

Année 2022

N° : MS 203/2022

Mémoire de fin d'études

Pour L'obtention du Diplôme National de Spécialité
*en : **Cardiologie***

Intitulé

**LES PERFORATIONS CORONAIRES :
ETUDE RETROSPECTIVE A PROPOS DE 10 CAS
ET REVUE DE LA LITTÉRATURE**

Présenté par :

Docteur TAGUENITI Jalal

Sous la direction du :

Professeur DUKERRAJ Latifa



Remerciements

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schéma représentatif des différents stades des perforations coronaires selon la classification d'Ellis	7
Figure 2: Prévalence des perforations coronaires compliquant une angioplastie dans notre étude.....	9
Figure 3: L'angioplastie 'ad hoc' a été réalisée chez 6 patients, alors qu'elle était différée chez 4 patients	13
Figure 4: Perforation coronaire au niveau de l'IVA distal par guide WHISPER ES avec mise en place d'un coil.	20
Figure 5: CTO de la coronaire droite, compliquée d'une perforation après post dilatation du stent de la CD II, mise en place d'un stent couvert.	21
Figure 6: Perforation grade III de l'IVA	21
Figure 7: Image scannographique avec reconstruction coronaire de l'aorte ascendante avec l'arbre coronaire.....	24
Figure 8: Nombre brut et incidence des perforations coronaires de 2006 à 2013. PCI* angioplastie coronaire	30
Figure 9: Obturation de la perforation artérielle avec brèche latérale par un stent couvert	42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Répartition des malades en fonction des facteurs de risque cardiovasculaires	10
Tableau 2: Répartition des patients en fonction des antécédents médicaux.....	10
Tableau 3: Répartition des malades en fonction des indications à l'angioplastie coronaire	11
Tableau 4: Répartition des patients en fonction des anomalies électriques à l'ECG	11
Tableau 5: Répartition des patients en fonction des anomalies biologiques.....	12
Tableau 6: Répartition des malades en fonction du diamètre des stents actifs, des ballons et des stents couverts	16
Tableau 7 : comparant les différentes caractéristiques cliniques générales en fonction des études : .	31
Tableau 8: les artères perforées Tim Kinnaird et al.	32
Tableau 9: Facteurs prédictifs des perforations coronaires. Adapté d'après avec la permission de Informa Healthcare.....	33
Tableau 10: Montrant le mécanisme de la perforation ainsi que la PEC selon Al-Lamee et al. [24] .	34
Tableau 11: montrant les spécificités techniques des patients compliqués d'une perforation coronaire type III.....	35
Tableau 12: Les avantages et inconvénients relatifs de l'embolisation par graisse par rapport à l'embolisation par coil dans le traitement des perforations coronaires distales	44

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	4
RESULTATS	8
1- PRÉVALENCE :	9
2- LES ASPECTS DÉMOGRAPHIQUES :	9
2-1 : L'âge :	9
2-2 : Le sexe :	9
3- LES ASPECTS CLINIQUES :	10
3-1 Les facteurs de risque cardio-vasculaires :	10
3-2 : Autres antécédents :	10
3-3 Le tableau clinique :	11
4- LES ASPECTS ÉLECTRIQUES :	11
5- LES ANOMALIES BIOLOGIQUES :	12
6- LES ANOMALIES ÉCHOCARDIOGRAPHIQUES :	12
7- LES DONNÉES DE LA CORONAROGRAPHIE	13
7-1 : Timing de l'angioplastie :	13
7-2 : La voie d'abord de la coronarographie :	13
7-3 : Anticoagulation :	13
7-4 Description des lésions coronaires traitées :	14
7-5 : Matériel utilisé :	14
7-6 : Mécanismes de la perforation coronaire :	15
7-7 Type de perforation selon la classification d'ELLIS :	15
8- PRISE EN CHARGE DES PERFORATIONS :	16
8-1 : Les complications :	16
8-2 : La prise en charge :	16

DISCUSSION	22
1- RAPPEL ANATOMIQUE	23
2- HISTORIQUE	25
3- CARACTÉRISTIQUES DES PERFORATIONS CORONAIRES :	28
3-1 : Les caractéristiques épidémiologiques :	28
a- Incidence :	28
b- Les caractéristiques démographiques :	30
3-2 : LES artères coronaires perforées :	31
4- LES FACTEURS PRÉDICTIONNELS DES PERFORATIONS CORONAIRES :	32
5- COMPLICATIONS DES PERFORATIONS CORONAIRES :	37
5-1 : La tamponnade	37
5-2 Prise en charge :	37
6- DRAINAGE PÉRICARDIQUE	38
CONCLUSION	45
RESUMES	47
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51



Introduction

L'angioplastie s'est beaucoup développée les dernières années et elle est devenue le gold standard de la revascularisation myocardique.

Actuellement plusieurs lésions qu'on respectait il y'a un certain temps sont actuellement accessibles (occlusions chroniques, lésions très calcifiées...) par le développement des techniques d'angioplasties.

Plusieurs patients qui relevaient forcément d'une chirurgie cardiaque de revascularisation sont actuellement orientés vers l'angioplastie coronaire.

Cependant -Tout comme les pontages – l'angioplastie n'est pas dénuée de risques et de complications.

L'angioplastie comporte plusieurs temps (préparation de la lésion (Pré-dilatation, artériotomie rotationnelle..), le largage du stent ainsi que l'optimisation du geste, toutes les étapes peuvent être pourvoyeuses de complications parmi lesquelles la perforation coronaire est l'une des plus redoutables car elle peut mettre en jeu le pronostic vital et rapidement entraîner le décès du patient.

Les perforations coronaires surviennent sur un terrain particulier et surtout sur des lésions complexes d'où la nécessité de bien analyser la coronarographie diagnostic pour bien prédire le risque et surtout avoir le matériel nécessaire pour gérer cette complication quand elle survient.

Son diagnostic est angiographique, il peut parfois être difficile surtout pour les perforations distales.

Le traitement repose sur la mise en condition (remplissage, drainage péricardique) ainsi qu'un geste hémostatique actuellement accessible par voie percutanée (stents couverts, coils ...) et parfois une chirurgie en urgence.

La connaissance de cette complication , ses facteurs prédictifs ainsi que sa prise en charge permet d'éviter l'évolution vers le décès du patient.

L'objectif de notre travail :

- Décrire les aspects cliniques, épidémiologiques et techniques des perforations coronaires
- Présenter à travers une revue de la littérature, les facteurs prédictifs des perforations coronaires ainsi que les différents moyens thérapeutiques.

Matériels et méthodes

Nous avons mené une étude prospective, descriptive et monocentrique au sein du service de cardiologie du Centre Hospitalier Sud Francilien en région Parisienne et étendue sur une période de 14 mois de Mai 2021 au Juillet 2022.

- ❖ Les critères d'inclusion : tous les patients ayant subi une angioplastie coronaire compliquée d'une perforation coronaire au décours du geste
- ❖ Les critères d'exclusion : les patients ayant subi une angioplastie coronaire compliquée d'une dissection sans perforation

Tous nos malades ont bénéficié d'un examen clinique complet. Les données recueillies étaient :

- Les caractéristiques démographiques : l'âge et le sexe
- Les aspects cliniques : les antécédents cardiovasculaires, l'hérédité coronaire, les signes fonctionnels et les signes physiques
- Les antécédents de cardiopathie ischémique et les antécédents de maladie vasculaire
- Les données biologiques
- L'apport de la coronarographie
- Le siège et le type de la perforation
- Les circonstances de survenue
- Les complications associées : tamponnade, état de choc, dissection coronaire
- Les modalités thérapeutiques
- L'évolution des malades après traitement

L'ensemble de ces données ont été exploités grâce au logiciel statistique Excel et SPSS version 22.0

Nous avons utilisé la classification des sténoses coronaires en fonction de leurs caractéristiques angiographiques selon l'American Heart Association et l'American College of Cardiology

Lésions de type A	
(toutes les caractéristiques doivent être respectées)	
- courte (moins de 10 mm)	- peu ou pas calcifiée
- concentrique	- non occluse
- facilement accessible	- non ostiale
- sur un segment ayant une angulation diastolique inférieure à 45°	- n'englobant pas de branche collatérale importante
- contour lisse	- sans thrombus
Lésions de type B	
Type B1 : une des caractéristiques de type B est suffisante	
Type B2 : deux caractéristiques de type B ou plus	
- tubulaire (10 à 20 mm)	- calcifiée
- excentrique	- occluse, inférieure à 3 mois
- après un segment proximal modérément tortueux	- ostiale
- segment angulé de 45 à 90°	- bifurcation nécessitant une protection de la collatérale
- contour irrégulier	- thrombus
Lésions de type C	
(une caractéristique est suffisante)	
- longue (plus de 20 mm)	- occluse, supérieure à 3 mois
- segment proximal très tortueux	- collatérale impossible à protéger
- angulation supérieure à 90°	- greffon saphène avec athérome diffus


Nous avons utilisé la classification d'Ellis pour la stadification des perforations coronaires [3]

Ellis Classification


Table 1. Ellis classification of coronary perforations.

Ellis class	Definition
I	Crater extending outside the lumen only and in the absence of linear staining angiographically suggestive of a dissection
II	Pericardial or myocardial blush without a ≥ 1 mm exit hole
III	Free streaming of contrast through a ≥ 1 mm exit hole
III with cavity spilling (ICCS)	Perforation into an anatomic cavity chamber or coronary sinus


I



II



III



Choi et al. Catheterization 1994;60(2):205-2136

www.elliscat.com | EllisCat.com

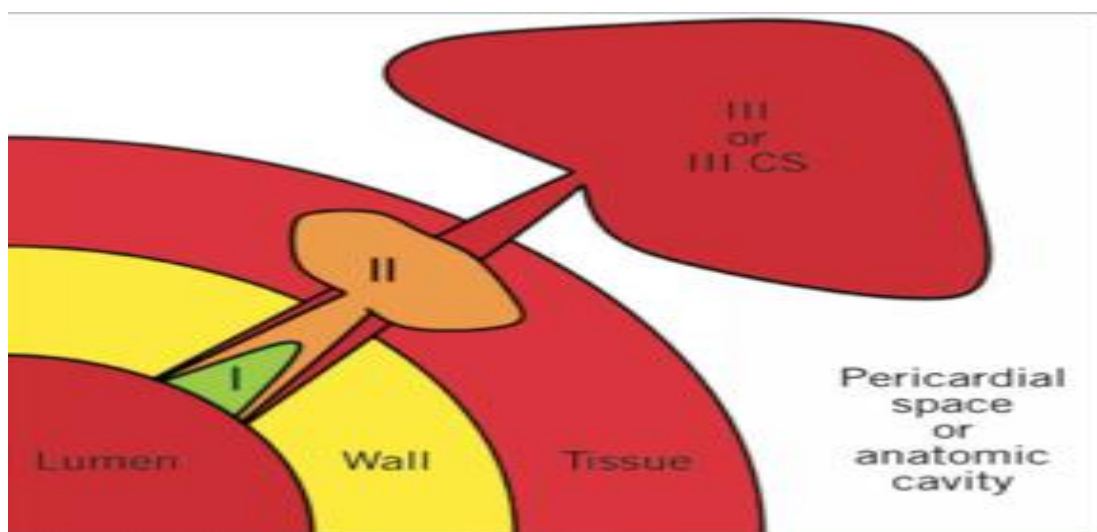


Figure 1: Schéma représentatif des différents stades des perforations coronaires selon la classification d'Ellis

Résultats

1- PRÉVALENCE :

Durant la période d'étude, 1559 patients ont bénéficié d'une angioplastie coronaire. La perforation coronaire post angioplastie est survenue chez 10 patients soit une prévalence de 0,64%.

