromettre l'intégrité de l'ensemble ancre-collagène).

Les contre-indications :

S'il n'existe pas de contre-indication proprement dit à la mise en place d'un AngioSeal, il y a cependant lieu de prendre certaines précautions et de tenir compte de certains facteurs : diamètre de l'artère qui doit être $\geq 4\text{mm}$, calcification de l'artère fémorale commune, ponction de l'artère fémorale profonde ou superficielle, ponction à travers des pontages, une HTA élevée.

Les indications

l'AngioSeal est indiqué pour la fermeture de l'artère fémorale commune. Il est particulièrement efficace chez les patients à haut risque hémorragique (anticoagulés, thrombolysés, sous anti GPIIbIIIa), ayant bénéficié d'un acte diagnostique ou thérapeutique pour lequel a été utilisé un désilet $\geq 6F$. La fermeture du site de ponction est possible avec des désilets en place allant jusqu'à 8F.

A noter que le système AngioSeal se résorbe totalement en 90 jours. Si une nouvelle ponction à l'endroit où le dispositif AngioSeal a déjà été utilisé s'avère nécessaire pendant une période inférieure à 90 jours, la ponction à 1 cm en partie proximale du site d'accès précédent peut être effectuée en toute sécurité.

EXOSEAL (CORDIS)

L'Exoseal est la dernière des fermetures percutanées arrivée sur le marché en 2010. Son principe repose à fermer l'artère fémorale par le positionnement extravasculaire d'un bouchon ou plug en acide polyglycolique (PGA) qui se résorbe entre 60 et 90 jours.

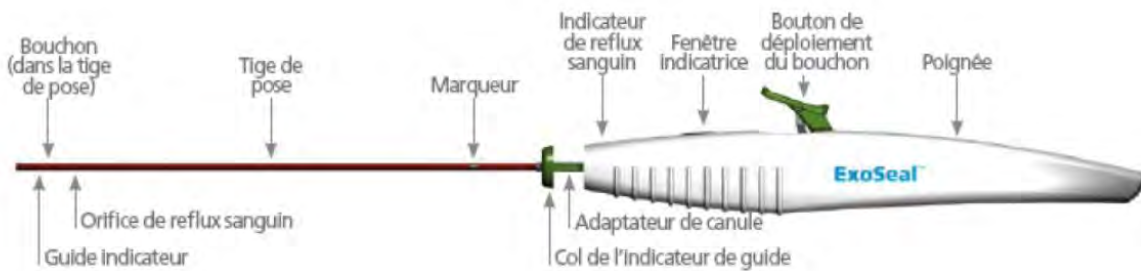


Figure 1 : les différentes caractéristiques mécaniques du système de l'ExoSeal

Les 10 commandements de la fermeture :

- 1- Insérer l'Exoseal dans le désilet jusqu'au marqueur noir présent sur la tige
- 2- Retirer le désilet jusqu'à venir en butée sur le col de l'indicateur de guide jusqu'à un déclic. Le reflux artériel à travers l'indicateur témoigne de la bonne position du système
- 3- Au moment du déclic, un guide en nitinol sort de la tige de l'Exoseal pour se retrouver dans la lumière artérielle (figure 2). Le désilet et l'Exoseal ne font plus qu'un
- 4- On retire avec la main gauche le binôme désilet-Exoseal, la main droite ne faisant que soutenir la poignée. On veillera à maintenir un angle d'environ 45° de telle façon que le guide se retrouve plaqué contre la paroi interne de l'artère fémorale (figure 2)

