

Faculté de médecine et médecine dentaire

Les occlusions coronaires chroniques

Revue expérience initiale à Saint-Luc
(Learning curve)

Auteur : Elmas DOGRU

Promoteur : Professeur Olivier GURNE

Lecteurs : Professeur Sophie PIERARD, Professeur Olivier VAN
CAENEGEM

Année académique 2019-2020

Master [180] en médecine, à finalité spécialisé

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à exprimer toute ma reconnaissance à mon promoteur, le Professeur Olivier Gurné. Je le remercie pour le temps qu'il a consacré à l'élaboration de mon travail, pour ses précieuses explications, sa disponibilité et son suivi qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de la réalisation de mon projet de fin d'étude.

Ensuite, je tiens également à remercier mes parents, Nilufer et Haci, ainsi que ma sœur Ebru pour leur soutien constant et leurs encouragements qu'ils m'ont apporté tout au long de mes études et lors de la réalisation de mon mémoire.

Puis, je souhaite également remercier mon amie d'étude, Inès Bekhechi, pour son soutien moral qui m'a été d'une grande aide.

Enfin, je remercie tous mes proches qui m'ont accompagné de près ou de loin lors de la rédaction de mon mémoire.

Résumé :

Objectif : Analyser la courbe d'apprentissage des opérateurs de Saint-Luc dans la prise en charge percutanée des occlusions coronaires chroniques (CTO).

Introduction : L'angioplastie d'une occlusion totale chronique représente un problème majeur en cardiologie interventionnelle. En effet, il s'agit d'une barrière à l'angioplastie conventionnelle, mais le développement de nouvelles techniques a permis ces dernières années d'augmenter les taux de succès.

Méthodes : Entre 2015, date de l'introduction de cette technique à Saint-Luc, et 2019, les 100 premières procédures (portant sur 93 patients) d'une angioplastie d'une CTO par des opérateurs à Saint-Luc ont été inclus de manière consécutive dans cette étude. La complexité de la lésion a été évaluée par le J-CTO score du registre multicentrique japonais. Le choix des stratégies et du matériel a été laissé à la libre appréciation des opérateurs. Les données analysées reprennent les caractéristiques cliniques des patients, les détails techniques concernant les procédures, les complications péri-procédurales et le suivi clinique après angioplastie sur une période de 12 mois. La courbe d'apprentissage des opérateurs de Saint-Luc a été évaluée en comparant les cinquante premiers patients aux cinquante derniers patients.

Résultats : L'âge moyen était de 67 ± 11 ans. Un taux de succès global de 76 % a été obtenu dans notre centre et ce même avec la présence des lésions relativement complexes (J-CTO score de 1.8 ± 1.0). Il n'y avait pas de différence entre la première série de 50 patients et la suivante. La voie antérograde avec une « escalade des guides » (75%) était la stratégie de prédilection de nos opérateurs en première intention. Quant à la voie rétrograde avec une « escalade des guides » (12%), elle a été la plus utilisée comme approche alternative en seconde intention pendant la procédure. Le taux de MACE intrahospitalier était de 6%, lié à la survenue d'infarctus péri-procéduraux marqués par une élévation de la troponine mais sans retentissement clinique. Deux pseudo-anévrysmes ont dû être traités par injection de thrombine. Vu ce faible taux de complication, la plupart des patients ont pu quitter la clinique le lendemain de l'intervention, voire le jour suivant. Une amélioration de la symptomatologie clinique a été également observée.

Conclusion : L'approche des CTO par la voie percutanée peut être réalisée avec de bons résultats dans un nouveau centre moyennant un minimum de précautions. Une courbe d'apprentissage est nécessaire et nos données montrent de bons résultats, similaires entre nos 50 premiers patients, dont certains réalisés grâce à l'aide de proctors, et les 50 suivants. Toutefois, ce sont des interventions complexes qui sont susceptibles de développer des complications mais qui ont été heureusement limitées dans notre série. Cependant, l'usage d'un matériel spécifique et l'expérience des opérateurs augmentent le taux de réussite et diminuent les risques de complications comme dans une angioplastie conventionnelle.

Abstract :

Objective: To analysis the learning curve of operators at Saint-Luc Hospital in carrying out percutaneous coronaries interventions of chronic total occlusions (CTO).

Introduction: Angioplasties of chronic total occlusion are a major challenge for interventional cardiology. This is a barrier to conventional angioplasty, but the development of new techniques in the last few years have increased the rates of successes.

Methods: Between 2015, the year this technique was first used at Saint-Luc, and 2019, the first 100 CTO-PCI procedures (performed on 93 patients) were included consecutively in this study by operators at Saint-Luc. The complexity of the coronary lesions was measured using the J-CTO score, from the Japanese multicenter register. The choice of strategies and materials was left to the discretion of the operators. The data which is analyzed in this study includes clinical characteristics of the patients, technical details of the procedures, peri-procedural complications, and clinical follow-up for a period of 12 months after the angioplasty. The learning curve of Saint-Luc operators was evaluated by comparing the fifty first patients with the last fifty patients.

Results: The average patient age is 67 ± 11 years. A 76% success rate was achieved in our center, even with the presence of relatively complex lesions (with J-CTO scores of 1.8 ± 1.0). There was no difference between the first group of 50 patients, and the following group. The antegrade “wire escalation” technique (75%) was the first intention predilection strategy of our operators. The retrograde “wire escalation” technique (12%) was the most used as an alternative approach in second intention during the procedures. The rate of intrahospital MACE was 6%, due for the most part to the occurrence of peri-procedural myocardial infarction characterized by a troponin rise, but with no clinical repercussions. Two pseudoaneurysms were treated with thrombin injections. Considering of this low rate of complications, the majority of the patients were able to leave the clinic within one or two days of the procedure. An improvement of clinical symptomology was also observed.

Conclusion: Percutaneous coronary interventions of CTO can be achieved with good results in a new center if a minimum of precautions are taken. A learning curve is necessary, and our data shows good results, which is similar between the first 50 patients (of which some were

performed with the help of proctors), and the last 50 patients. Nonetheless, these are complicated interventions that are prone to developing complications. Fortunately, complications were limited in our series of procedures. However, the use of specific materials and the level of experience of the operators increase the rate of success and reduce the risks of complication, as with conventional angioplasty.

Table des matières

RÉSUMÉ	2
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	7
LISTE DES ABRÉVIATIONS	8
1. INTRODUCTION	9
1.1 DÉFINITION.....	9
1.2 PRÉVALENCE.....	9
1.3 PRÉSENTATION CLINIQUE	9
1.4 HISTOPATHOLOGIE	10
1.5 INDICATIONS DE LA CTO PCI	11
1.6 CONTRE-INDICATIONS DE LA CTO PCI	11
1.7 ARGUMENTS EN FAVEUR D'UNE RECANALISATION	12
1.8 COMPLICATIONS DE LA CTO PCI	12
2. OBJECTIFS	16
3. MATÉRIEL ET MÉTHODES	17
3.1 MATÉRIEL ET TECHNIQUES UTILISÉS	17
3.2 J-CTO SCORE	19
3.3 ALGORITHME HYBRIDE (VOIES ANTÉROGRADE ET RÉTROGRADE).....	20
3.3.1 VOIE ANTEROGRADE	22
3.3.2 VOIE RETROGRADE	23
3.4 METHODOLOGIE DE CE TRAVAIL	24
4. RÉSULTATS	25
4.1 CARACTÉRISTIQUES DÉMOGRAPHIQUES DES PATIENTS.....	25
4.2 CARACTÉRISTIQUES ANGIOGRAPHIQUES DES PATIENTS.....	26
4.3 CARACTÉRISTIQUES DES PROCÉDURES	28
4.4 COMPLICATIONS PÉRI-PROCÉDURALES	30
4.5 TECHNIQUE APPLIQUÉE ET RÉUSSIE/NON RÉUSSIE	31
4.6 SUIVI DES PATIENTS	33
4.7 COURBE D'APPRENTISSAGE DES OPÉRATEURS	35
5. DISCUSSION	36
6. CONCLUSION	42
7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	43