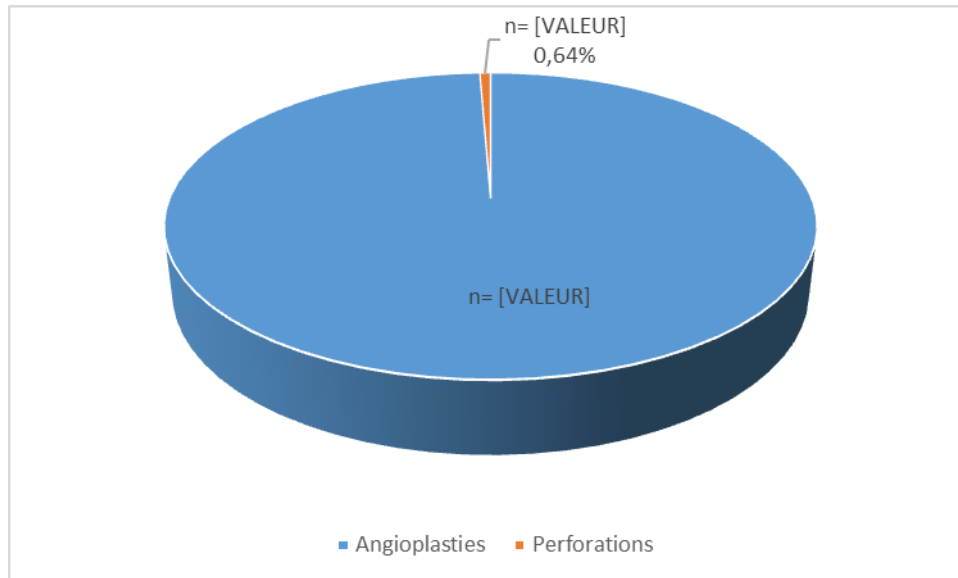


Figure 2: Prévalence des perforations coronaires compliquant une angioplastie dans notre étude

2- LES ASPECTS DÉMOGRAPHIQUES :

2-1 : L'âge :

L'âge moyen de nos patients était de 75,7 ans avec des extrêmes allant de 63 ans à 88 ans.

2-2 : Le sexe :

Nous avons noté une nette prédominance masculine avec un sexe ratio H/F de 4/1

3- LES ASPECTS CLINIQUES :

3-1 Les facteurs de risque cardio-vasculaires :

Tableau 1: Répartition des malades en fonction des facteurs de risque cardiovasculaires

Facteurs de risque cardiovasculaires	Nombre de patients (n)
Tabac :	
- Actif	3
- Sevré	2
- Pas de tabagisme	5
HTA	8
Diabète	6
Dyslipidémie	8
Obésité : (BMI moyen > 25kg/m2)	7
Hérédité coronaire	1

3-2 : Autres antécédents :

Tableau 2: Répartition des patients en fonction des antécédents médicaux

Les antécédents de cardiopathie ischémique	n= 6 : <ul style="list-style-type: none">- angioplastie (n=4)- pontage chirurgical (n=2)
Les antécédents vasculaires	n=4 <ul style="list-style-type: none">- AOMI (n=3)- Sténose carotidienne (n= 1)
Maladie thromboembolique	n= 3 <ul style="list-style-type: none">- Embolie pulmonaire (n=2)- Thrombose veineuse profonde TVP (n=1)

3-3 Le tableau clinique :

Tableau 3: Répartition des malades en fonction des indications à l'angioplastie coronaire

Indication de l'angioplastie	Nombre de patient (n)
NSTEMI	4
Test d'ischémie postif	3 - Scintigraphie myocardique (n=2) - Echographie d'effort (n=1) -
Dysfonction VG avec viabilité	2
Désobstruction d'une occlusion chronique	2

A noter que les patients ayant eu une désobstruction d'une occlusion chronique sont passés par un test de viabilité type IRM cardiaque.

4- LES ASPECTS ÉLECTRIQUES :

Tableau 4: Répartition des patients en fonction des anomalies électriques à l'ECG

Anomalies à l'ECG	Nombre de patients (n)
Ischémie sous endocardique	1
Ischémie sous épocardique	4
Lésion sous endocardique	3
Bloc intraventriculaire	2
Fibrillation auriculaire	4

5- LES ANOMALIES BIOLOGIQUES :

Tableau 5: Répartition des patients en fonction des anomalies biologiques

Anomalies biologiques	Valeur moyenne
Troponine (pg/ml) (N<14)	519,9
Créatinine (µmol/l)	128,5
TP (%)	90,7
Hémoglobine (g/dl)	12,45
Plaquettes (éléments/mm ³)	247.330
Globules blancs (éléments/mm ³)	7440,5
CRP (mg/l)	17,3

6- LES ANOMALIES ÉCHOCARDIOGRAPHIQUES :

- La FEVG moyenne était à 47,9%
 - o Elle était moyennement réduite (40-50%) chez 2 patients
 - o Elle était réduite (< 40%) chez 2 patients
- La FEVG était par ailleurs normale (>50%) chez 6 patients

7- LES DONNÉES DE LA CORONAROGRAPHIE

7-1 : Timing de l'angioplastie :

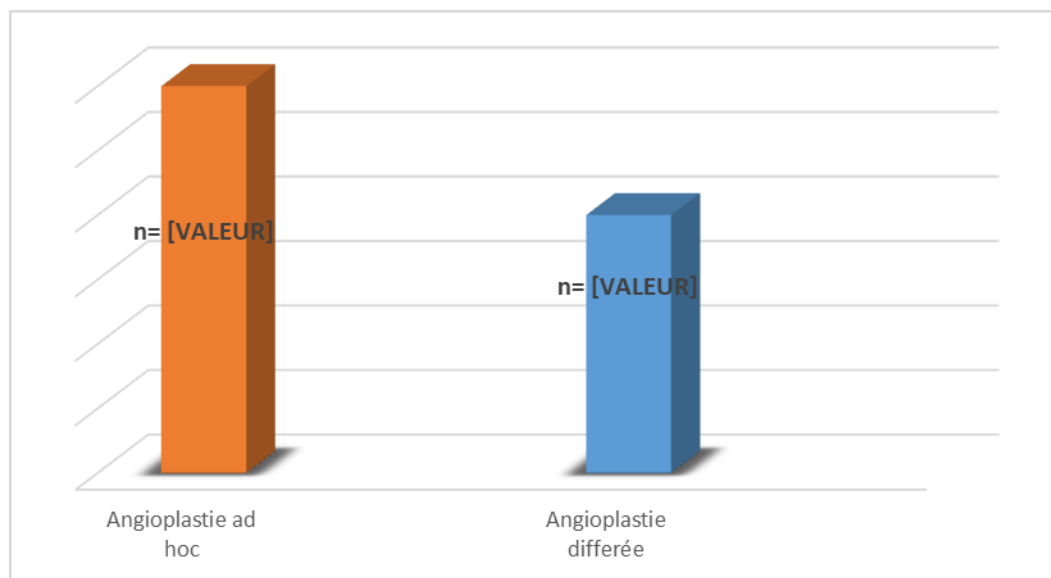


Figure 3: L'angioplastie 'ad hoc' a été réalisée chez 6 patients, alors qu'elle était différée chez 4 patients

7-2 : La voie d'abord de la coronarographie :

Voie d'abord	Nombre de patients (n=)
Radiale droite	4
Radiale gauche	3
Fémorale droite	1
Fémorale gauche	1
Double radiale (CTO)	1

7-3 : Anticoagulation :

Tous les patients ont bénéficié d'une anticoagulation au cours de l'angioplastie par héparine non fractionnée

La dose moyenne était de 9000 UI [3000 ; 14000] avec contrôle ACT pour les CTO.

7-4 Description des lésions coronaires traitées :

Type de lésion

- Calcifiée B2	n=7
- Type C	n=3
Flux TIMI 3	n=8
Occlusion chronique	n=2

Siège de la lésion coronaire :

- Coronaire droite	n=6
- Interventriculaire artérielle (IVA)	n=2
- Tronc commun (TC)	n=1
- Circonflexe	n=1
- Perforation medio-proximale	n=8
- Perforation distale	n=2

7-5 : Matériel utilisé :

Les artères traitées étaient calcifiées justifiant l'usage du ROTABLATOR afin de préparer la lésion.

Les tortuosités importantes impliquent l'utilisation d'extension de guide type GUIDEZILLA afin de pouvoir passer le matériel d'angioplastie.

KT guide (n=10)

EBU	n= 4
JR4	n= 3
AR2	n= 2
AL1	n= 1
Nombre moyen de ballons par procédure	n= 4 [2 ; 9]
Nombre moyen de stents par procédure	n= 1.87 [1 ; 3]
Extension de guide Guidezilla	n=2
Rotablator	n=4
Temps moyen de fraisage (secondes)	56,25

L'utilisation de plusieurs ballons par procédures démontre bien que la perforation coronaire survient le plus souvent sur des lésions résistantes.

7-6 : Mécanismes de la perforation coronaire :

Post dilatation	n=6
Pré dilatation	n=2
Guide hydrophile	n=2

→La perforation pendant la préparation de la lésion avec un ballon semi-compliant est survenue 2 fois avec des perforations grade III d'Ellis, siégeant au niveau proximal ou médian de l'artère nécessitant la mise en place d'un stent couvert.

Le premier patient après pré dilatation dissection de toute la coronaire droite avec perforation grade III d'ELLIS traité par un seul stent couvert et stenting de la dissection par stents actifs (figure 3)

Le deuxième patient lors de pré dilatation après passage dans un faux chenal lors d'une désobstruction d'une occlusion chronique, survenue d'une perforation grade III traitée par mise en place de 2 stents couverts sans survenue d'épanchement péricardique de grande abondance au contrôle.

→La perforation pendant l'optimisation de l'angioplastie par un ballon non compliant surtout quand une empreinte ne peut céder (artères très calcifiées) elle a concerné 6 patients avec des perforations entre grade II-III tous traitées par stents couverts.

Sur ces 6 patients une inflation prolongée d'un ballon a concerné 4 patients.

→Dans notre série, toutes les perforations de l'extrémité distale des artères étaient dues à l'utilisation de guides type Whisper extra support.

7-7 Type de perforation selon la classification d'ELLIS :

Type III	n=8
Type II	n=2

8- PRISE EN CHARGE DES PERFORATIONS :

8-1 : Les complications :

Tamponnade	n=5
Arrêt cardio respiratoire	n=2
Récupéré	n=1
Décès	n=1
Bradycardie et asystolie	n=1

La principale complication dans notre étude était l'épanchement péricardique qui évolue rapidement vers la tamponnade et nécessitant un drainage péricardique en urgence.

L'inflation d'un ballon le temps de préparer un stent couvert a le bénéfice de réaliser un geste hémostatique temporaire au prix d'un infarctus du myocarde localisé.

Tous nos patients ont eu une élévation de la troponine en post-angioplastie.

8-2 : La prise en charge :

Drainage péricardique	n=5
Inflation prolongée d'un ballon	n=5
Antagonistes d'héparine	n=4
Stents couverts papyrus	n=8
Nombre moyen de stents/procédures	1,4 [1 ; 2]
Diamètre moyen (mm)	3,8
Embolisation par coils	n=1

Tableau 6: Répartition des malades en fonction du diamètre des stents actifs, des ballons et des stents couverts

Diamètre du stent actif (mm)	Diamètre (mm) du ballon responsable de la perforation	Diamètre (mm) du stent couvert (PK PAPHYRUS)
3	3,5	3,5
3,5	3,5	3,5
4	4	4
4	4,5	4
3,5	4	3,5
3,5	4	4
3		
-	3 (pré-dilatation)	4
3	3,5	3

❖ Chez une patiente hémodialysé chronique, admise pour une angioplastie programmée de la coronaire droite moyenne, mise en place d'un stent après pré dilatation et au moment de la post dilatation au ballon non compliant survenue d'une perforation grade III d'ELLIS qui a rapidement été colmatée par un stent couvert sans épanchement péricardique significatif.