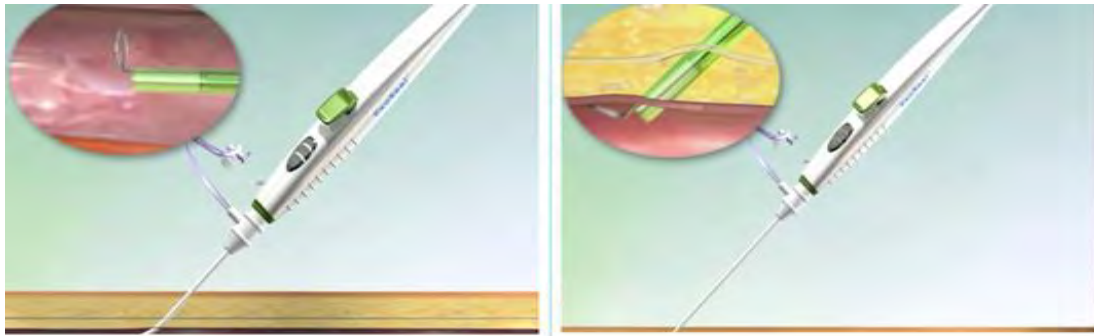


Figure 2 : Etape 3 et 4 de la mise en place du système Exoseal

5- La diminution du reflux artériel prévient l'opérateur qu'il ne lui reste plus qu'un centimètre avant que la partie distale du plug soit sur l'artériotomie. Le retrait du système doit être minutieux, les yeux rivés sur la fenêtre indicatrice (figure 3) qui témoignera du bon moment pour le déploiement du plug



Figure 3 : a fenêtre indicatrice qui témoignera du bon moment pour le déploiement du plug

6- Lorsque les fenêtres passent au noir, se superposant aux marqueurs blancs, l'opérateur peut alors appuyer sur le bouton vert de déploiement

7- L'appui sur le bouton de déploiement amène à décrire deux procédés qui sont réalisés simultanément :

rétraction du guide en nitinol qui se trouvait jusqu'alors dans la lumière artérielle, plaquée contre la paroi

déploiement du plug en PGA qui va se retrouver sur le trou de la ponction

8- Le plug est déployé, veiller à maintenir quelques secondes le bout de la tige sur le plug pour qu'il puisse de suite après sa libération se gorger de sang

9- On retire le système

10-On termine par une légère pression manuelle de deux minutes

Lors de la mise en place de l'Exoseal, il faut prendre en compte certains paramètres tels que :

-l'artère calcifiée : elle n'est pas forcément une contre-indication mais la vigilance est de rigueur. En effet, le fil en nitinol peut accrocher une plaque calcifiée et rendre la fenêtre noir-noir. L'astuce est de tourner le système de 90 à 180° dans le sens horaire ou anti-horaire afin de changer l'orientation du guide. Puis continuer comme d'habitude le retrait du dispositif

-dans tous les cas, ne jamais larguer le plug lorsqu'il y a encore un reflux de sang

-comme pour toute fermeture, l'opérateur devra respecter une courbe d'apprentissage afin de maîtriser au mieux son geste

Indications et contres-indications

Le système de fermeture Exoseal est conçu pour la fermeture de l'artère fémorale commune pour réduire les taux de complications et la durée de l'hémostase. Il permet un lever précoce et une diminution de la durée de séjour du patient.

La principale contre-indication est la longueur du désilet qui est inséré dans l'artère. En effet, pour tout introducteur > 12 cm en place dans l'abord fémoral, il faut procéder à un échange de désilet

Nota Bene : toute mise en place du système Exoseal doit respecter la taille de désilet en place dans l'artère (Exoseal 6F pour un désilet 6F, etc...)

FEMOSEAL (ST-JUDE MEDICAL)

FemoSeal est un dispositif médical indiqué pour la fermeture artérielle fémorale après cathétérisme percutané.

Il se compose de deux disques de polymère entièrement biorésorbables maintenus ensemble par un fil tressé :

- un disque de fermeture interne
- un disque externe

Ces deux disques sont déployés respectivement sur l'intérieur et l'extérieur de la paroi artérielle.

Permet l'hémostase de l'artériotomie par fermeture mécanique entre les deux disques.