Liste des tableaux et figures

Tableau 1 – Comparaison du taux de complications intra-hospitaliers entre des lésions CTO et non CTO (tableau tiré de l'étude de Suero et al.)	13
Tableau 2 – Taux de succès et des complications péri-procédurales des lésions CTO (tableau tiré de l'étude de Patel et al.)	13
Tableau 3 – Probabilité de franchissement du guide avec succès en fonction du niveau de complexité de la lésion (données tirées de l'étude de Morino et al)	19
Tableau 4 – Comparaison des données démographiques selon le groupe	25
Tableau 5 – Comparaison des données angiographiques selon le groupe	26
Tableau 6 – Comparaison des paramètres de procédures selon le groupe	28
Tableau 7 – Complications de l'angioplastie de l'occlusion coronaire totale survenues en cours de procédure selon le groupe	30
Tableau 8 – Comparaison des données de suivi en séjour d'hospitalisation et jusqu'à un an après angioplastie selon le groupe	34
Tableau 9 – Comparaison de la prévalence des facteurs de risque et des antécédents cardiovasculaires selon l'étude	36
Figure 1 – Franchissement de l'occlusion par le filament guide selon la technique	20
Figure 2 – Algorithme décisionnel d'une revascularisation de la CTO (algorithme tiré de l'article de Brilakis).....	21
Figure 3 – Comparaison de la cinétique myocardique du territoire dépendant de l'occlusion coronaire totale selon le groupe	27
Figure 4 – Comparaison des résultats d'angioplastie de l'occlusion coronaire chronique selon le groupe	31
Figure 5 – Comparaison des différentes techniques appliquées en cours de procédure selon le groupe	32
Figure 6 – Aperçu du nombre d'angioplasties de la CTO réalisé à Saint-Luc par an	35

Liste des abréviations

- ♦ **ADR** : voie antérograde par « dissection et réentrée »
- ♦ **AEW** : voie antérograde avec une « escalade des guides »
- ♦ **AFD** : artère fémorale droite
- ♦ **AFG** : artère fémorale gauche
- ♦ **ARD** : artère radiale droite
- ♦ **ARG** : artère radiale gauche
- ♦ **AVC** : accident cérébro-vasculaire
- ♦ **CABG** : pontage aorto-coronarien
- ♦ **CD** : artère coronaire droite
- ♦ **CTO** : occlusion coronaire totale chronique
- ♦ **CX** : artère circonflexe
- ♦ **DS** : déviation standard
- ♦ **ECG** : électrocardiogramme
- ♦ **FEVG** : fraction d'éjection du ventricule gauche
- ♦ **GFR** : débit de filtration glomérulaire
- ♦ **HTA** : hypertension artérielle
- ♦ **IDM** : infarctus du myocarde
- ♦ **IVA** : artère interventriculaire antérieure
- ♦ **MACE** : événements cardiovasculaires majeurs
- ♦ **NS** : non significatif
- ♦ **NSTEMI** : infarctus du myocarde sans élévation du segment ST
- ♦ **PCI** : intervention coronarienne percutanée
- ♦ **REW** : voie rétrograde avec une « escalade des guides »
- ♦ **RDR** : voie rétrograde par « dissection et réentrée »
- ♦ **STEMI** : infarctus du myocarde avec élévation du segment ST
- ♦ **TC** : tronc commun

1. Introduction

1.1 - Définition :

Une occlusion coronaire totale chronique est définie par l'absence complète de flux coronaire antérograde au sein de l'occlusion d'un segment d'une artère coronaire présente depuis au moins trois mois ^[1].

1.2 – Prévalence :

La prévalence de la CTO dans la population générale n'est pas connue et varie en fonction des différents groupes de patients diagnostiqués par angiographie. En effet, un certain nombre de patients sont asymptomatiques. De ce fait, ils ne bénéficient pas d'exploration coronaire. Or, le nombre de CTO découverts de manière fortuite lors d'une coronarographie diagnostique n'est pas négligeable. Plusieurs études ont évaluées la prévalence de la CTO entre 25 à 33% suivant la population étudiée ^{[2][3][4]}.

D'après l'étude clinique randomisée d'HORIZONS-AMI publiée en 2011, la réalisation d'une PCI chez des patients présentant un STEMI peut révéler jusqu'à 10% de CTO non liée à la coronaire en cause dans le STEMI^[5].

D'après une étude rétrospective menée par Kahn et al, la prévalence de la CTO a été évaluée à 35% à partir d'une analyse de 333 patients ayant bénéficiés d'une coronarographie à visée diagnostique en 1991 sur une période de douze mois ^[6]. D'ailleurs, comme il s'agissait des données rétrospectives, les caractéristiques cliniques des patients étaient limitées.

Une étude canadienne plus récente, menée par Fefer et al, a évaluée une prévalence à 18.1% à partir d'une analyse se portant sur 1697 patients ayant subi une coronarographie diagnostique entre 2008 et 2009 ^[7].

1.3 – Présentation clinique :

Le mode de présentation d'une occlusion coronaire totale chronique est variable d'un patient à l'autre. En général, dans les différentes études qui ont été réalisées, les patients qui ont bénéficiés d'un traitement par la voie percutanée présentaient majoritairement un angor stable ^{[3][7][8]}.

Certains patients peuvent présenter d'autres symptômes que l'angor tels que des douleurs thoraciques atypiques ou encore des symptômes non angineux comme une dyspnée à l'effort liée à une diminution du débit cardiaque [9].

Néanmoins, il n'est pas rare d'avoir un défaut d'oxygénation des tissus myocardiques sans pour autant être perçu par le patient, en particulier chez le sujet diabétique. L'ischémie myocardique silencieuse peut être découverte de manière fortuite par différents moyens diagnostiques (épreuve d'effort, scintigraphie myocardique, test à la dobutamine, ...)[9].

1.4 – Histopathologie :

L'histopathologie des occlusions coronaires chroniques a été décrite par Srivatsa et al à partir d'une étude portant sur l'analyse de 96 lésions provenant des cœurs d'autopsie chez 61 patients. Il est essentiel de bien comprendre l'anatomie et l'histopathologie des CTO car la difficulté de franchissement du guide d'angioplastie à travers de l'occlusion est une cause d'échec de revascularisation de ces lésions par la voie percutanée. Cette bonne compréhension a également permis le développement de nouvelles techniques et de matériels spécifiques [10].

La CTO provient de la rupture d'une plaque d'athérome qui va former un thrombus. La composition de la lésion CTO va changer au fil du temps. En effet, il s'agit d'une plaque molle dans un premier temps qui va progressivement évoluer vers une plaque dure dans un second temps. La plaque molle, qui est plus fréquente dans les occlusions plus récentes (< 1 an), est essentiellement composée par des cellules riches en cholestérol et présente une matrice avec peu de collagènes. A l'opposée, la plaque dure est plutôt de nature fibro-calcique. Ainsi, le degré de calcification augmente avec l'ancienneté de l'occlusion. Par ailleurs, la partie proximale de la plaque dure est majoritairement constituée de collagène contrairement à la partie distale, ce qui la rend plus dense, probablement lié au régime de pression au niveau proximal qui est plus important qu'au niveau distal, ce qui explique parfois l'échec de la revascularisation par la voie antérograde et le passage plus aisé du guide par la voie rétrograde [10][11][12].

1.5 – Indications de la CTO PCI :

Selon les recommandations européennes, une angioplastie de la CTO est indiquée chez les patients pour lesquels une amélioration de l'angor stable est attendue (classe de recommandation IIa, niveau de preuve B)^[1]. En effet, la symptomatologie angineuse peut être réfractaire ou récidivante sous un traitement médicamenteux optimal chez certains patients. Toutefois, une ischémie myocardique de l'ordre d'au moins 10 à 15% est recommandée ainsi qu'une viabilité myocardique dans le territoire dépendant de la CTO. Ces éléments doivent être documentés avant la revascularisation des lésions CTO ^{[1][11][12][13]}. La présence d'une viabilité myocardique est un critère indispensable pour une indication à la revascularisation. Il existe plusieurs techniques d'imagerie pouvant évaluer l'étendue de myocarde viable comme l'échocardiographie de stress, la scintigraphie myocardique à l'effort et l'imagerie par résonance magnétique cardiaque.