Au retour en unité de soins intensifs elle fait un malaise avec hypotension avec réalisation d'une échographie cardiaque rapidement retrouvant un épanchement péricardique avec compression des cavités droites, drainage péricardique en urgence avec réalisation d'un contrôle sur le réseau droit montrant la récurrence de la perforation ayant nécessité une implantation d'un deuxième stent couvert avec bonne évolution par la suite.

❖ L'utilisation de coils pour les perforations distales dans notre série a nécessité une certaine expertise et nécessité du micro cathéters PROGREAT 2.7x130 au niveau de l'IVA distale, après une inflation d'un ballon de 1.5* 6 mm pendant 300 secondes.

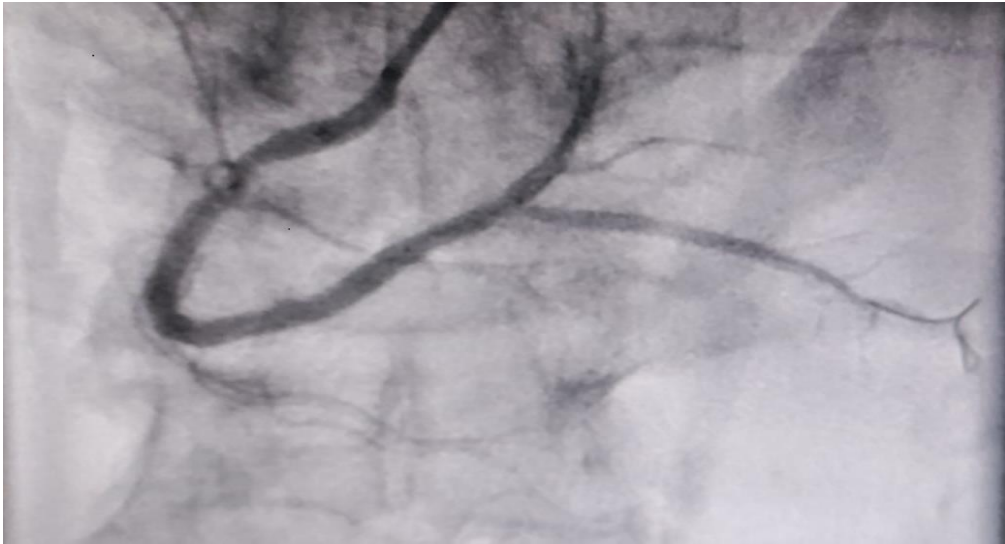
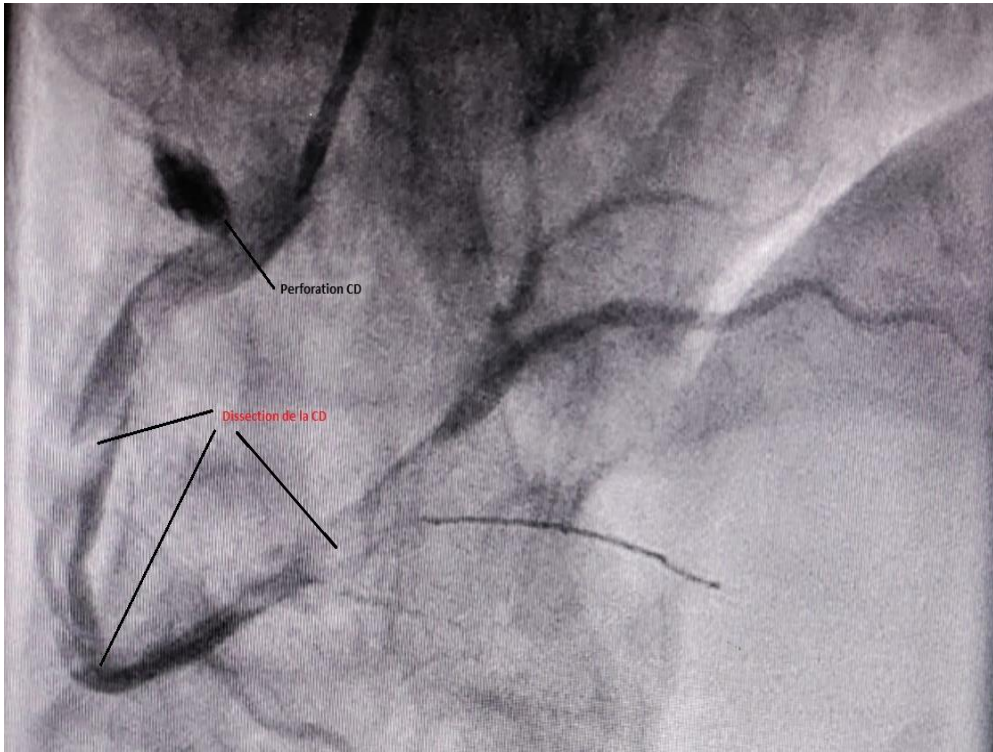
❖ Mise en place d'un coil 5/2mm à ce niveau permettant une occlusion complète sans saignement actif distal en fin de procédure.(figures 4)

Chez le deuxième patient, victime d'une perforation coronaire distale par guide grade II d'Ellis, un traitement conservateur a été décidé, après transfert du patient à l'unité de soins intensifs 15 min après la procédure, le patient a présenté une douleur thoracique avec tachycardie et malaise en rapport avec un épanchement péricardique de grande abondance mis en évidence à l'échocardiographie réalisé en urgence au lit. L'épanchement a nécessité un drainage en urgence puis après antagonisation de l'héparine.

Malgré le drainage le patient est parti en chirurgie cardiaque pour mise en place d'un drain péricardique avec succès.

Le patient ayant bien évolué par la suite.

❖ Nous déplorons un décès, c'était un patient qui présentait un OAP ischémique avec dysfonction VG sévère (25%), insuffisance rénale (débit de filtration glomérulaire (MDRD 20 ml/m²) non dialysé, avec des artères très calcifiées. L'artère coronaire droite présentait une occlusion chronique. Avec lésions étagées sur la circonflexe qui est dominée et lésion très serrées de l'artère interventriculaire antérieure très calcifiée. Après discussion collégiale on a décidé de mettre une sonde de stimulation et un ballon de contre pulsion aortique prophylactique avant la revascularisation de l'artère interventriculaire antérieure, après ROTABLATOR et pré dilatation mise en place d'un stent actif au niveau de l'IVA moyenne et après la post dilatation survenue d'une perforation grade III (figure 6) et décès malgré la pose de 2 stents couverts qui n'ont pas assuré une hémostase complète. Le décès est survenu suite à une dissociation électromécanique.



**Images angiographiques d'une perforation coronaire (figure 2)
et aspect après traitement (figure 3)**

Patient (1) admis pour un angor crescendo avec à la coronarographie diagnostic une lésion calcifiée de l'ostium de la CD très serrée. Après predilatation au ballon semi-compliant, survenue d'une perforation grade 3 avec dissection de la CD jusqu'au trepied (Figure 2 en haut). la perforation a été rapidement colmatée par un stent papyrus 4x15mm, puis mise en place de 3 stents actifs jointifs (Figure 3 en bas).

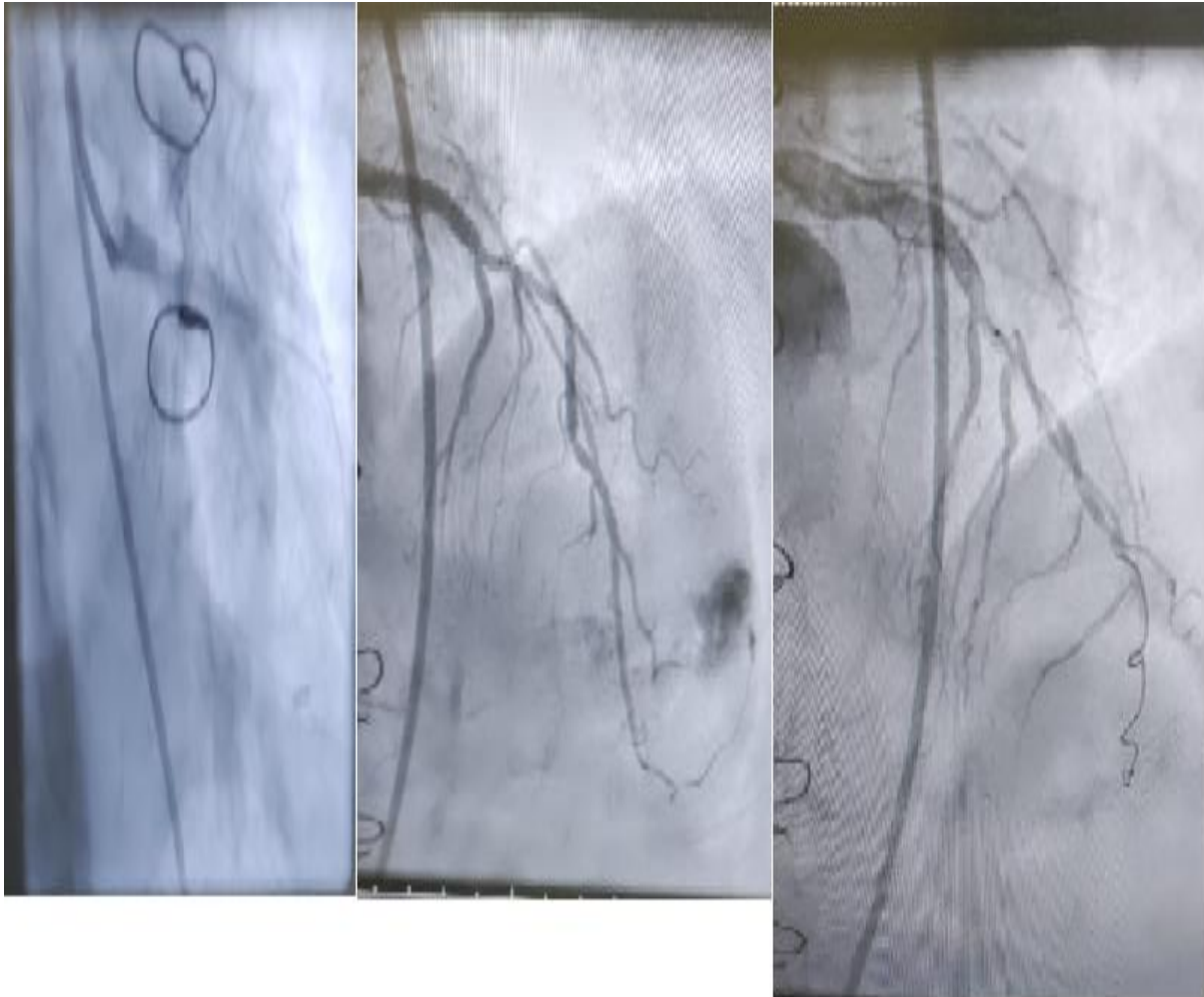


Figure 4: Perforation coronaire au niveau de l'IVA distal par guide
WHISPER ES avec mise ne place d'un coil.



Figure 5: CTO de la coronaire droite, compliquée d'une perforation après post dilatation du stent de la CD II, mise en place d'un stent couvert.