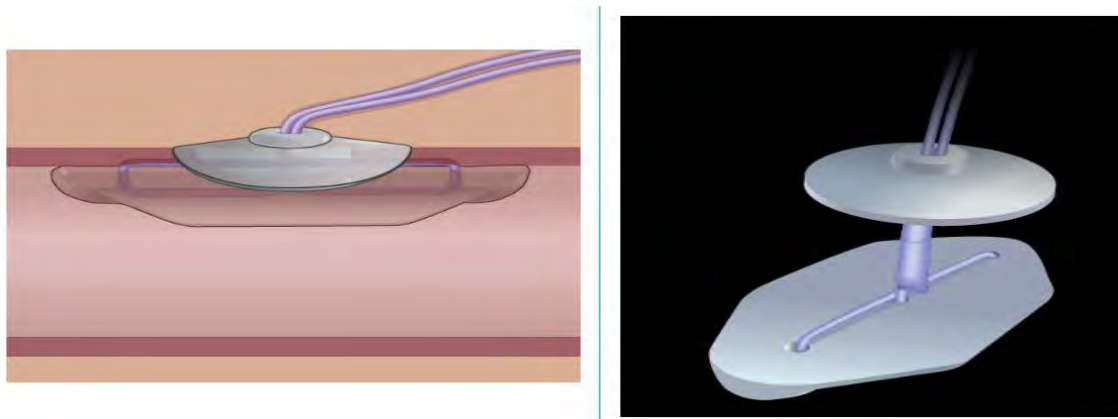


Figure 1: les deux disques de polymère composant le FemoSeal

3 étapes majeures dans la mise en place de FemoSeal

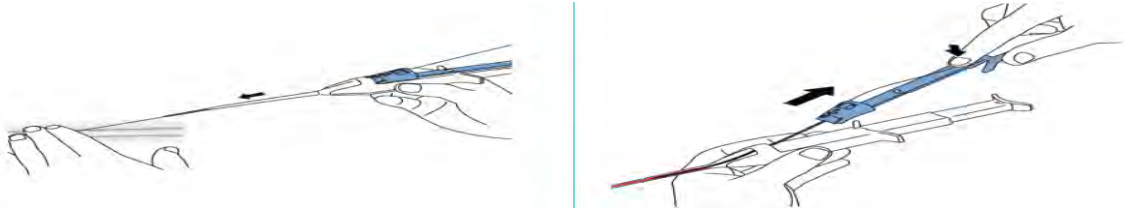
1-Apres localisation de l'artère :

Enfiler le dispositif FemoSeal sur le guide.

Insérer l'introducteur et le dilateur dans l'artère fémorale

Détacher la languette de sécurité avec le dilateur.

Le retrait de cette languette entre 2 et 4 cm doit entraîner l'apparition d'un reflux sanguin dans la partie proximale. Ce reflux atteste de la bonne position du système.



2-fermeture de l'artère fémorale

Déployer le disque interne en enfonçant complètement le bouton poussoir d'un mouvement continu.

Tirer sur le dispositif FemoSeal jusqu'au ressaut du bouton poussoir en position arrière.



3-vérification de l'hémostase

Retirer le dispositif FemoSeal et vérifier l'hémostase.

Couper la suture à la peau et nettoyer le point de ponction.

Appliquer un pansement stérile.



STARCLOSE SE (ABBOTT VASCULAR)

Le système de fermeture vasculaire StarClose SE a été conçu pour la mise en place d'un clip en nitinol (nickel et titane) destiné à fermer les sites de ponction de l'artère fémorale à la suite de procédures de cathétérisme percutanées.