1.6 – Contre-indications de la CTO PCI :

Les contre-indications d'une revascularisation des lésions CTO sont les mêmes que celles de la coronarographie conventionnelle :

- Allergie aux produits de contraste
- Absence d'accès vasculaire
- Nécrose ou absence d'une ischémie myocardique

Toutefois, il existe des contre-indications relatives comme une revascularisation chez un patient obèse ou chez un patient présentant une insuffisance rénale. En effet, une surcharge pondérale importante limite une bonne visualisation des structures anatomiques, ce qui nécessite une exposition plus importante aux radiations tout au long de la procédure. En ce qui concerne l'insuffisance rénale, une injection du produit de contraste reste discutable après une évaluation de la balance bénéfice-risque puisque son élimination étant limitée peut aboutir à une nécrose tubulaire aiguë ^[14].

1.7 Arguments en faveur d'une recanalisation :

En théorie, les bénéfices attendus pour le patient après une recanalisation de la CTO sont^{[12][13][15]} :

- Une amélioration de la symptomatologie angineuse
- Une amélioration de la FEVG
- Une amélioration de la qualité de vie
- Une diminution du risque de survenue d'arythmies ventriculaires
- Une diminution de la nécessité de faire un pontage aorto-coronarien
- Une diminution de la mortalité d'origine cardiaque

D'après l'étude clinique randomisée d'EUROCTO publiée en 2018, une diminution de la fréquence de l'angor stable et une amélioration de la qualité de vie ont été observées chez les patients revascularisés par la voie percutanée comparé au groupe de patients traités par la voie médicamenteuse ^[16]. Ces bénéfices ont également été rapportés par plusieurs études antérieures non randomisées. Notamment l'étude de Grantham et al, publiée en 2010, rapporte que le succès de revascularisation d'une CTO est associé à une amélioration de la symptomatologie angineuse et de la capacité fonctionnelle cardiaque à l'effort, contribuant ainsi à une meilleure qualité de vie. Il s'agit de la première étude ayant montrée un bénéfice du point de vue clinique pour le patient ^[17]. Quant à la fraction d'éjection du ventricule gauche, elle a été évaluée avant et après angioplastie chez des patients atteints de CTO dans une méta-analyse publiée en 2015. Cette dernière a montré une amélioration de la FEVG après une recanalisation avec succès d'une CTO^[18]. De plus, une réduction de l'ischémie par le rétablissement d'un flux antérograde complet dans l'artère en question diminue la survenue des arythmies cardiaques mais aussi la mortalité d'origine cardiaque ^{[19] [20]}.

1.8 - Complications de la CTO PCI :

Les angioplasties des CTO comportent des complications responsables d'une morbidité et d'une mortalité non négligeables. Cependant, les risques de complications liés à la procédure diminuent lorsqu'elles sont réalisées par des opérateurs expérimentés. Selon une étude réalisée par Suero et al, il n'y a pas de différence significative entre les lésions CTO et non CTO lorsqu'elles sont traitées par la voie percutanée sauf pour la dissection ^[21]

Tableau 1. Comparaison du taux de complications intra-hospitaliers entre des lésions CTO et non CTO (tableau tiré de l'étude de Suero et al. ^[21])

	CTO (n = 2,007)	Non-CTO (n = 2,007)	p Value
Death	27 (1.3)	17 (0.8)	0.13
Q-wave MI	10 (0.5)	12 (0.6)	0.67
Non-Q-wave MI	38 (1.9)	48 (2.4)	0.27
Urgent CABG	15 (0.7)	22 (1.1)	0.25
Urgent Re-PCI	30 (1.5)	40 (2.0)	0.23
Any dissection	357 (17.8)	267 (13.3)	<0.001
CVA	1 (0.01)	3 (0.1)	0.63
Vascular	34 (1.7)	50 (2.5)	0.08
MACE	76 (3.8)	75 (3.7)	0.9

Data listed as number of patients (percent of group).
CABG = coronary artery bypass grafting; CTO = chronic total coronary artery occlusion; CVA = cerebrovascular accident; MACE = major adverse coronary event; MI = myocardial infarction; Re-PCI = repeat percutaneous coronary intervention.

Les complications peuvent être classées comme coronaires, cardiaques et extra-cardiaques comme pour une angioplastie conventionnelle. L'utilisation d'un matériel spécifique a également permis de diminuer le risque de complications d'une intervention coronarienne percutanée pour des lésions CTO.

Une méta-analyse basée sur une étude de 18 061 patients entre 2000 et 2011 a repris les risques de complications lors d'une intervention coronarienne percutanée des lésions CTO ^[22].

Tableau 2. Taux de succès et des complications péri-procédurales des lésions CTO (tableau tiré de l'étude de Patel et al. ^[22])

Outcome	Pooled Estimate Rate, %	95% CI	Reported Rate, Min-Max %	Cumulative Rate, n/N	I ² , %	Cochran's Q	p Value Heterogeneity
Angiographic success	77.0	74.3–79.6	41.2–100.0	14,414/18,828	94.4	1,120.6	<0.0001
MACE	3.1	2.4–3.7	0–19.4	500/15,718	79.4	262.0	<0.0001
Death	0.2	0.1–0.3	0.0–3.6	77/18,061	0.0	39.3	0.994
Emergent CABG	0.1	0–0.2	0–2.3	52/18,061	0.0	29.7	1.000
Stroke	<0.01	0–0.1	0–0.7	11/18,061	0.0	6.0	1.000
Myocardial infarction	2.5	1.9–3.0	0–19.4	490/15,718	77.3	238.4	<0.0001
Q-wave myocardial infarction	0.2	0.1–0.3	0–2.6	61/13,353	0.0	38.2	0.752
Coronary perforation, per lesion	2.9	2.2–3.6	0–11.9	418/12,254	79	228.6	<0.0001
Tamponade	0.3	0.2–0.5	0–4.7	74/13,103	0.0	27.9	0.998
Acute stent thrombosis	0.3	0.1–0.5	0–2.0	51/9,338	31.9	35.3	0.065
Vascular complication	0.6	0.3–0.9	0–2.8	66/7,308	35.7	21.8	0.084
Major bleed	0.4	0–0.7	0–3.7	32/5,108	54.6	26.5	0.009
Contrast nephropathy	3.8	2.4–5.3	2.4–18.1	165/4,796	89.5	114.3	<0.0001
Radiation skin injury	<0.01	0–0.1	0–11.1	3/2,857	0.0	2.18	0.902

CI = confidence interval; MACE = major adverse cardiac events (composite of death, emergency CABG, stroke, and myocardial infarction); PCI = percutaneous coronary intervention; other abbreviations as in Table 2.

Parmi toutes ces complications intrahospitalières rapportées par la méta-analyse, il en existe particulièrement trois que l'on peut principalement rencontrer lors d'une revascularisation des lésions de CTO :

- La perforation coronaire est la complication la plus redoutée des angioplasties des CTO car elle peut avoir comme conséquence gravissime un hémopéricarde qui peut mener à une tamponnade cardiaque et notamment au décès du patient. Elle survient surtout dans des vaisseaux tortueux et calcifiés. De plus, l'utilisation des guides plus rigides pour franchir les lésions CTO et l'ambiguïté du cap peuvent rendre ce risque plus significatif comparé aux angioplasties primaires. Selon l'étude de Javaid et al publiée en 2006, les perforations coronariennes n'entraînent pas toutes une tamponnade ^[23]. De même, on observe dans la méta-analyse que parmi les 2.9% des patients qui avaient eu une perforation coronaire, seuls 0.3 % des patients avaient développés une tamponnade. L'approche par la voie rétrograde, surtout en passant par des collatérales épicaudiques, comporte un risque majoré de tamponnade en cas de perforation en comparaison à l'approche via les collatérales septales où cela se limite bien souvent à un petit hématome dans le septum, sans répercussions cliniques.
- L'infarctus du myocarde péri-procédural qui est une complication pour laquelle il s'agissait principalement d'une majoration de la troponine chez des patients cliniquement silencieux. En effet, on peut observer que parmi les 2.5% des patients qui ont fait un infarctus péri-procédural, seuls 0.2% ont eu une modification à l'électrocardiogramme.
- La néphropathie induite par l'injection des produits de contraste. En effet, la durée d'intervention pour les lésions CTO pouvant être longue nécessite parfois l'administration d'un plus grand volume de produit de contraste. Toutefois, on peut minimiser cette complication grâce à la prise de mesures prophylactiques telles que l'hydratation du patient.