Figure 6: Perforation grade III de l'IVA



Discussion

1- RAPPEL ANATOMIQUE [4] [5] [6]:

Le cœur est vascularisé par les artères coronaires avec 2 troncs l'un à gauche, le tronc commun gauche qui naît de la partie gauche du sinus aortique juste en dessous de l'anneau sino-tubulaire. Il est typiquement aux alentours de 10 mm de longueur, très rarement il n'existe pas et l'artère interventriculaire antérieure et la circonflexe naissent par deux ostia séparés.

Il se divise en 2 artères à gauche :

□ L'artère interventriculaire antérieure : dont le trajet se dirige vers le bas dans le sillon interventriculaire antérieure jusqu'à l'apex, dans 22% des cas elle n'atteint pas l'apex.

Les branches : sont des branches septales et diagonales. Les branches septales vascularisent le septum dans sa partie supérieure.

Les diagonales vascularisent la partie latérale du ventricule gauche ainsi que le muscle papillaire antérolatéral.

Au total, l'IVA revascularise 45 à 55% du ventricule gauche.

□ L'artère circonflexe naît de la partie distale du tronc commun gauche, elle se dirige en bas dans le sillon auriculo-ventriculaire et donne les branches marginales pour la région antéro latérale, postéro-latérales qui vascularisent le mur postéro-latéral, parfois des branches antérolatérales vascularisent le muscle papillaire, elles donnent la vascularisation du nœud nodal dans environ 38% des cas. Elles vascularisent au total 15 à 25% du ventricule gauche lorsqu'elle est de topographie normale, lorsqu'elle est dominante elle vascularise 40 à 50% du VG

Du sinus coronaire droit naît la coronaire droite, elle descend le sillon ventriculaire droit vers la croix du cœur, elle donne en distalité l'artère interventriculaire postérieure dans 85% de cas à partir desquels les septales s'élèvent.

□ Elle continue dans le sillon auriculo-ventriculaire gauche donnant les branches rétro ventriculaires postérieures. L'artère ventriculaire postérieure peut avoir une origine beaucoup

plus proximale type bifurcation haute, ou peut être très petite avec un territoire minuscule, limité à une branche marginale antérieure.

□ Elle vascularise 25 à 35% du ventricule gauche.

□ L'artère du conus est habituellement très proximale dans 50% elle a une origine séparée à l'artère coronaire droite. Elle se dirige antérieurement et vers le haut au-dessus de la chambre de chasse du ventricule vers l'IVA. Elle peut être une source importante de collatérales.

L'artère du nœud dans 60% des cas, c'est une deuxième branche de l'artère coronaire droite qui se dirige obliquement en arrière et en bas à travers le septum auriculaire et le mur antéro-médium de l'oreillette droite, elle vascularise le nœud sinusal, habituellement l'oreillette droite et quelquefois l'oreillette gauche.

□ Les branches ventriculaires droites (branches marginales), habituellement elles ont pour origine la partie moyenne de l'artère coronaire droite, elle donne la vascularisation de tout le mur antérieur du ventricule droit et elles peuvent être aussi une source de collatérales vers le réseau gauche.

□ L'artère ventriculaire postérieure, elle vascularise tout le mur inférieur et la plupart du septum interventriculaire, ainsi que le muscle papillaire postéro-médium.

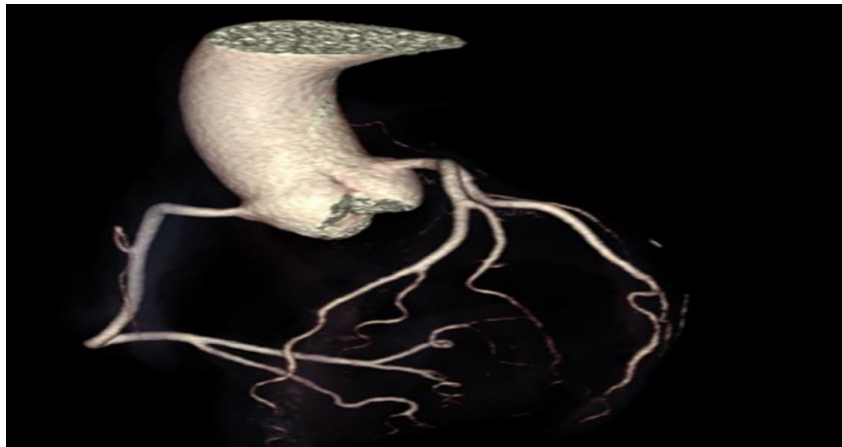


Figure 7: Image scannographique avec reconstruction coronaire de l'aorte ascendante avec l'arbre coronaire

2- HISTORIQUE [7] [8] [9]:

Tout a commencé avec le premier accès artériel percutané avec le docteur S.SELDINGER en 1953, puis la première injection sélective d'une coronaire avec M.SONES en 1958 depuis on a assisté au développement de la revascularisation coronaire percutané avec la première angioplastie en 1976 avec le docteur Grüntzig à Zurich puis de la première angioplastie en phase aigüe d'un infarctus du myocarde en 1980 par le docteur Geoffrey Hartzler.

L'angioplastie coronaire était initialement un traitement expérimental non validé.

A partir d'une image angiographique, il devenait possible d'envisager un traitement révolutionnaire simple permettant aux patients d'éviter un pontage coronaire dans certaines indications sélectionnées.

Redoutant une ischémie myocardique induite par l'occlusion provoquée par le ballon - comme cela avait été observé lors des études expérimentales chez le chien- Andreas avait développé une pompe rotative permettant de perfuser le myocarde en distalité grâce à une des 2 lumières du cathéter.

N'observant pas d'ischémie myocardique, il simplifie le protocole initialement prévu en ne démarrant pas la pompe rotative permettant de perfuser l'artère coronaire en distalité.



❖ Historique des stents coronaire :

1912 – Alexis Carrel : Intubation permanente d'une aorte de chien

1969 – Charles Dotter : Réalisée avec succès dans des artères poplitées de chien avec seulement 4 jours d'héparine comme traitement. L'endoprothèse est insérée en la poussant sur un guide avec un cathéter de même diamètre

1983 – Charles Dotter : Les propriétés de mémoire de forme du nitinol lui permet d'avoir une configuration temporaire, facilitant son implantation transluminale. Implantation de stents expansibles en nitinol. Son application clinique dans la restauration et la préservation de la perméabilité artérielle pourrait compléter la technique de l'angioplastie coronaire actuellement acceptée

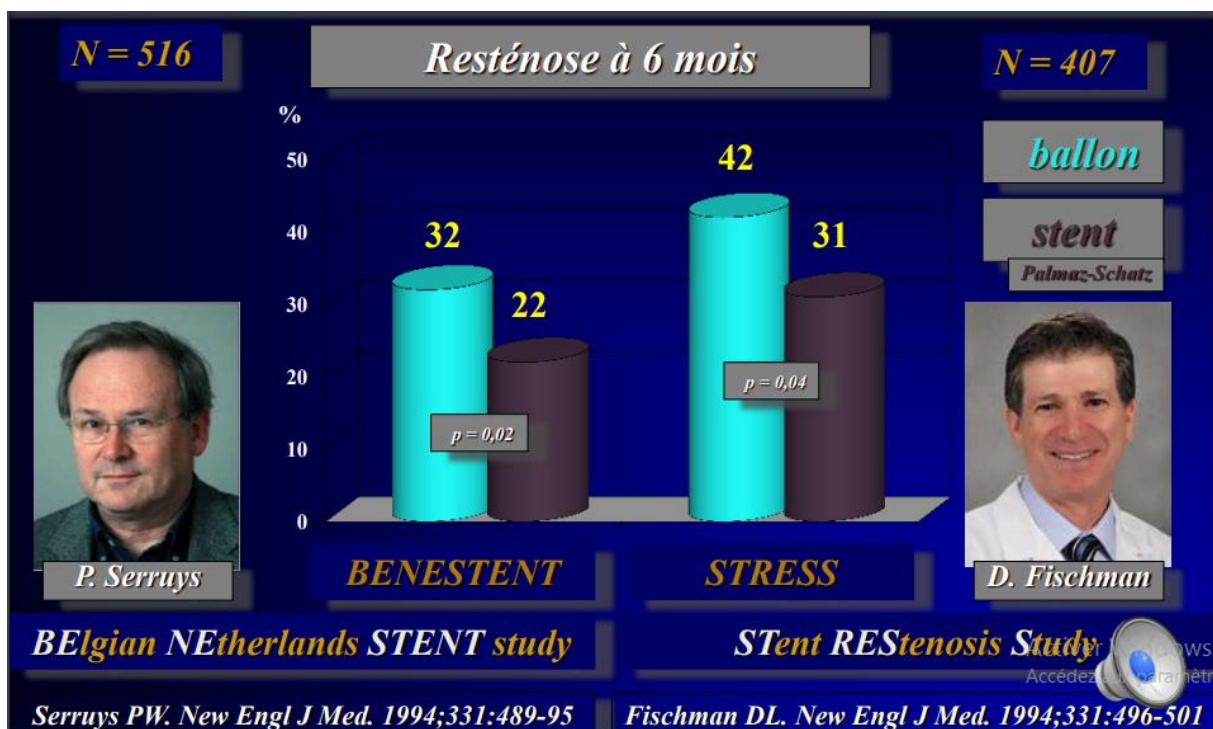
Wallstent – Toulouse – 28 Mars 1986 : Francis Joffre est approché par Medinvent pour établir des protocoles afin d'implanter des prothèses auto-expansibles chez l'animal avec Hervé Rousseau et Jacques Puel. Après 12 mois d'essais chez l'animal, la 1ere endoprothèse périphérique est implantée chez l'homme le 20 Déc. 1985. La 1e endoprothèse coronaire est implantée chez l'homme par Jacques Puel le 28 Mars 1986

En 1985, Ulrich Sigwart : forme un partenariat avec Medinvent pour fournir un soutien technique. Sa 1^{ère} implantation coronaire humaine est réalisée en Avril 1986, après 9 mois d'essais chez l'animal.

Durant son Cours d'angioplastie à Lausanne, Ulrich Sigwart implante le 12 juin 1986 la 1^{ère} endoprothèse humaine pour traiter une occlusion aigüe survenue après une dilatation au ballon de l'IVA proximale. Et, pour la 1^{ère} fois, un patient a pu éviter une chirurgie en urgence, un tournant historique. Le "tournant" survient lors de la constatation d'un excellent résultat après la pose d'un stent pour une dissection occlusive lors d'une dilatation au ballon d'une artère iliaque de rat.

Rapidement, il est apparu que la chirurgie en urgence n'était plus nécessaire du fait de l'efficacité de ce "bail-out" stenting.

Le stent diminue le taux de resténose :



3- CARACTÉRISTIQUES DES PERFORATIONS CORONAIRES :

La perforation coronaire (PC) est une complication rare mais grave de l'angioplastie coronaire, dont l'incidence est estimée à $\approx 0,5$ % [10].

L'entrée de sang artériel dans l'espace péricardique peut entraîner une élévation rapide de la pression péricardique et un compromis hémodynamique rapide. Historiquement, le drainage chirurgical urgent était un traitement standard, mais le développement de nouvelles technologies telles que les stents couverts et les bobines d'embolisation, ainsi que de nouvelles techniques telles que l'injection de thrombus et de graisse, ont permis de traiter de nombreuses perforations sans avoir recours à une intervention chirurgicale. Cependant, malgré l'amélioration des compétences interventionnelles et de l'équipement, les angioplasties coronaires sont de plus en plus complexes, avec une prévalence plus élevée de maladies multivasculaires et une aggravation des comorbidités (comme l'âge avancé et le dysfonctionnement rénal), et des procédures de plus en plus complexes, notamment le traitement des occlusions totales chroniques (CTO). À la lumière de ces changements temporels, il est probable que les PC continueront à se produire [11].