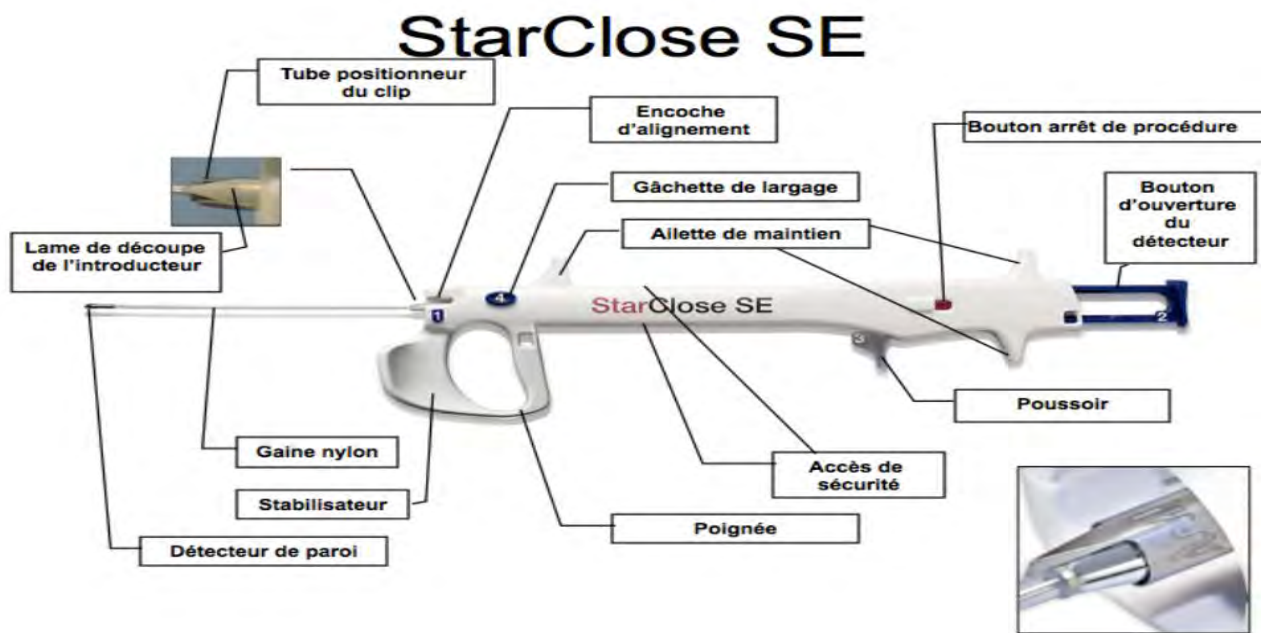


Figure 1: Présentation du système de fermeture Starclose

Avant de procéder à la mise en place de StarClose, il est indispensable de réaliser un angiogramme du site de ponction afin de s'assurer que l'introducteur se situe dans l'artère fémorale commune.

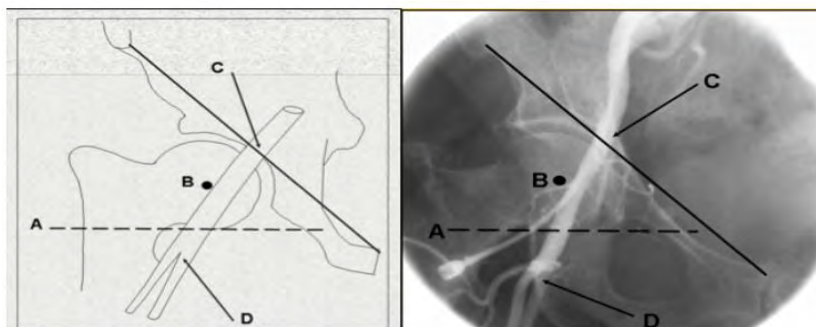


Figure 2: Abord optimal de l'artère fémorale commune

Le système de fermeture vasculaire StarClose SE est constitué de la manière suivante :

- le système de mise en place d'un clip (1)
- un guide 0,038'' (2)
- un introducteur spécifique (3)