Quant aux MACE, des études antérieures ont observées qu'une augmentation du taux de réussite n'est pas associée à une augmentation concomitante du taux de MACE au fil des années, probablement lié aux progrès techniques et à l'expérience des opérateurs ^{[21][22]}. De

plus, une autre étude publiée en 2015 par Brilakis et al rapporte que le pourcentage des événements cardiovasculaires majeurs dépend non seulement des facteurs de risque du patient mais aussi de l'expérience des opérateurs ^[15].

Une complication potentielle est le développement d'une radiodermite liée à la dose. La prévention est essentielle en variant autant que possible l'incidence et en sachant s'arrêter à temps, une fois une dose trop importante atteinte. La dose de rayons, tout comme la quantité de contraste utilisée, doit être monitorisée durant la procédure et peut constituer une raison de la stopper, surtout si une issue favorable n'est pas prévisible à court terme ^[22].

2. Objectifs

La recanalisation d'une CTO nécessite une formation spécifique et une courbe d'apprentissage (learning curve). Tout d'abord, les opérateurs doivent avoir acquis un minimum d'expertise en angioplastie conventionnelle. Ensuite, ils traitent leurs premiers cas sous la supervision d'un proctor, un médecin expérimenté dans ce type d'approche et qui leur sert de guide. Enfin, ils traiteront des cas sans supervision en commençant par des lésions à priori plus simples. L'activité reste limitée au début dans le centre. Mais, elle va se développer année par année avec l'acquisition d'expérience ainsi que par le suivi d'une courbe d'apprentissage des opérateurs. L'hôpital Saint-Luc peut être ainsi considéré comme un « jeune centre » qui a débuté les angioplasties de CTO en décembre 2015.

Les objectifs de ce travail sont :

1. Définir une CTO et comprendre les bénéfices attendus pour le patient après une recanalisation de la CTO.
2. Décrire le matériel spécifique ainsi que les différentes stratégies utilisées pour une angioplastie de la CTO et voir ce qui a été appliqué chez les patients traités à St Luc.
3. Analyser le dossier des patients atteints de CTO ayant bénéficiés d'un traitement par la voie percutanée à Saint-Luc et recueillir les données pour créer une base des données.
4. Analyser la courbe d'apprentissage des opérateurs à Saint-Luc, vu comme un centre débutant dans ce type d'approche

3. Matériel et méthodes

3.1 – Matériel et techniques utilisés lors des angioplasties de la CTO:

La revascularisation d'une CTO est une procédure complexe nécessitant un matériel spécifique afin d'améliorer les chances de succès.

Cathéter guide (guiding) :

Il s'agit d'un tube avec un large diamètre permettant l'introduction des différents matériels utilisés lors de la procédure. Un cathéter guide de 6-7 F est recommandé pour la voie d'abord radiale et de 6-8 F pour la voie d'abord fémorale [24].

Microcathéter :

Il s'agit d'un dispositif médical inséré dans le cathéter guide en guise de support au guide au niveau de l'ostium coronaire. Il augmente la puissance du guide lors du passage à travers l'occlusion évitant ainsi la torsion du guide grâce à une rigidité distale accrue. Il permet également de pouvoir changer facilement de type de filament, en fonction de l'évolution de la procédure. [24].

Actuellement, il existe différents microcathéters disponibles sur le marché. En voici quelques exemples :

- Corsair® : Over-the- wire catheters (OTW), avec une extrémité effilée et souple, utilisé en première intention pour le passage dans les collatérales ou le franchissement de la lésion par le guide. Une combinaison de rotation (antihoraire pour avancer) associée à une poussée favorise la progression du guide à travers l'occlusion. La capacité à franchir la lésion est améliorée par le revêtement en polymère hydrophile de la partie distale du microcathéter.
- FineCross™ : OTW catheters de petit diamètre utilisé principalement dans notre centre pour une recanalisation de la CTO par la voie antérograde.
- CrossBoss : microcathéter métallique avec une pointe émoussée de 1mm qui est utilisé pour progresser dans l'occlusion via une technique de dissection et de réentrée « contrôlée ».
- Ballon coaxial ou OTW : microcathéter souple avec un ballonnet à l'extrémité conçu pour favoriser le franchissement des lésions très serrées en les dilatant. Il peut être utilisé pour des raisons économiques, mais ce dernier a une puissance faible.

- D'autres microcathéters sont également présents sur le marché mais leur expérience clinique reste cependant limitée. Le microcathéter Turnpike® par exemple est considéré par plusieurs opérateurs comme une version améliorée du microcathéter Corsair® [24]. Le Tornus® est un microcathéter qui augmente la capacité du guide à franchir l'occlusion en la « forant ». Ce microcathéter ne convient pas pour la voie rétrograde.

Filament d'angioplastie :

Il s'agit d'un fin fil métallique (0.014) de longueur variable permettant de franchir la lésion. Il s'insère dans le microcathéter [24].

Plusieurs guides sont disponibles sur le marché :

- Guides de franchissement polymérique avec une extrémité souple et effilée : asahi Fielder-XT, Fighter™, ...
- Guides de franchissement des collatérales avec ou sans revêtement polymérique avec une extrémité souple et conique : hi-torque Pilot™ 50, asahi Sion, ...
- Guides directionnels relativement rigides : Gaia 1, 2, 3
- Guides de franchissement avec une extrémité rigide : Confianza® Pro, Hornet™, ...
- Guides avec une extrémité plus ou moins rigide et conique pour des lésions tortueuses, des longues lésions complexes et pour la création d'espace sous-intimal (technique de réaliser un Knuckle) : hi-torque Pilot® 200
- Guides d'extériorisation qui externalisent le guide dans l'aorte lorsque la lésion est abordée par la voie rétrograde via les septales : asahi RG3

Ballon d'angioplastie :

Il s'agit d'une sonde composée d'un ballonnet à son extrémité distale qui va être dilaté une fois l'occlusion franchie afin d'élargir la lumière de l'artère en comprimant la plaque d'athérome. Ensuite, il va être dégonflé pour rétablir la circulation sanguine [24].

Stent :

Il s'agit d'une structure métallique en forme de ressort qui permet de garder l'artère ouverte. Il va être posé après que le ballonnet a été dilaté et retiré

Des stents à élution de médicaments doivent être utilisés dans toutes les interventions coronariennes percutanées pour CTO car ils diminuent le risque de resténose de manière significative [24].

Autres matériels :

D'autres outils accessoires peuvent également être utilisés pour des lésions complexes comme :

- Le Rotablator qui est une technique utilisant une fraise diamantée pour forer dans une plaque athéromateuse. Il est indiqué suite à un échec de franchissement du ballon ou du stent et dans des lésions très calcifiées, alors que le filament a su passer [24].
- Le laser qui va émettre un rayonnement capable de casser des liaisons moléculaires sans endommager les tissus avoisinants [24].

3.2 – J- CTO score :

Il s'agit d'un outil développé par des opérateurs japonais pour prédire le niveau de difficulté d'une CTO. Il se calcule à partir de cinq facteurs prédictifs :

- Une cap proximale émoussée
- La présence de calcification au niveau du segment occlus
- Une angulation de plus de 45° au niveau du segment occlus
- Une longueur d'occlusion supérieure à 20 mm
- Un échec d'une tentative antérieure

Un point sera accordé pour chacun de ces facteurs présents afin de calculer le degré de complexité des lésions et la probabilité d'un franchissement avec succès du guide endéans les trente minutes d'intervention [25].

Tableau 3. Probabilité de franchissement du guide avec succès en fonction du niveau de complexité de la lésion (données tirées de l'étude de Morino et al [25])

J-CTO score	Niveau de complexité	Probabilité de franchissement du guide endéans les 30 minutes
0	Facile	87.7%
1	Intermédiaire	67.1%
2	Complexe	42.2 %
3	Très complexe	10 %

Toutefois, un succès procédural peut également être obtenu avec des lésions relativement complexes. En effet, cela est possible lorsqu'on tient compte des autres facteurs tels que la compétence de l'opérateur, la disponibilité d'un matériel spécifique, ... Donc, le degré de complexité de la lésion ne devrait pas déterminer si le patient doit bénéficier d'un traitement par angioplastie ou pas, mais plutôt être considéré comme un besoin à utiliser plus de stratégies en cours d'intervention pour arriver à franchir l'occlusion ^[27].