Bien qu'il existe plusieurs séries publiées de PC, la rareté de la complication a limité la littérature à de petites séries monocentriques. La plus grande série publiée décrit 124 événements, et la littérature totale comprend moins de 1000 cas [12].

3-1 : Les caractéristiques épidémiologiques :

a- Incidence :

Les perforations coronaires est une complication rare. Sur une étude menée aux états unis, sur une période de 11 ans (de janvier 1990 jusqu'à décembre 2001) 16298 angioplasties ont été recensés, avec 95 procédures compliquées de perforation coronaire soit une incidence à 0.58% comparable avec nos résultats.

Sur une autre étude américaine ayant colligé 57 perforations coronaires sur 9568 procédures d'angioplasties soit une prévalence de 0.59% [13].

Sur une étude japonaise menée sur 14 ans, ont été colligé 12 cas de perforations coronaires sur 3415 procédures avec une prévalence de 0.35%

	Avi Shimony et al. [14]	Panayotis Fasseas et al. [15]	Akihiro Shirakabe et al. [16]	Notre série
Incidence (%)	0.59	0.58	0.35	0,64

L'incidence des perforations coronaires dans notre série était de 0,64%. Elle est cohérente avec celle observée dans les rapports précédents allant de 0,1 % à 3,0 %. Des taux plus élevés ont généralement été notés lorsque des dispositifs atheroablatifs ont été utilisés. Shimony et al ont rapporté une incidence de 0,59%.

Les perforations coronaires surviennent chez des patients ayant plusieurs comorbidités.

Une étude multicentrique anglaise publiée en 2016, décrit 1762 PC enregistrées à partir de 527121 procédures d'ICP, ce qui donne une incidence globale de 0,33 %. L'incidence globale des PC a augmenté d'année en année reflétant une augmentation du nombre total d'angioplasties coronaires au Royaume-Uni au cours de la période d'étude. Cependant, l'incidence annuelle a varié de 0,29 % à 0,36 %, avec une tendance à la hausse qui n'était pas statistiquement significative (P=0,359) [17].

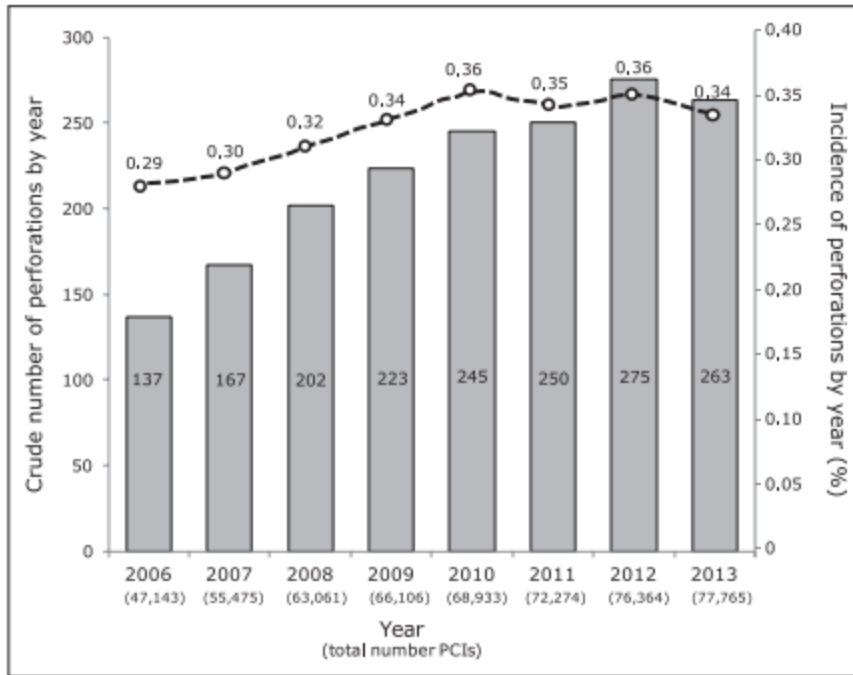


Figure 8: Nombre brut et incidence des perforations coronaires de 2006 à 2013. PCI* angioplastie coronaire [17]

b- Les caractéristiques démographiques :

Dans notre série, l'âge moyen était de 75,7 ans qui est un peu plus élevé que l'âge moyen décrit dans d'autres séries de la littérature. Les autres facteurs de risque cardiovasculaires ont été décrits chez les patients ayant eu une perforation coronaire. L'insuffisance rénale chronique (IRC) étant un facteur prédisposant à la calcification coronaire ; a été objectivée chez 12% des patients dans la série de Javaid et al, chez 2% des malades dans la série de Fasseas et al, et chez 20% des patients dans notre série [15] [18].

Tableau 7 : comparant les différentes caractéristiques cliniques générales en fonction des études :

Nombre de patients (n=)	Age (moyenne)	Sexe masculin	HTA	Diabète	Dyslipidémie	Tabac	IRC
Études							
2006 Javaid A. et al [18] (n=72)	68.5	49 (68%)	53 (74%)	22 (31%)	50 (69%)	20 (28%)	12 (17%)
2004 Fasseas et al (n=95) [15]	67.7	54	61	20	61	14	2
2009 Shimony et al (n=57) [14]	67.9	39 (68%)	47 (82%)	18 (31%)	ND	18 (31%)	ND
2007 SHIRAKABE et al [16] (n=12)	68.8	7	9	6	9	3	ND
Notre étude (n=10)	75.7	8	8	6	8	3	2

3-2 : LES artères coronaires perforées :

Une étude publiée en 2016 par Kinnaird et al [19], comparant 2 groupes de patients : groupe 1 patients ayant subi une perforation, et le groupe 2 : les patients n'ayant pas eu de perforation coronaires au cours de l'angioplastie. Les groupes ont été randomisés en double aveugle.

Variable	No Perforation (n=525 359)	Perforation (n=1762)	P Value
Vessel attempted, n (%)			
Vein graft	21 779 (4)	88 (5)	0.107
Left main	17 474 (3)	135 (8)	<0.001
LAD	240 583 (48)	794 (46)	0.182
Circumflex	123 108 (24)	373 (22)	0.008
Right coronary	185 106 (37)	737 (43)	<0.001

La conclusion des auteurs est que les patients ayant subi une angioplastie du tronc commun et de l'artère coronaire droite sont plus susceptibles de développer une perforation coronaire comparativement au groupe non perforé avec une différence statistiquement significative (8% et 43% respectivement $p < 0.001$) [19].

Une autre étude britannique multicentrique sur une période 10 ans (2006-2016) ayant colligé 1762 patients les artères les plus touchés étaient comme suit :

Tableau 8: les artères perforées Tim Kinnaird et al. [19]

Les artères perforées :	Tim Kinnaird [19]	E. Kandzari et al. [20]
Pontages veineux	88 (5%)	3.8 (3%)
Le tronc commun gauche	135 (8%)	2 (2.5%)
L'artère interventriculaire antérieure	794 (46%)	39 (48.8%)
L'artère circonflexe	373 (23%)	17 (21.3%)
La coronaire droite	737 (43%)	19 (23.8%)

Dans notre étude c'était une prédominance des perforations de l'artère coronaire droite.

4- LES FACTEURS PRÉDICTIONNELS DES PERFORATIONS CORONAIRES :

Plusieurs facteurs prédictifs de perforations coronaires ont été rapportés parmi lesquels figurent les caractéristiques cliniques, anatomiques et procédurales (tableau 7) [21]. Parmi ceux-ci, l'utilisation des techniques d'athérectomie, a un risque relatif de 2,7 à 6,8 en comparaison avec les techniques standards [22] [23].

L'utilisation de guides rigides ou hydrophiles comme cause de perforations du lit distal a également été rapportée. Les autres facteurs prédictifs importants comprennent les lésions

coronaires complexes (type B2/C selon la classification ACC/AHA), notamment les occlusions chroniques, le sexe féminin, les antécédents de pontage aorto-coronarien (PAC) et l'utilisation de l'échographie endocoronaire. Ce dernier est le reflet de l'interprétation erronée des images d'ultrasons intravasculaires afin d'optimiser le résultat de l'angioplastie ainsi que l'utilisation plus fréquente de cette technique en présence de lésions complexes [24].

Par ailleurs, l'âge avancé, l'insuffisance cardiaque, les calcifications et tortuosités coronaires importantes, les petits diamètres de vaisseau et le surdimensionnement des ballons d'angioplastie ou des stents sont également associés avec une augmentation de l'incidence des PC. L'utilisation de *cutting balloons* est aussi liée à une augmentation du risque de PC [25].

Tableau 9: Facteurs prédictifs des perforations coronaires. Adapté d'après [21] avec la permission de Informa Healthcare.

Cliniques	Anatomiques	Procéduraux
Sexe féminin	Lésions complexes*	Techniques d'athérectomie
Insuffisance rénale chronique	Occlusions chroniques	Utilisation de l'échographie endocoronaire
Antécédent de PAC	Calcifications importantes	Surdimensionnement du ballon ou du stent
Âge avancé	Tortuosités importantes	Guides rigides ou hydrophiles
Insuffisance cardiaque	Vaisseau de petit diamètre	Cutting ballon
SCA ST-	Anastomose de pontage	

PAC, pontage aorto-coronarien ; SCA ST-, syndrome coronarien aigu sans sus-décalage du segment ST ; * type B2/C selon ACC/AHA.

Dans une autre étude publiée en 2011 par AL-Lamee et al [24] au journal américain de cardiologie interventionnelle, elle a concerné uniquement les perforations de type III, et a inclut 56 patients.

Elle a montré que sur le plan démographique qu'il y'avait plus de perforations chez les patients de sexe masculin.

Pour l'indication il y'avait plus de perforations pour les patients présentant un angor stable versus angor instable ou une ischémie silencieuse.

Angiographiquement c'était des patients ayant une atteinte multi tronculaire (76.4%)

Pour les artères les plus atteintes l'artère interventriculaire antérieure suivi de la coronaire droite et de l'artère circonflexe.

Tableau 10: Montrant le mécanisme de la perforation ainsi que la PEC selon Al-Lamee et al. [24]

Device causing rupture	
Compliant balloon	15 (26.8)
Mean balloon artery ratio	1.3 ± 0.2
Noncompliant balloon	13 (23.2)
Mean balloon artery ratio	1.3 ± 0.3
Stent delivery system	10 (17.8)
Cutting balloon	4 (7.1)
Directional atherectomy	2 (3.6)
Rotablation	2 (3.6)
Hydrophilic wire	2 (3.6)
Nonhydrophilic wire	8 (14.3)
Action following rupture	
Pericardiocentesis	16 (28.6)
Emergency intra-aortic balloon pump	11 (19.6)
Heparin reversal	24 (42.9)

Le pré dilatation par ballon compliant réalisée chez 15 patients ainsi que la post dilatation par ballon non compliant réalisée chez 13 patients représentaient la cause technique la plus responsable des perforations coronaires avec un ratio diamètre ballon/artère > 1.3, suivi par le largage du stent [24].

Dans notre série malgré l'usage du ROTABLATOR chez 4 patients (sur des lésions calcifiées) on n'a eu aucune perforation due directement à l'usage de ce dernier par rapport à 2 patients dans cette étude.

Les guides hydrophiles étaient en cause de perforations dans notre étude chez 2 patients alors que dans la série de Al-Lamée et al. les guides non hydrophiles étaient responsables de plus de perforations par rapport aux guides hydrophiles.