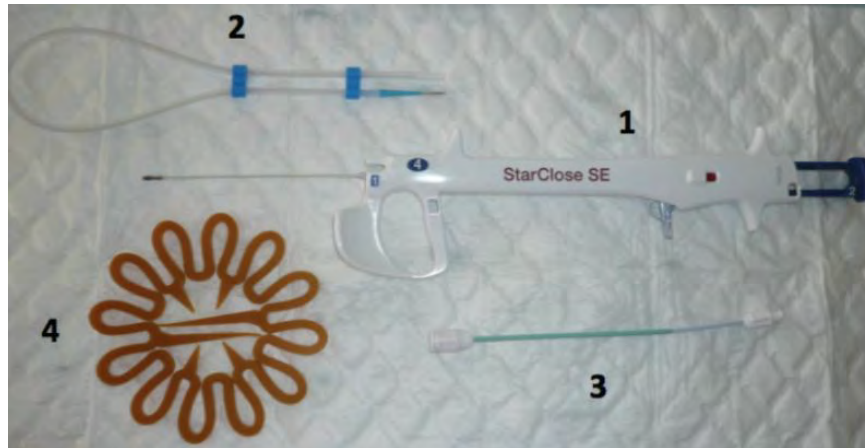


Figure3 : les composantes du système de fermeture vasculaire StarClose

A noter en (4) le clip de StarClose SE servant à fermer l'artère, exagérément agrandi. En réalité, ce clip en nitinol mesure 4 mm de diamètre et 0,2 mm d'épaisseur

LES DIFFÉRENTES ÉTAPES

1er étape :

- insertion du guide 0,035'' dans l'introducteur utilisé pour réaliser le cathétérisme
- Retrait du désilet artériel en laissant le guide dans la lumière
- Incision cutanée de 5-7 mm obligatoire pour faciliter le passage du dispositif
- mise en place de l'introducteur du kit, spécifique au StarClose SE

- retrait du guide 0,038''
- insertion du StarClose SE dans l'introducteur jusqu'au clic
- maintenir le dispositif à 45°