3.3 – Algorithme hybride :

Ces dernières années, l'angioplastie des occlusions coronaires chroniques a retrouvée plus de visibilité grâce à de nombreuses techniques décrites principalement au départ par les japonais. Cependant, ces techniques nécessitaient une durée très longue de procédure (ils pouvaient passer beaucoup de temps sans changer d'approche) avec comme conséquence une exposition plus importante aux radiations et aux produits de contraste.

De façon fondamentale, comme le montre la *figure 1*, une occlusion peut être franchie soit par la voie antérograde, soit par la voie rétrograde. On peut dans les deux cas passer soit par la vraie lumière, soit par une dissection dans l'espace sous-intimal avec une réentrée plus distalement dans la vraie lumière.

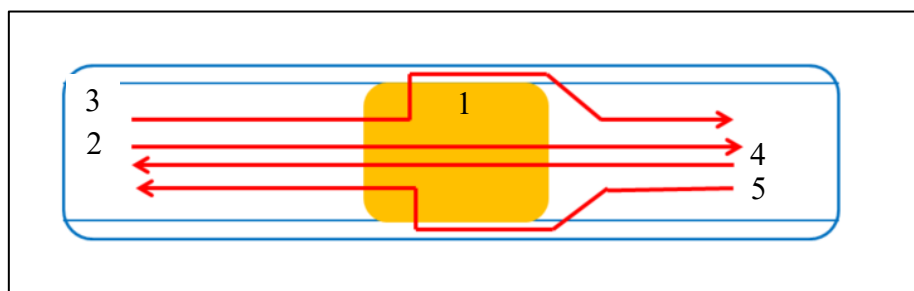


Figure 1. Franchissement de l'occlusion par le filament guide selon la technique

Légende :

1. Occlusion
2. Voie antérograde de vraie lumière à vraie lumière
3. Voie antérograde par dissection et réentrée
4. Voie rétrograde de vraie lumière à vraie lumière
5. Voie rétrograde par dissection et réentrée

Un algorithme décisionnel (l'approche hybride) a été développé plus récemment et permet de passer d'une stratégie à l'autre, rapidement, en cas de difficulté à franchir l'occlusion. En effet, c'est dans cette vision que l'anatomie du segment occlus permettra d'établir la stratégie initiale lors de la procédure et de l'adapter si nécessaire en cours d'intervention. De nos jours,

cette méthode est très utilisée par les opérateurs pour recanaliser une occlusion chronique totale de l'artère coronaire. Le but de l'approche hybride est de recanaliser avec succès le vaisseau cible dans des délais les plus courts possibles en utilisant le moins de radiation, de produit de contraste et de matériel. En effet, chaque CTO est différente, il faut donc considérer chaque patient au cas par cas. Pour pouvoir appliquer l'approche hybride de manière complète, l'opérateur doit avoir une formation spécifique et une bonne maîtrise de toutes les techniques de CTO [26].

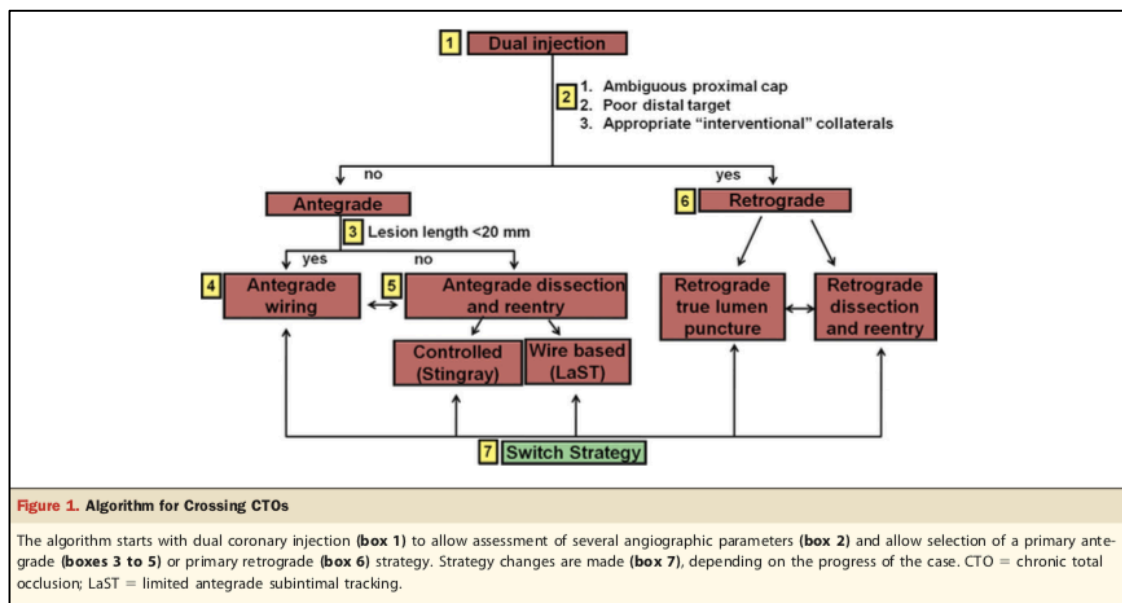


Figure 2. Algorithme décisionnel d'une revascularisation de la CTO (algorithme tiré de l'article de Brilakis [26])

Il est recommandé d'effectuer en début de procédure une double injection coronarienne (ce qui nécessite un double accès artériel, avec un cathéter placé dans le vaisseau occlus et l'autre dans le vaisseau source de collatérales) afin d'avoir une bonne visualisation proximale et distale de la lésion ainsi que de la circulation collatérale. De plus, elle nous permet également d'avoir une clarification sur la progression du ou des guide(s) en cours de procédure, ce qui permet d'augmenter davantage les taux de réussite des angioplasties de CTO.

L'approche par la voie rétrograde est privilégiée lorsqu'il y a une ambiguïté de la cap proximale, une mauvaise qualité du lit d'aval mais exige la présence de collatérales « interventionnelles ». Quant à la longueur des occlusions, les lésions courtes (< 20 mm) sont généralement mieux abordées par la voie antérograde avec « une escalade des guides », tandis que les lésions longues (≥ 20 mm) peuvent être mieux approchées par la technique de

« dissection et de réentrée ». En cas de difficulté de franchissement de l'occlusion avec la technique initiale, on tente à nouveau de franchir la lésion en changeant de filament ou en envisageant une autre stratégie [26].

3.3.1 – Voie Antérograde :

Dans l'approche par la voie antérograde, le filament guide est poussé dans le sens du flux dans le but de franchir l'occlusion par sa partie proximale. Cette approche peut se faire à partir de deux techniques, soit par une « escalade des guides », soit par « une dissection et une réentrée ».

La voie antérograde avec une « escalade des guides » consiste à aborder la lésion de CTO en intraluminal, c'est-à-dire de vraie lumière à vraie lumière, avec des guides à rigidité croissante si nécessaire. L'escalade se fait généralement par un guide souple comme le Fielder XT® et puis en cas d'échec de franchissement un guide plus rigide comme le Gaia® voire un Confianza® Pro est utilisé. Le microcathéter est essentiel pour son support car il permet en outre de passer d'un filament à un autre en fonction de la progression (repasser à un filament moins agressif par exemple une fois un segment plus spécifique passé). Lorsque la tentative de franchissement en intraluminal échoue, la technique de dissection et de réentrée par la voie antérograde peut être tentée comme une stratégie alternative [26].

L'abord par la voie antérograde par « une dissection et une réentrée » nécessite un matériel spécifique. Elle peut se faire de façon « involontaire » quand le filament sort de la lumière mais la progression est alors à éviter car on risque de perforer l'artère. La dissection peut être réalisée de façon intentionnelle par exemple en utilisant le cathéter CrossBoss® et la réentrée par le ballon Stingray® qui est un ballon avec deux orifices spécialement conçu pour cette technique. Les principaux inconvénients de cette stratégie sont le coût du matériel et de retrouver la vraie lumière avec le guide après la dissection. En effet, il s'agit d'une technique difficile qui nécessite non seulement une dissection pour passer le guide dans l'espace sous-intimal avant de le réintroduire dans la vraie lumière au niveau de la partie distale de l'occlusion. Une autre technique de « dissection et de réentrée » est la technique de faire un Knuckle, une petite boucle avec le filament et de le pousser. Le concept est que cette boucle peut progresser dans l'espace fibro-intimal tout en restant dans l'architecture de l'artère. On utilise un guide hydrophile comme le Fielder XT® ou un guide plus rigide comme le Pilot™

mais la difficulté de cette technique est trouver une stratégie pour revenir « le plus rapidement possible » dans la vraie lumière après la dissection qu'il faut éviter de prolonger au-delà du nécessaire ^[26].