Pour résumer les facteurs prédictifs de perforations coronaires dans l'étude AL-Lamee et al. :

Tableau 11: montrant les spécificités techniques des patients compliqués d'une perforation coronaire type III

	OR	95% CI for OR	p Value
Type B2 / C lesions	3.75	1,47 – 9,60	0,006
Coronary occlusion	1.91	1,02 – 3,60	0,045
Rotablator	3,47	1,57 – 7,58	0,002
IVUS guided procedure	5,36	3,10 – 9,25	< 0,001

La prévention des PC passe par l'utilisation prudente des techniques d'athérectomie et des guides hydrophiles en présence d'une anatomie coronarienne complexe, surtout lors de l'administration concomitante d'inhibiteurs des glycoprotéines (GP) IIb/IIIa. Par ailleurs, une position stable du guide d'angioplastie est capitale lors de l'avancement et du retrait des ballons et des stents, en particulier s'il s'agit d'un guide hydrophile. En effet, les PC distales sont fréquemment le résultat de mouvements de guides passés inaperçus [26].

Dans le cas de plaques calcifiées résistantes, et en présence d'une anatomie appropriée, la réduction de plaque par athérectomie rotationnelle devrait être privilégiée par rapport à l'angioplastie avec des ballons compliants gonflés à haute pression.

Dans notre série l'âge avancé ainsi que l'insuffisance rénale étaient des facteurs prédictifs de perforation coronaire.

L'angioplastie en 'ad hoc' était plus à risque.

La désobstruction de CTO ainsi que les lésions calcifiées qui nécessitent une préparation par ROTABLATOR et pré dilatations au ballon semi-compliant à haute pression.

Les optimisations d'angioplastie avec diamètre ballon > diamètre du stent implanté avec haute pression étaient également à risque surtout sur une artère calcifiée avec empreinte qui ne cède pas.

Pour les perforations distales c'était l'utilisation de guides hydrophiles type WISPHER ES pourvoyeurs de perforations coronaires ainsi que la collimation importante qui cache l'extrémité distale du guide.

5- COMPLICATIONS DES PERFORATIONS CORONAIRES :

5-1 : La tamponnade

Les PC sont clairement associés à une augmentation d'événements adverses intra hospitaliers et au long cours, comprenant l'infarctus, le traitement chirurgical en urgence et le décès. Ces événements sont surtout la conséquence de la tamponnade, ou de l'ischémie compliquant l'échec de traitement de la lésion cible. Selon la littérature, la tamponnade survient dans 12-46 % des cas (incidence moyenne de 21 % selon une récente méta-analyse), en général immédiatement après la PC [27].

Cependant, cette complication peut aussi apparaître de manière subaiguë, dans les heures voire les jours suivant l'intervention, notamment en cas de perforation distale par un guide d'angioplastie [28]. La tamponnade peut se développer rarement chez des patients opérés de PAC, même en cas de perforation proximale d'un pont [29].

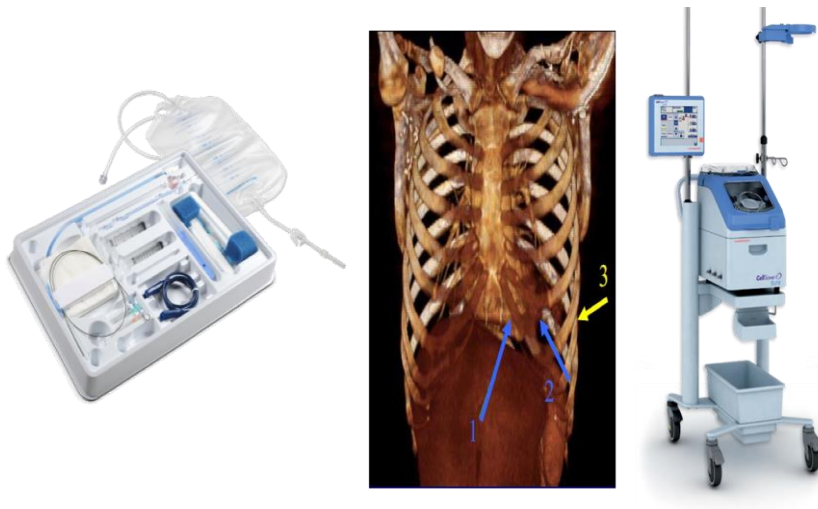
Le traitement chirurgical en urgence comprend généralement le drainage péricardique, éventuellement associé à un geste de PAC ou une réparation/ligature de l'artère perforée. D'anciennes séries rapportent un recours à la chirurgie en urgence dans 24-39 % des cas [30].

Cependant, cette incidence a diminué ces dernières années (5-17 %). Cette tendance est probablement en lien avec une diminution de l'utilisation des techniques d'athérectomie, une plus grande proportion de PC distales induites par les guides d'angioplastie pouvant fréquemment être traitées de manière conservatrice ou percutanée, la disponibilité de stents couverts et l'expérience croissante des opérateurs pour la prise en charge de cette complication [31].

Dans notre étude, la tamponnade était la complication la plus fréquente survenue chez 5 patients soit 50% de nos malades. La prévalence de la tamponnade était par ailleurs à 28,6% selon la série de AL-Lamee et al où on a traité que les perforations grade III.

5-2 Prise en charge :

6- DRAINAGE PÉRICARDIQUE [32] [33] [34] [35] :



Après une effraction de la coronaire il y'a rapidement un épanchement péricardique qui par son installation rapide compromet rapidement l'hémodynamique du patient et entraîne une tamponnade qui pourrait évoluer très rapidement vers une dissociation électromécanique et entraîner le décès.

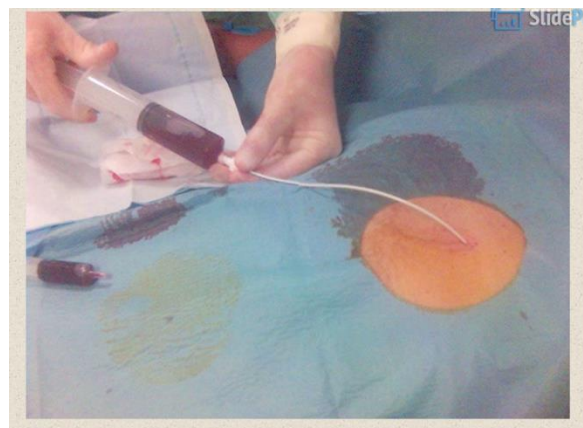
L'objectif c'est de faire rapidement le diagnostic d'où la nécessité d'avoir un accès en urgence à un appareil d'échographie cardiaque qui est utile aussi bien pour le diagnostic que pour le traitement.

Il est important à l'angioplasticien d'être formé au drainage péricardique ainsi que d'avoir dans sa salle de cathétérisme un KIT de drainage péricardique et savoir rapidement où il est rangé.

Les étapes pour un drainage péricardique :

- Position demi assise, monitoring multiparamétrique, voie veineuse de gros calibre
- Voie d'abord sous-xyphoïdienne :
- Ponction 3 - 5 cm sous la pointe de l'apophyse xyphoïde, 1 cm à gauche de l'axe du sternum

- Progression vers le haut, en dehors et en arrière, à environ 20 – 30° d'inclinaison par rapport à la peau, en aspiration douce permanente et en visant le milieu de la clavicule G
- Péricarde atteint après un trajet d'environ 2- 5 cm (perte de résistance et apparition de liquide citrin ou de sang incoagulable dans la seringue)
- Arrêt de la progression, retrait de l'aiguille ou introduction cathéter central sur guide à bout mousse
- Contact éventuel avec l'épicarde : surélévation de ST (contact ventricule droit), ondes P amples ou surélévation de PR (contact oreillette droite)
- Fixation par fil à la peau
- Vidange complète de l'épanchement l'épanchement sur cathéter central



Drainage péricardique.

Selon une étude publiée en 2016 [36], ont été colligé 150 cas de PC dont 48% ont eu une tamponnade traitée par drainage péricardique.

Le drainage péricardique a été réalisé chez 75,7% des patients ayant eu une PC non diagnostiquée angiographiquement.

Par ailleurs le drainage péricardique a été effectué chez 32,9% des patients après un traitement initialement conservateur de la PC ou inflation d'un ballonnet, et chez 52,8% des patients après la mise en place d'un stent couvert.

Antagonisation de l'héparine :

C'est un outil important, surtout si traitement conservateur, à faire après le drainage péricardique et pas avant.

Dans notre série tous les patients drainés sont des patients avec perforations grade III d'ELLIS ils étaient répartis comme suivant :

Les deux perforations distales ont été drainées pour tamponnade. Le patient traité par coil a été traité en urgence avant la mise en place du coil.

Le deuxième patient avec perforation distale avec traitement conservateur a été drainé au retour en unité de soins intensifs.

Pour les perforations medio-proximales : les 3 patients qui ont été drainés pour tamponnade étaient réparties comme suivant :

- ➔ Une patiente après aggravation malgré la pose du stent couvert pour perforation de la coronaire droite avec retour au bloc pour pose d'une deuxième stent couvert.
- ➔ Les deux autres ont été drainés après une aggravation rapide de l'état hémodynamique, les deux ont bénéficié de pose de stents couverts.

L'inflation prolongée d'un ballon :

A l'aide d'un ballon de diamètre égale à la taille de l'artère (ratio ballon/artère =1) inflaté en amont du site de la rupture afin d'obtenir une hémostase, par des inflations répétées de 5-10 min au prix d'une ischémie coronarienne [37].

C'est surtout un traitement des perforations type I et II d'ELLIS qui peuvent bien évoluer après une inflation prolongée du ballon.

Dans notre série 5 patients ont eu cette technique :

L'un pour la perforation distale le temps de préparer le coil.

Les autres c'était des perforations medio-proximales qui ont bénéficié de stents couverts malgré l'inflation prolongée d'un ballon.

Le temps moyen d'inflation était de 300 secondes dans notre série.

Si échec ou hémopéricarde, la mise en place d'un stent couvert ou d'un coil en cas de perforation distale est indispensable.

Les stents couverts :

Constituent le meilleur traitement pour les perforations moyennes et proximales.

Sur une étude d'E. Kandzari et al. Ayant étudié les stents couverts PAPYRUS, sur un total de 80 perforations coronaires [38]. Les résultats étaient les suivants :

Sur le type de perforation selon ELLIS et al. Il y'avait 10% de perforations grade I; 15% grade II, 67.5% grade III, une inflation de ballon en attente du stent couvert chez 57.5%.

L'antagonisation de l'héparine par de la protamine a été réalisée chez un seul patient.

Ils ont réalisé une pericardiocentèse chez 8 patients.

Il y'avait un succès d'hémostase par stent couvert chez 91.3% des patients.

Aucun recours à la chirurgie en urgence sur cette série mais il y'a eu 2 décès soit 10% de patients.

Selon une autre étude de Brugiori et al. Il y'a eu 93% de succès avec les stents couverts sur des perforations grade II et III avec une nette réduction du taux des tamponnades ainsi que du recours à la chirurgie en urgence.

Leur largage peut parfois être laborieux surtout si présence de calcifications ou de tortuosité en amont.

Si il y'a échec avec les stents couverts il faudrait prévoir une chirurgie en urgence.

Le diamètre de l'artère pour l'utilisation d'un stent couvert doit être supérieur à 2,75mm, sans qu'une branche artérielle importante ne se bifurque de la portion perforée vu le risque d'occlusion de cette branche.

Dans notre série sur les 8 perforations medio-proximales ont tous bénéficié de l'implantation d'un stent couvert PK PAPHYRUS.

Parfois un seul stent ne donnait pas de résultat satisfaisant sur le plan angiographique d'où la nécessité de posé un deuxième stent.