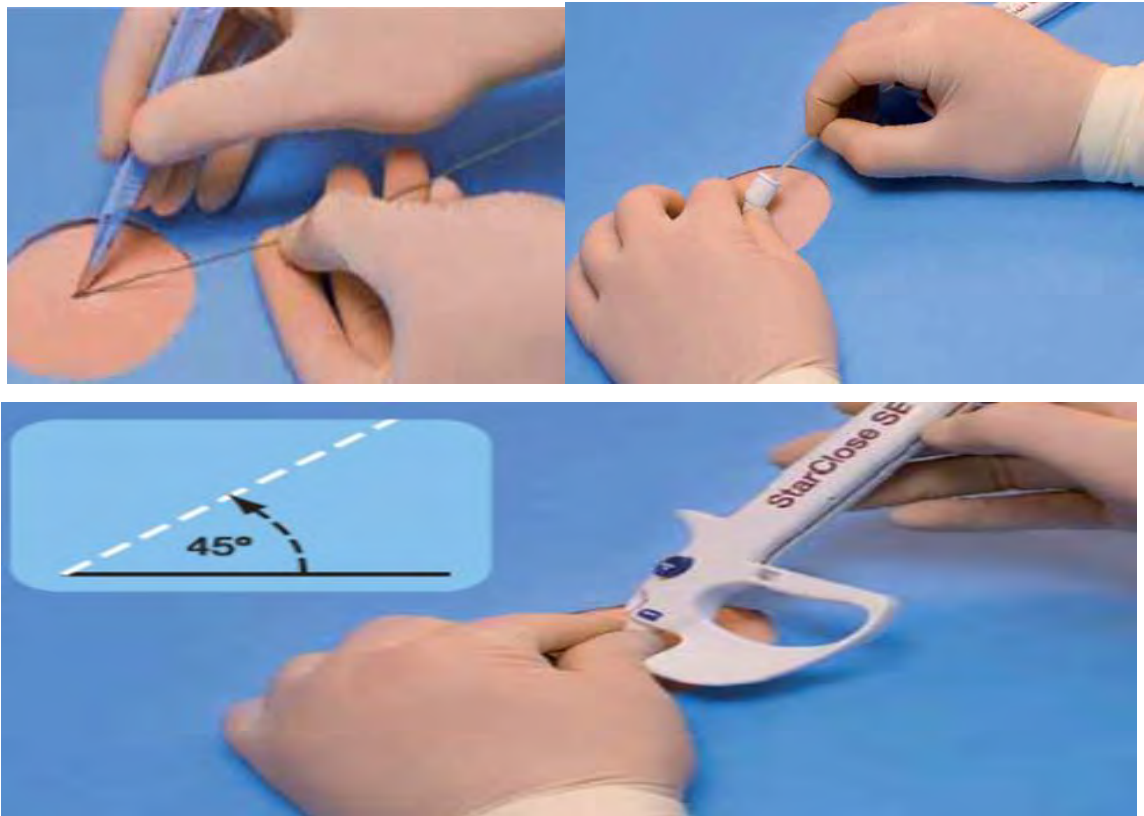


Figure4 : 1^{er} étape de la technique de mise en place du StarClose

2eme étape :

- retirer le dispositif de 3 à 4 cm de la peau
- déployer le localisateur de la paroi du vaisseau en appuyant sur le bouton 2 et en maintenant le système à 45°

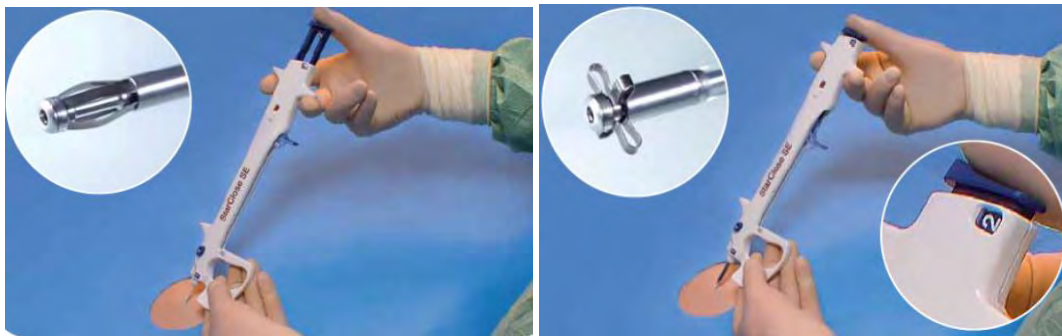


Figure 5: déploiement du localisateur du StarClose

3eme étape :

- retrait du StarClose SE jusqu'à la butée, de telle sorte que le localisateur se retrouve plaquée contre la paroi interne du vaisseau
- appuyer délicatement sur la gachette (bouton 3) du dispositif jusqu'à la butée et apparition du chiffre 3 dans la fenêtre

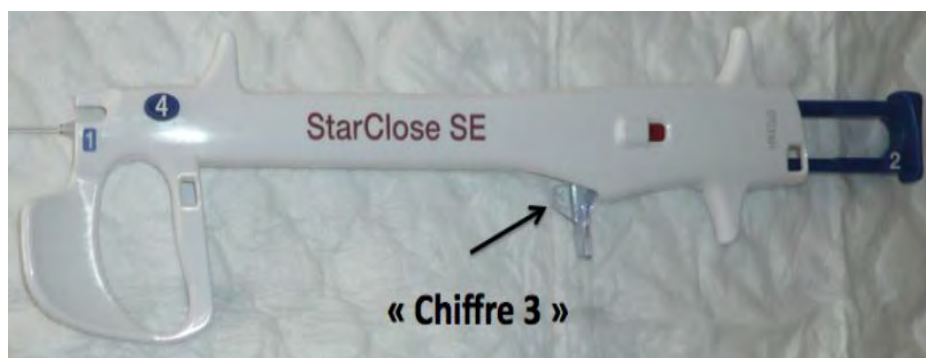


Figure 6 : 3eme étape de mise en place du StarClose



Figure 7 : Descente progressive du tube du StarClose SE qui pèle la gaine de l'introducteur

4eme étape :