3.3.2 –Voie Rétrograde :

Selon l'algorithme hybride, l'approche par la voie rétrograde peut être utilisée comme une stratégie primaire ou après un échec de tentative par la voie antérograde. Le franchissement de la lésion se fait à l'aide d'un guide en passant par les artères collatérales septales ou épicaudiques, afin d'en trouver une qui communique avec l'artère occluse. L'abord par la voie rétrograde au niveau de l'occlusion peut se faire également par deux techniques tout comme l'abord par la voie antérograde, soit par une « escalade des guides », soit par « une dissection et une réentrée ».

La technique de « l'escalade des guides » se fait de vraie lumière à vraie lumière. La lésion de CTO est approchée par un microcathéter (Corsair® le plus souvent dans notre expérience à Saint-Luc) et un guide non traumatique (Sion-Black, Fielder XT-R, ...) à partir d'une collatérale. Le but est d'amener le guide rétrograde à franchir la lésion et d'aller rejoindre le guide antérograde afin de se viser pour permettre une externalisation, le guide antérograde servant de marqueur à l'autre. Lorsque la tentative de franchissement par la voie rétrograde de vraie lumière à vraie lumière échoue, la technique de « dissection et de réentrée » par la voie rétrograde peut alors être tentée ^[26].

La voie rétrograde par « une dissection et une réentrée » consiste à aborder la lésion en passant par l'espace sous-intimal, c'est-à-dire de la vraie lumière à la fausse lumière. Le but de cette stratégie est de faire croiser les deux guides, l'un situé en antérograde et l'autre en rétrograde, soit en faisant passer l'un dans la vraie lumière et l'autre en sous-intimal ou alors les deux en sous-intimal. Un ballon de la même taille que l'artère doit être dilaté par la voie antérograde pour créer une connexion entre les parties proximale et distale de la lésion et permettre au filament rétrograde de passer la cap (technique du reverse cart) ^[26].

3.4 – Méthodologie de ce travail

Les cent premiers cas de CTO réalisés à Saint-Luc ont été revus rétrospectivement (dossiers cliniques, revue des films angiographiques). Ces procédures portent sur 93 patients, 7 ayant été repris pour une seconde tentative.

Une série de données ont été encodées (tableau Excel), reprenant en particulier les données démographiques des patients (âge, facteurs de risque cardiovasculaire, antécédents, symptômes et évaluation des patients avant l'intervention), les caractéristiques des lésions abordées (coronaire abordée, J-CTO score), la stratégie utilisée en salle de cathétérisme, le matériel utilisé, les données concernant la procédure (volume de contraste, durées de scopie et de procédure ainsi que la dose de radiation), les complications péri-procédurales et durant le séjour hospitalier ainsi que des données de suivi durant les six premiers mois et la première année si possible (suivi par le dossier ou par contact téléphonique).

Pour caractériser un effet de cette learning group sur les résultats, les cinquante premiers patients ont été comparés aux cinquante derniers. Le test de student a été utilisé pour comparer nos variables continues. Pour les variables discrètes, nous avons utilisé le test de Fischer pour comparer nos groupes. Les résultats obtenus ont été considérés comme statistiquement significatif lorsque la valeur p était inférieure à 0.05.

4. Résultats

4.1 – Caractéristiques démographiques des patients :

Comme illustré dans le *tableau 4*, la population étudiée comptait comme attendu une majorité d'hommes (71 contre 21 femmes). L'âge moyen des patients était de 61 ± 11 ans. En ce qui concerne les facteurs de risque cardiovasculaire, on remarque une importante prévalence de la dyslipidémie (89%) et de l'hypertension artérielle (70%).

Tableau 4. Comparaison des données démographiques selon le groupe

	Population étudiée (n=100)	50 premiers patients	50 derniers patients	P-value
Age moyen $\pm$ DS	61 $\pm$ 11	61 $\pm$ 11	62 $\pm$ 11	NS
Femmes	21	10	11	NS
Hommes	79	40	39	NS
Hypertension artérielle	70	37	33	NS
Tabagisme actif	26	11	15	NS
Dyslipidémie	89	45	44	NS
Diabète	28	16	12	NS
Hérédité	57	29	28	NS
Angor stable	53	26	27	NS
Antécédent d'infarctus du myocarde	49	19	30	0,045
Antécédent de PCI sur un autre site	53	28	25	NS
Antécédent de CABG	9	5	4	NS

Sur l'ensemble de la population étudiée, 53% présentaient un angor stable. De plus, près de la moitié des patients avaient un antécédent d'infarctus du myocarde. Par ailleurs, un antécédent d'angioplastie sur un autre site que sur le territoire de la CTO a été rapporté chez 53% des sujets. Seuls 9% des patients de notre cohorte avaient bénéficiés auparavant d'un pontage coronarien. La fonction rénale était préservée chez la majorité des patients (GFR moyenne de 81 ml/min).

Il n'y avait pas de différence significative en termes de données démographiques entre les deux groupes, précoce et tardifs, sauf en ce qui concerne un antécédent d'infarctus du myocarde où un nombre plus élevé de cas était observé dans le second groupe ($p = 0,045$).

4.2 – Caractéristiques angiographiques des patients :

La majorité des CTO se localisaient dans l'artère coronaire droite (54%), puis en seconde position dans l'artère interventriculaire antérieure (32%) et enfin dans l'artère circonflexe (14%). On note une seule occlusion du tronc commun qui a été revascularisée avec succès chez une jeune patiente. Cette dernière est un cas tout à fait particulier, une agénésie congénitale du tronc commun qui a d'abord été traitée chirurgicalement, mais le pontage mammaire réalisé était non fonctionnel et la patiente restait ischémique.

Tableau 5. Comparaison des données angiographiques selon le groupe

	<i>Population étudiée (n=100)</i>	<i>50 premiers patients</i>	<i>50 derniers patients</i>	<i>P-value</i>
Fraction d'éjection	56 ± 13	58 ± 12	53 ± 12	NS
Vaisseau CTO sélectionné :				
IVA	32	15	17	
CX	14	8	6	
CD	54	27	27	
TC	1	1	0	
Présence d'une ischémie	85	46	39	NS
Présence d'une viabilité	95	49	46	NS
Lésion ostiale	12	7	5	NS
Cap proximale émoussée	21	7	14	NS
Angulation > 45° du segment occlus	34	17	17	NS
Calcifications	32	15	17	NS
Longueur d'occlusion > 20 mm	57	29	28	NS
Échec d'une tentative antérieure	40	22	18	NS
J-CTO score	1.8 ± 1.0	1.8 ± 1.1	1.9 ± 0.9	NS

La présence d'une ischémie myocardique et/ou la préservation d'une viabilité du muscle cardiaque ont été documentées pour la majorité des patients.

De manière générale, le score de complexité de l'occlusion chronique, le J-CTO score était de 1.8 ± 1.0 . En ce qui concerne les caractéristiques de lésions, elles étaient similaires dans les deux groupes malgré une tendance plus élevée de patients présentant une lésion avec une ambiguïté de la cap proximale dans le second groupe (14/50 vs 7/50). Cependant, il n'existe pas de différence significative en termes de données angiographiques entre les deux groupes.

Le principal paramètre qui a été le plus souvent retrouvé dans les procédures infructueuses était une longueur d'occlusion supérieure à 20 mm, aussi bien pour le premier (73%, n = 8/11) que le second groupe (69%, n = 9/13). Par ailleurs, une angulation supérieure à 45° du segment occlus était le second paramètre le plus rencontré dans les échecs de procédure du premier groupe (64% vs 31%).