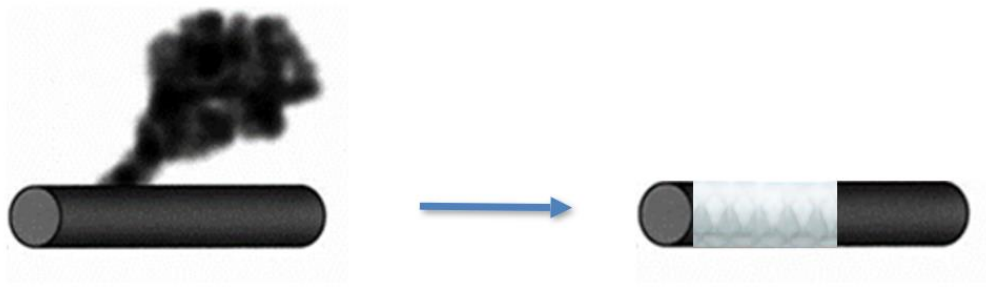


Figure 9: Obturation de la perforation artérielle avec brèche latérale par un stent couvert

Les facteurs reliés à un échec des stents couverts sont [39] :

(1) couverture incomplète de la zone perforée, qui peut ne pas être immédiatement évidente après la mise en place de l'endoprothèse couverte (oubli géographique) ; (2) développement d'une tamponnade avant la mise en place de l'endoprothèse couverte, mais cliniquement évidente seulement après celle-ci ; ou (3) apposition incomplète ou sous-expansion de l'endoprothèse couverte.

Les coils [1] [40]:

Représentent le traitement de choix des perforations distales, parfois une occlusion au ballon permet un arrêt du saignement. Mais leur maîtrise est un point essentiel pour l'usage de la cardiologie interventionnelle.

Al-Lamee et al décrivent une utilisation peu fréquente du coil dans 1,8% des cas et une utilisation relativement fréquente de stents couverts dans 46,4% des cas. Dans la cohorte de Javaid et al, des coils ont été utilisés dans 4,2 % des cas, des stents couverts dans 18,1 % et une tamponnade est survenue dans 19,4 % des cas. [24]

Les coils sont des agents métalliques permanents (acier inoxydable ou platine) dotés d'une structure câblée de fibres de laine synthétique ou de Dacron et de propriétés thrombogènes. Les coils peuvent être délivrés par des cathéters de guidage normaux ou par des microcathéters pour un placement distal et plus précis. La taille du coil choisi doit être supérieure à la taille du vaisseau cible pour garantir une adhésion et une embolisation complètes du vaisseau. Les spires trop grandes peuvent être déployées par inadvertance de manière trop proximale, et les spires trop petites peuvent migrer de manière trop distale. Les coils sont généralement utilisés pour les PAC dans les segments plus distaux et de plus petit calibre.

Dans notre série un seul patient a bénéficié d'un coil.

L'injection de thrombine [41] :

La thrombine est un puissant activateur plaquettaire, et elle favorise directement la formation de caillots de fibrine. L'administration locale et précise de solutions contenant de la thrombine et d'une colle commerciale contenant de la thrombine et du fibrinogène, administrée au moyen d'un microcathéter ou d'un ballon à fil, a été décrite pour sceller les perforations distales.

On a pas utilisé cette technique dans notre série.

Embolisation de la graisse [42] [43] :

La graisse sous-cutanée autologue présente les mêmes avantages de disponibilité universelle et de biocompatibilité sans coûts supplémentaires. Les particules de graisse peuvent former une barrière physique contre la fuite du sang, mais elles activent également la voie de la coagulation, scellant ainsi la perforation coronaire. Pour obtenir une radio-opacité, les particules doivent soit être plongées dans un produit de contraste, soit être délivrées en utilisant un produit de contraste.

Les avantages de l'embolisation de graisse autologue sont l'accessibilité, la biocompatibilité, le faible coût et la facilité d'administration par tout type de microcathéter coronaire.

Tableau 12: Les avantages et inconvénients relatifs de l'embolisation par graisse par rapport à l'embolisation par coil dans le traitement des perforations coronaires distales [43].

	GRAISSE	COIL
VISIBILITE	0	+
DELIVRANCE CONTROLEE	0	+
CATHETER NECESSAIRE POUR L'ADMINISTRATION	Aucun	Large cathéter
COUT	0	Elevé
DISPONIBILITE	Universelle	Limitée

Nous recommandons l'embolisation de graisse comme traitement initial des perforations coronaires distales, étant donné son faible coût, sa disponibilité et sa grande efficacité, suivie de l'embolisation par coil en cas d'échec de l'embolisation de graisse [43].

Dans notre série on a eu une seule embolisation par coil .

Conclusion

Les perforations coronaires sont de rares complications de l'angioplastie coronaire mais sont des plus redoutables et peuvent être létales.

Ils surviennent chez des patients le plus souvent âgés avec des artères calcifiées et sur des lésions résistibles (II-III).

Le diagnostic de la perforation coronaire est angiographique et fait appel à la classification d'ELLIS.

Ils surviennent le plus souvent au cours de l'optimisation de l'angioplastie par des ballons non compliant pour les perforations proximales qui sont plus fréquentes que les distales qui eux sont liés à l'utilisation de guides agressifs.

C'est une urgence absolue qui peut se compliquer rapidement de tamponnade et de décès d'où l'intérêt d'être équipé d'un KIT de drainage péricardique et savoir s'en servir.

L'antagonisation de l'héparine toujours après drainage péricardique.

Le premier réflexe est une hémostase par inflation de ballon le temps de préparer un traitement hémostatique adapté.

Les stents couverts ont prouvé leur efficacité pour les perforations proximales pour des diamètres > 2.75 mm

Les coils restent le traitement de choix pour l'embolisation des perforations distales.

Le plus important réflexe est de prédire la complication afin de pouvoir l'éviter et reconnaître que le parfait reste toujours l'ennemi du bien.

Résumés

Résumé :

Titre : LES PERFORATIONS CORONAIRES : ETUDE RETROSPECTIVE A PROPOS DE 10 CAS ET REVUE DE LA LITTERATURE

Auteur : Tagueniti Jalal

Directeur de mémoire : Professeur OUKERRAJ Latifa

Mots clés : artères coronaires, perforation, stent couvert

Les perforations coronaires sont des effractions de la lumière coronaires après geste d'angioplastie.

Elles sont une complication rare qui peut être mortelle.

Elles sont classifiées selon leur degré de gravité par la classification ELLIS.

Leur diagnostic repose sur l'angiographie comme elles peuvent être suspectées devant une instabilité hémodynamique per geste ou en post geste.

On a réalisé une étude rétrospective sur une durée de 14 mois au service de cardiologie de l'hôpital sud francilien à Corbeil-Essonnes.

On a colligé 10 patients d'un âge moyen de 75 ans avec une prédominance masculine, l'hypertension artérielle était le facteur de risque le plus fréquent.

Dans les antécédents on note surtout des antécédents de revascularisation coronaire chez 6 patients.

La revascularisation dans le cadre du syndrome coronarien chronique était plus importante.

La revascularisation en 'ad hoc' représentait un facteur de risque.

Les lésions coronaires étaient sévères II-III, avec surtout calcifications, tortuosités ainsi que occlusions chroniques.

Le siège était dans la partie proximo-médiale chez 8 patients par rapport à la distalité de l'artère dans 2 cas.

Le mécanisme était par ballon chez 8 patients et par guide hydrophile chez deux autres.

On a eu surtout des perforations de type III d'Ellis.

La complication la plus fréquente dans notre série était la tamponnade qui a nécessité un drainage chez 5 patients.

Le traitement est une urgence et nécessité un geste spécialisé chez 9 patients par rapport à un seul patient avec traitement conservateur.

On a implanté 8 stents couverts et 1 coil pour embolisation artérielle distale.

On a déploré un seul décès (traité par stent couvert).

Les autres patients ont bien évolué par la suite.

Abstract :

Title: Coronary perforation : A retrospective study about 10 cases and literature review

Author: Tagueniti Jalal

Thesis director: Professeur OUKERRAJ Latifa

Key words: coronary arteries, perforation, covered stent

Coronary perforation is a break in the coronary lumen after angioplasty.

They are a rare complication that can be fatal.

They are classified according to their degree of severity by the ELLIS classification.

Their diagnosis is based on angiography as they can be suspected in front of a hemodynamic instability per procedure or in post procedure.

A retrospective study was carried out over a period of 14 months in the cardiology department of the Hôpital Sud Francilien in Corbeil-Essonnes.

Ten patients with an average age of 75 years and a predominance of men were enrolled; arterial hypertension was the most frequent risk factor.

In the history, 6 patients had a history of coronary revascularization.

Revascularization in the context of chronic coronary syndrome was more important.

Ad hoc revascularization was a risk factor.

Coronary lesions were severe II-III, with mainly calcifications, tortuosities and chronic occlusions.

The location was proximo-medial in 8 patients compared to distal in 2 cases.

The mechanism was by balloon in 8 patients and by hydrophilic guide in two others.

Ellis type III perforations were the most common.

The most frequent complication in our series was tamponade which required drainage in 5 patients.

The treatment was an emergency and required a specialized procedure in 9 patients compared to one patient with conservative treatment.

Eight covered stents and one coil for distal arterial embolization were implanted.

There was only one death (treated by covered stent).

The other patients progressed well afterwards.

ملخص

العنوان:

المؤلف:

مديرة الرسالة:

الكلمات المفتاحية:

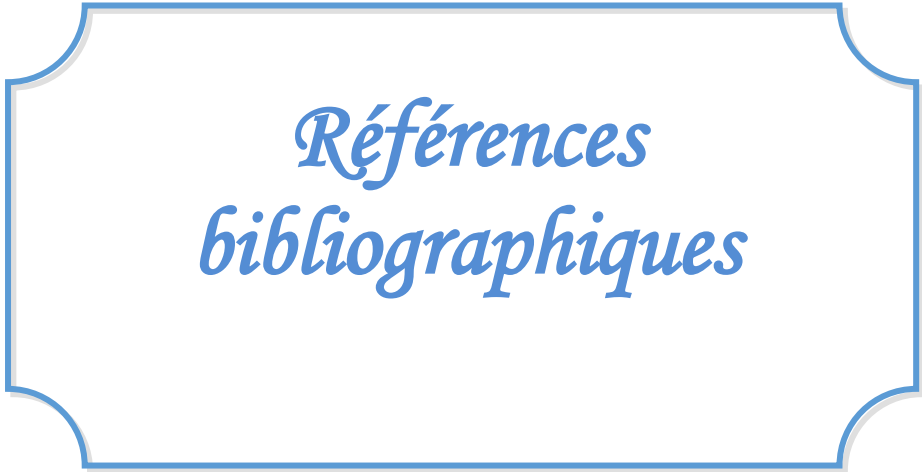
تعتبر الثقوب التاجية إضعافاً للمعة الشرايين التاجية بعد رابها، وهي مضاعفات نادرة قد تكون مميتة، وتصنف حسب درجات الوخامة وفق تصنيف إيليس، وتشخص بتصوير الاوعية كما يشتبه فيها أمام عدم الاستقرار الحركي الدموي أثناء الإيماء أو بعده.

لقد أنجزنا دراسة استعادية خلال 14 شهراً بمصلحة طب القلب بمستشفى جنوب فرانكلي بكوربي أيسون، حيث جمعنا 10 حالات بلغ متوسط أعمارهم 75 سنة مع هيمنة ذكورية، وكان ارتفاع الضغط الشرياني عامل الاختطار الأكثر تردداً.