- basculer le système dans un angle situé entre 45 et 75° (verticaliser le système à un angle de 70°)
- mise en place du clip par appui sur le bouton 4
- au clic n°4 le clip est largué, le localisateur se referme en même temps
- retrait du système
- massage du point de ponction pour permettre au nitinol de bien se déployer et de prendre sa forme initiale



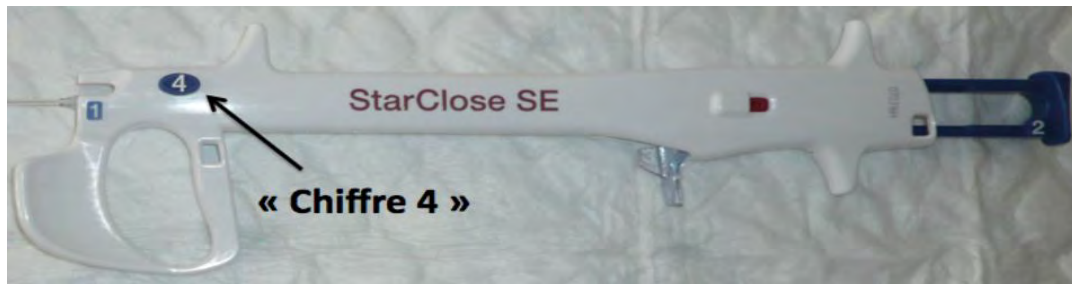


Figure 8 : 4eme étape de mise en place du StarClose

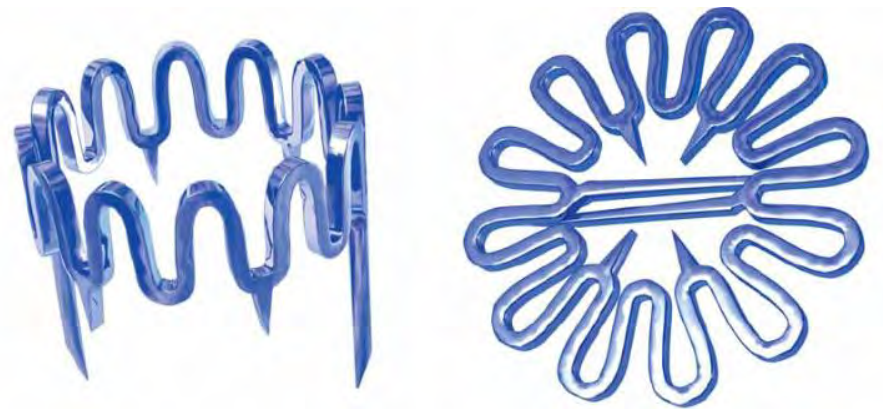


Figure : A gauche, le clip tel qu'il se présente dans le système

A droite, le clip tel qu'il se présente déployé sur le site d'artériotomie

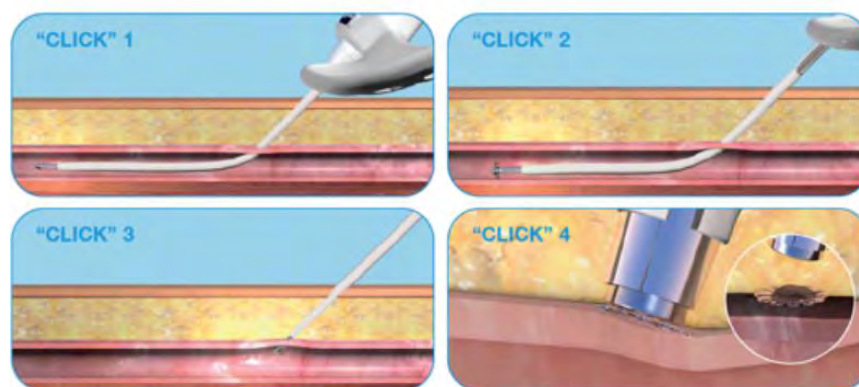


Figure : Les 4 étapes de la mise en place du clip Starclose

NB : Ce produit ne doit être utilisé que par un médecin formé par Abbott Vascular.