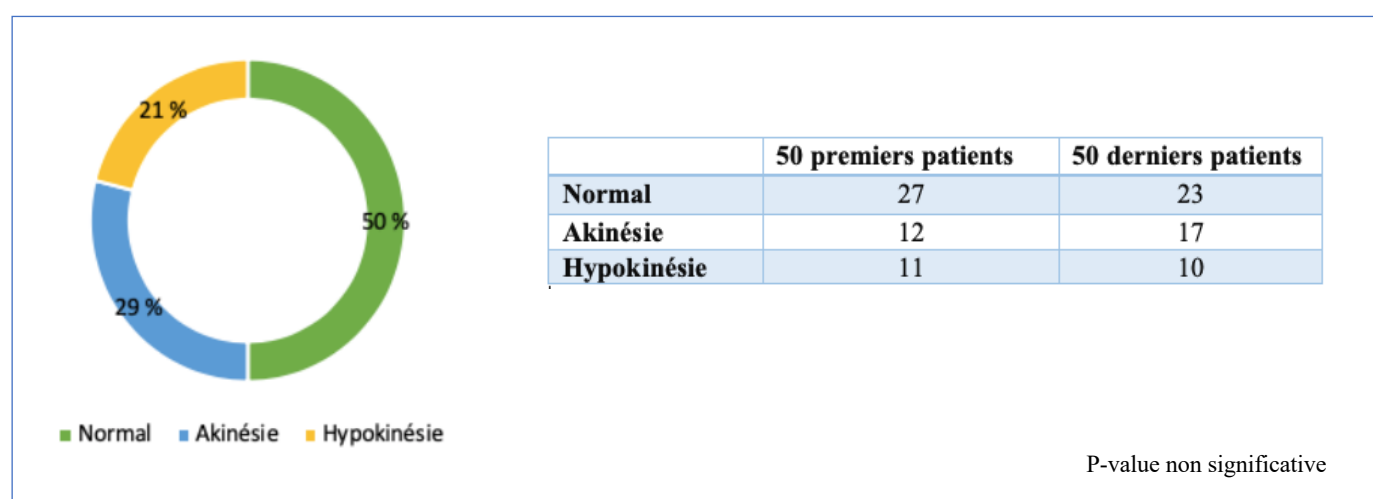


Figure 3. Comparaison de la cinétique myocardique du territoire dépendant de l'occlusion coronaire totale selon le groupe

Le graphique en secteurs de la *figure 3* nous montre que 50% de la population globale avait une cinétique préservée du territoire concerné. Les autres patients présentaient soit une akinésie (29%) soit une hypokinésie (21%) dans le territoire de la CTO. En matière de cinétique segmentaire, nous ne constatons pas de différence significative entre les cinquante premiers et les cinquante derniers patients.

4.3 – Caractéristiques des procédures :

Tableau 6. Comparaison des paramètres de procédures selon le groupe

	<i>Population étudiée (n=100)</i>	<i>50 premiers patients</i>	<i>50 derniers patients</i>	<i>P-value</i>
Taille du cathéter CTO :				
AFD (6 Fr/7 Fr)	28/60	16/28	12/32	
AFG (6 Fr/7 Fr)	0/5	0/4	0/1	
ARG	0	0	0	
ARD (6 Fr)	7	2	5	
Taille du cathéter d'injection :				
AFG (6 Fr/7 Fr)	27/5	19/5	8/0	
AFD (6 Fr)	3	3	0	
ARG (5 Fr/6 Fr)	1/4	0/2	1/2	
ARD (5 Fr/ 6 Fr)	2/38	1/10	1/28	
Double injection (%)	80	40	40	NS
GFR au moment de la procédure	81 ± 22	81 ± 25	81 ± 19	NS
Volume de contraste (ml)	257 ± 107	277 ± 109	236 ± 102	NS
Temps de procédure (min)	103 ± 38	113 ± 41	92 ± 32	0,009
Temps de fluoroscopie (min)	46,65 ± 12,10	50,32 ± 8,09	41,51 ± 15,12	NS
Dose de radiation (mGy.cm²)	498199 ± 311338	577108 ± 306856	417712 ± 300112	0,015
Microcathéters	1 ± 1	1 ± 1	1 ± 0	NS
Filaments guides	6 ± 3	5 ± 3	6 ± 2	NS
Ballons	3 ± 2	3 ± 2	2 ± 1	NS
Stents	2 ± 1	2 ± 1	2 ± 1	NS
Matériel additionnel :				NS
Stingray	6	4	2	
Guidezilla	6	5	1	
Lasso	3	2	1	
Crossboss	2	2	0	

Les caractéristiques techniques des procédures sont reprises dans le [tableau 6](#). On y voit que la double injection simultanée de l'artère occluse et de l'artère controlatérale a été utilisée dans 80% des tentatives de recanalisation. La raison principale de ne pas la faire était le plus souvent l'absence de collatérales. La voie la plus utilisée pour le cathéter destiné à la CTO était l'artère fémorale droite. Pour injecter l'artère controlatérale, la voie d'accès la plus utilisée était l'artère radiale droite et la seconde voie était l'artère fémorale gauche.

Par ailleurs, la durée moyenne d'une procédure était de 103 minutes pour un temps de scopie de 46.65 minutes. La dose de radiation moyenne délivrée était de 498 199 mGy.cm² et le volume moyen de contraste injecté était de 257 ml. Une réduction de la durée de procédure et de la dose de radiation administrée a été observée entre les deux groupes, précoce et tardif. Il n'existait pas d'autre différence significative entre les deux groupes.

En ce qui concerne le matériel, les opérateurs ont utilisé en moyenne par procédure un microcathéter, six filaments guides de 0.014, trois ballons et deux stents. D'autre part, certaines procédures ont nécessité l'usage d'un matériel plus spécifique comme un cathéter stingray (6%), un guideliner ou guidezilla (6%), un lasso (3%) ou un crossboss (2%). Un lasso a été utilisé seulement pour des cas réalisés par la voie rétrograde, une fois le filament ayant traversé l'occlusion pour le récupérer dans l'aorte et permettre son externalisation.

Les échecs de la procédure ont impliqué un recours à plus de matériel de type microcathéters et de filaments différents, aussi bien pour le premier que pour le second groupe.

4.4 – Complications péri-procédurales :

Au décours des cent premières procédures, quelques complications ont été observées même si aucune de ces complications n’ont été critiques. Elles sont reprises dans le [tableau 7](#).

Tableau 7. Complications de l'angioplastie de l'occlusion coronaire totale survenues en cours de procédure selon le groupe

	<i>Population étudiée (n=100)</i>	<i>50 premiers patients</i>	<i>50 derniers patients</i>	<i>P-value</i>
Mortalité	0	0	0	/
Infarctus du myocarde	6	3	3	NS
Perforation coronaire	0	0	0	/
Tamponnade	0	0	0	/
Insuffisance rénale	0	0	0	/
AVC	0	0	0	/
Complications vasculaires sérieuses	2	1	1	NS
Saignement mineur	2	1	1	NS
Saignement majeur	0	0	0	/
Radiodermite	0	0	0	/

Un infarctus péri-procédural a été relevé dans 6% des cas, mais il s’agissait à chaque fois d’une dénivellation de la troponine (une moyenne de 585 ng/L avec un intervalle compris entre 226 et 1337 ng/L) sans répercussion clinique et/ou des modifications visibles à l’ECG pour les cas rencontrés. Il n’y avait aucun cas d’accident vasculaire cérébral ni de saignement majeur nécessitant une transfusion.

Concernant les complications vasculaires, deux pseudo-anévrysmes ayant nécessité une embolisation en salle de radiologie interventionnelle sont survenus. Par ailleurs, quelques rares saignements mineurs (hématomes) ont été décrits et étaient tous localisés au niveau des accès artériels fémoraux.