كانت إعادة التوعي في إطار المتلازمة التاجية مهمة، ومثلت تقنية "ad hoc" عامل الاختطار. كانت الإصابات التاجية وخيمة بدرجة II-III مع تكلسات خصوصاً وتعرجات وانسدادات مزمنة. تموضعت الإصابة في الجزء الداني الإنسي عند 8 مرضى مقارنة مع الجزء القاصي من الشريان عند مريضين، وذلك عبر آلية البالون عند 8 مرضى، وآلية الدليل المسترطب عند مريضين. لاحظنا الثقوب من نوع III حسب تصنيف إيليس.

كان الذكك المضاعفة الأكثر شيوعاً في سلسلتنا والذي تطلب نزحاً عند 5 مرضى.

يكون العلاج طارئاً ويتطلب تدخلاً خاصاً لدى 9 مرضى مقارنة بمريض واحد استفاد من علاج محافظ. زرنا 8 دعامات مغطاة ولفة واحدة للانصمام الشرياني البعيد. نأسف لوفاة واحدة فقط (عولجت بدعامة مغطاة)، بالمقابل تطورت حالة المرضى الآخرون جيداً بعد ذلك.



*Références
bibliographiques*

- 1- Shemisa et al. Management of Guidewire-induced Distal Coronary Perforation Using Autologous Fat Particles Versus Coil Embolization. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* DOI 10.1002/ccd. Published on behalf of The Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI) 2016.
- 2- Kandzari D. E., Birkemeyer R. PK Papyrus covered stent: device description and early experience for the treatment of coronary artery perforations. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2019;94
- 3- Miguel E. Lemmert, MD, PhD; Rutger J. van Bommel, MD, PhD; Roberto Diletti, MD, PhD; Jeroen M. Wilschut, MD; Peter P. de Jaegere, MD, PhD; F. Zijlstra, MD, PhD; Joost Daemen, MD, PhD; Nicolas M. Van Mieghem, MD, PhD. Clinical Characteristics and Management of Coronary Artery Perforations: A Single-Center 11-Year Experience and Practical Overview *J Am Heart Assoc*. 2017;6:e007049. DOI: 10.1161/JAHA.117.007049
- 4- KAWAI C Pathogenesis of acute myocardial infarction: novel regulatory systems of bioactive substances in the vessel wall. *Circulation*. 2006; 90:1033-1043.
- 5- Goldstein JA, Vlahakes GJ, Verrier ED, Schiller NB, Tyberg JV, Ports TA, et al. The role of right ventricular systolic dysfunction and elevated intrapericardial pressure in the genesis of low output in experimental right ventricular infarction. *Circulation*. 1982;65:513-22.
- 6- Goldstein JA, Vlahakes GJ, Verrier ED, Schiller NB, Botvinick E, Tyberg JV, et al. Volume loading improves low cardiac output in experimental right ventricular infarction. *J Am Coll Cardiol*. 1983;2:270-8.
- 7- Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989;16:3-7
- 8- Serruys PW. *New Engl J Med*. 1994;331:489-95
- 9- Fischman DL. *New Engl J Med*. 1994;331:496-501

- 10-** Brilakis ES, Karpaliotis D, Patel V, Banerjee S. Complications of chronic total occlusion angioplasty. *Intervent Cardiol Clin* 2012;1:373–389.
- 11-** Stathopoulos IA, Kossidas K, Garratt KN. Delayed perforation after percutaneous coronary intervention: Rare and potentially lethal. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014;83:E45–E50
- 12-** Karpaliotis D, Michael TT, Brilakis ES, Papayannis AC, Tran DL, Kirkland BL, Lembo N, Kalynych A, Carlson H, Banerjee S, et al. Retrograde coronary chronic total occlusion revascularization: Procedural and in-hospital outcomes from. A multicenter registry in the United States. *JACC Cardiovasc Interv* 2012;5: 1273–1279
- 13-** Al-Mukhaini M, Panduranga P, Sulaiman K, Riyami AA, Deeb M, Riyami MB. Coronary perforation and covered stents: An update and review. *Heart Views* 2011;12:63-70
- 14-** Avi Shimony et al. Incidence, Risk Factors, Management and Outcomes of Coronary Artery Perforation During Percutaneous Coronary Intervention. *The American Journal of Cardiology* Volume 104, Issue 12, 15 December 2009, Pages 1674-1677
- 15-** Panayotis Fasseas MD et al. Incidence, correlates, management, and clinical outcome of coronary perforation: analysis of 16,298 procedures. *American Heart Journal* Volume 147, Issue 1, January 2004, Pages 140-145
- 16-** Akihiro Shirakabe et al. Coronary Perforation During Percutaneous Coronary Intervention : Lessons From Our Experiences. *Int Heart J* January 2007
- 17-** Aris Karatasakis a, Yasir N. Akhtar b , Emmanouil S. Brilakis. Distal coronary perforation in patients with prior coronary artery bypass graft surgery: The importance of early treatment. *Cardiovascular Revascularization Medicine* 17 (2016) 412–417
- 18-** Aamir Javaid et al. Management and Outcomes of Coronary Artery Perforation During Percutaneous Coronary Intervention. *The American Journal of Cardiology*. 2006 Elsevier Inc

- 19- Kinnaird et al Incidence, Determinants, and Outcomes of Coronary Perforation During Percutaneous Coronary Intervention in the United Kingdom Between 2006 and 2013 An Analysis of 527 121 Cases From the British Cardiovascular Intervention Society Database. *Circ Cardiovasc Interv* 2016;9:e003449. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003449.
- 20- Kandzari D. E., Birkemeyer R. PK Papyrus covered stent: device description and early experience for the treatment of coronary artery perforations. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2019;94
- 21- Fassa AA, Roffi M. Complications of PCI: stent loss, coronary perforation and aortic dissection. In : Mukherjee D, Bates ER, Roffi M, Moliterno DJ (Eds.), *Cardiovascular catheterization and intervention*. Londres : Informa Healthcare, 2010 ; 492-503.
- 22- Fasseas P, Orford JL, Panetta CJ, et al. Incidence, correlates, management, and clinical outcome of coronary perforation: analysis of 16,298 procedures. *Am Heart J* 2004 ; 147 : 140-5.
- 23- Stankovic G, Orlic D, Corvaja N, et al. Incidence, predictors, inhospital, and late outcomes of coronary artery perforations. *Am J Cardiol* 2004 ; 93 : 213-6
- 24- Al-Lamee R, Ielasi A, Latib A, et al. Incidence, predictors, management, immediate and long-term outcomes following grade III coronary perforation. *J Am Coll Cardiol Intv* 2011 ; 4 : 87-95.
- 25- Hendry C, Fraser D, Eichhofer J, et al. Coronary perforation in the drug-eluting stent era : incidence, risk factors, management and outcome: the UK experience. *EuroIntervention* 2012 ; 8 : 79-86.
- 26- Romaguera R, Sardi G, Laynez-Carnicero A, et al. Outcomes of coronary arterial perforations during percutaneous coronary intervention with bivalirudin anticoagulation. *Am J Cardiol* 2011 ; 108 : 932-5.
- 27- Shimony A, Joseph L, Mottillo S, Eisenberg MJ. Coronary artery perforation during percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis. *Can J Cardiol* 2011 ; 27 : 843-50.

- 28- Von Sohsten R, Kopistansky C, Cohen M, Kussmaul WG 3rd. Cardiac tamponade in the “new device” era: evaluation of 6999 consecutive percutaneous coronary interventions. *Am Heart J* 2000 ; 140 : 279-83.
- 29- Fejka M, Dixon SR, Safian RD, et al. Diagnosis, management, and clinical outcome of cardiac tamponade complicating percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol* 2002 ; 90 : 1183-6
- 30- Doll JA, Nikolsky E, Stone GW, et al. Outcomes of patients with coronary artery perforation complicating percutaneous coronary intervention and correlations with the type of adjunctive antithrombotic therapy: pooled analysis from REPLACE-2, ACUITY, and HORIZONS-AMI trials. *J Interv Cardiol* 2009 ; 22 : 453-9.
- 31- Kragholm K, Halim SA, Yang Q, Schulte PJ, Hochman JS, Melloni C, Mahaffey KW, Moliterno DJ, Harrington RA, White HD, Armstrong PW, Ohman EM, Van de Werf F, Tricoci P, Alexander JH, Giugliano RP, Newby LK. Sex-stratified trends in enrollment, patient characteristics, treatment, and outcomes among non-ST-segment elevation acute coronary syndrome patients: insights from clinical trials over 17 years. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2015;8:357–367. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.114.001615.
- 32- Dippel EJ, Kereiakes DJ, Tramuta DA, et al. Coronary perforation during percutaneous coronary intervention in the era of abciximab platelet glycoprotein IIb/IIIa blockade : an algorithm for percutaneous management. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001 ; 52 : 279-86.
- 33- Barbara Anna Danek, MD, Aris Karatasakis, MD, Peter Tajti, MD, Yader Sandoval, MD, Dimitri Karpaliotis, MD, Khaldoon Alaswad, MD, Farouc Jaffer, MD, PhD, Robert W. Yeh, MD, David E. Kandzari, MD. Incidence, Treatment, and Outcomes of Coronary Perforation During Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention. *The American Journal of Cardiology* Volume 120, Issue 8, 15 October 2017, Pages 1285-1292

- 34- Stathopoulos, I., Kossidas, K., Panagopoulos, G., & Garratt, K. Cardiac tamponade complicating coronary perforation during angioplasty: short-term outcomes and long-term survival. *Journal of Invasive Cardiology* (2013). , 25(10).
- 35- Surdacki, M. A., Major, M., Chyrchel, M., Kleczyński, P., Rakowski, T., Bryniarski, L., & Rzeszutko, Ł. Urgent Pericardiocentesis Is More Frequently Needed After Left Circumflex Coronary Artery Perforation. *Journal of Clinical Medicine*(2020). , 9(9), 3043.
- 36- LEMMERT, Miguel E., VAN BOMMEL, Rutger J., DILETTI, Roberto, et al. Clinical characteristics and management of coronary artery perforations: a single-center 11-year experience and practical overview. *Journal of the American Heart Association*, 2017, vol. 6, no 9, p. e007049.
- 37- AL-MUKHAINI, Mohammed, PANDURANGA, Prashanth, SULAIMAN, Kadhim, et al. Coronary perforation and covered stents: an update and review. *Heart views: the official journal of the Gulf Heart Association*, 2011, vol. 12, no 2, p. 63
- 38- David E. Kandzari, Ralf Birkemeyer. PK Papyrus covered stent: Device description and early experience for the treatment of coronary artery perforations. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2019;1–5.
- 39- Miguel E. Lemmert, MD, PhD; Rutger J. van Bommel, MD, PhD; Roberto Diletti, MD, PhD; Jeroen M. Wilschut, MD; Peter P. de Jaegere, MD, PhD; F. Zijlstra, MD, PhD; Joost Daemen, MD, PhD; Nicolas M. Van Mieghem, MD, PhD. Clinical Characteristics and Management of Coronary Artery Perforations: A Single-Center 11-Year Experience and Practical Overview. *J Am Heart Assoc.* 2017;6:e007049. DOI: 10.1161/JAHA.117.007049
- 40- Pershad A, Yarkoni A, Biglari D. Management of distal coronary perforations. *J Invasive Cardiol.* 2008;20:E187–E191.
- 41- Storger H, Ruef J. Closure of guide wire-induced coronary artery perforation with a two-component fibrin glue. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;70:237–240.

- 42-** Shemisa K, Karatasakis A, Brilakis ES. Management of guidewire-induced distal coronary perforation using autologous fat particles versus coil embolization. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;89:253–258.
- 43-** George S, Cotton J, Wrigley B. Guidewire-induced coronary perforation successfully treated with subcutaneous fat embolisation: a simple technique available to all. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2015;86:1186–1188.