Aucun cas de radiodermite ni d’insuffisance rénale n’a été trouvé dans notre série. Sur le plan statistique, les deux groupes étaient comparables en termes de complications péri-procédurales

4.5 – Technique appliquée et réussie/non réussie :

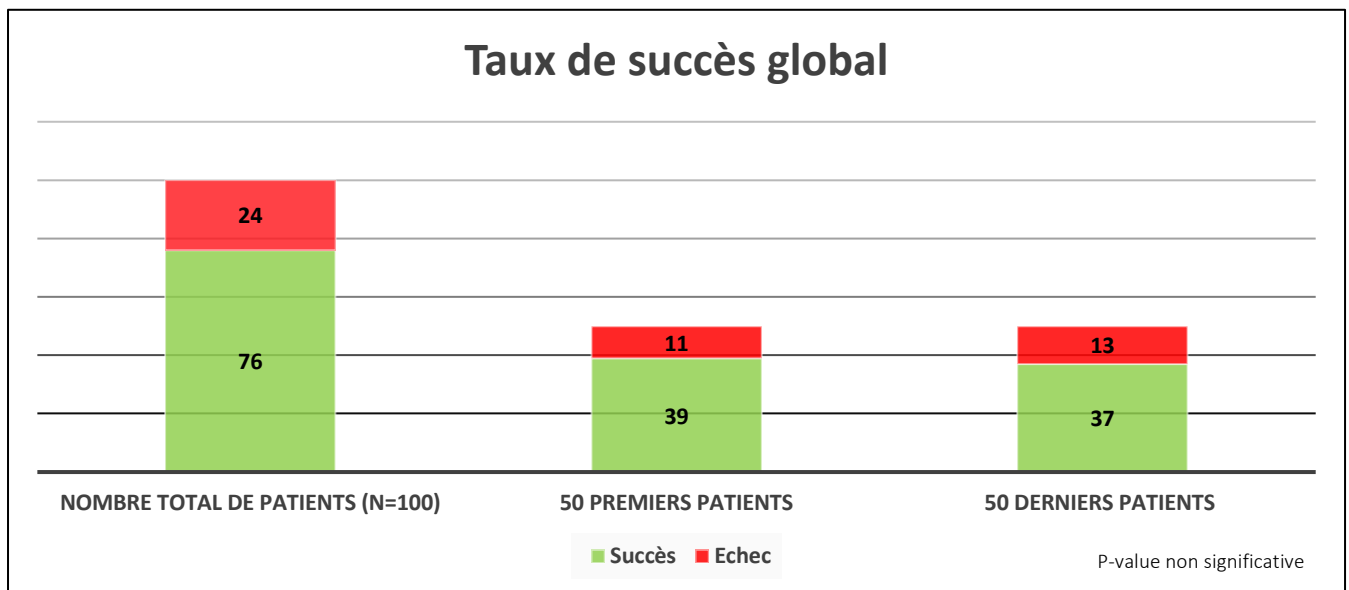


Figure 4. Comparaison des résultats d'angioplastie de l'occlusion coronaire chronique selon le groupe

Dès la première tentative de revascularisation, le taux de réussite était de 74.2% (n= 69/93). Une seconde tentative de désocclusion a été réalisée chez sept patients et a permis d'obtenir un pourcentage de réussite final de 76% (n=76/100).

Concernant la localisation des CTO pour les échecs angiographiques : treize cas se rapportaient à l'artère coronaire droite, neuf cas à l'artère interventriculaire antérieure et trois cas à l'artère circonflexe. Globalement, le score J-CTO des échecs de procédure était de 2.2 ± 1.0 . Toutefois, le degré de complexité des lésions était plus élevé dans le premier (2.5 ± 1.1) que le second groupe (2 ± 0.8) pour les procédures non réussies.

Dans l'ensemble, il n'y avait pas de différence significative entre les cinquante premiers patients et les cinquante derniers patients.

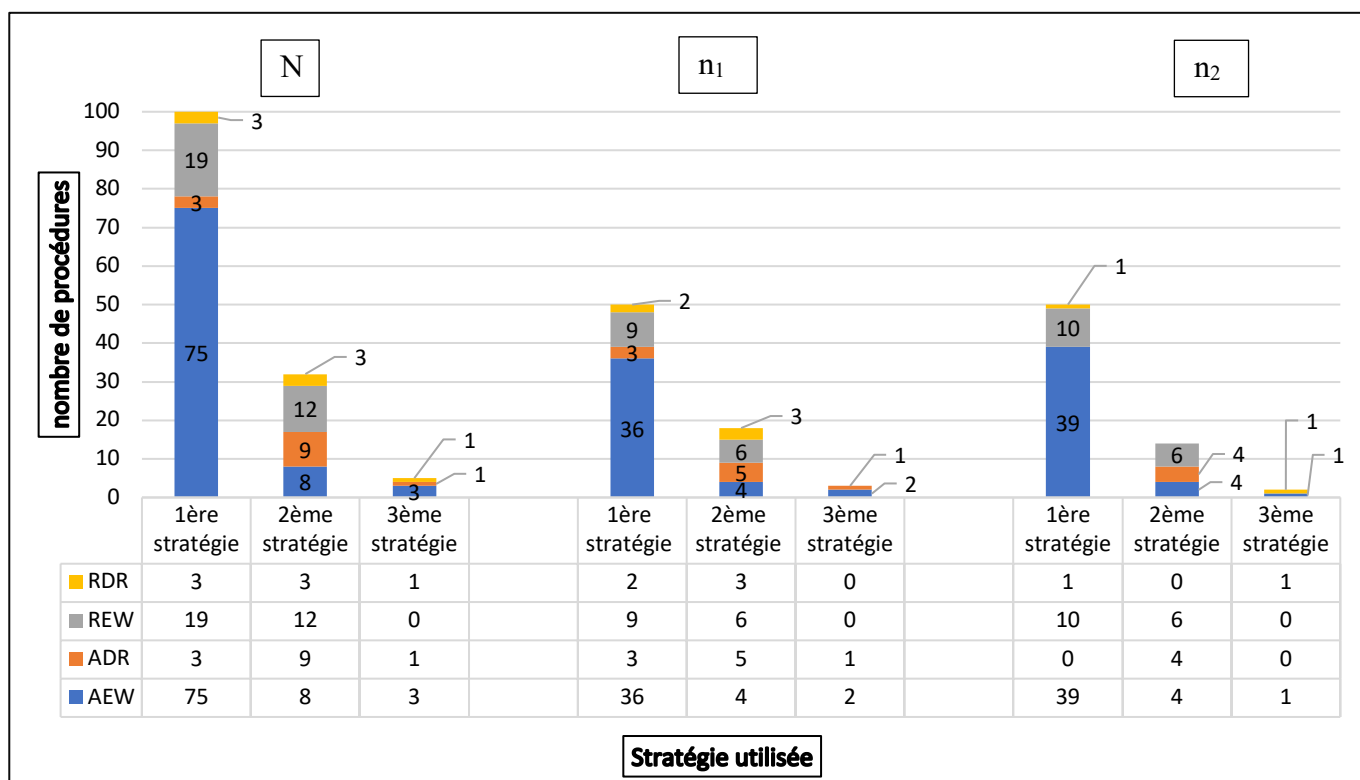


Figure 5. Comparaison des différentes techniques appliquées en cours de procédure selon le groupe

Légende :

N = population étudiée
n₁ = 50 premiers patients
n₂ = 50 derniers patients

AEW = voie antérograde avec une « escalade des guides »
ADR = voie antérograde par « dissection-réentrée »
REW = voie rétrograde avec une « escalade des guides »
RDR = voie rétrograde par « dissection-réentrée »

Comme illustré dans la [figure 5](#), les opérateurs de Saint-Luc pouvaient parfois avoir recours jusqu'à trois stratégies pour une même procédure en cas de difficultés à franchir l'occlusion du vaisseau concerné. En effet, les CTO PCI sont des angioplasties complexes pour lesquelles l'utilisation des techniques alternatives pendant l'intervention en cas de difficulté de franchissement de l'occlusion avec la technique initiale augmente le pourcentage de réussite.

La stratégie de prédilection en première intention était l'approche par la voie antérograde avec une « escalade des guides ». Cette voie était la technique la plus couramment utilisée (75%) suivie de l'approche par la voie rétrograde avec une « escalade des guides » (19%). La technique de « dissection et de réentrée », que ce soit par la voie antérograde ou rétrograde, n'a été appliquée que pour une minorité des patients (6%) pour la première stratégie. Seuls un tiers des CTO PCI ont nécessités l'application d'une deuxième stratégie en cours de procédure.

Les cardiologues interventionnels n'avaient recours à la seconde stratégie qu'en seconde intention. La technique principalement utilisée était la voie rétrograde avec une « escalade des guides ». Cependant, l'approche par la voie antérograde toute confondue reste la voie privilégiée des opérateurs comme pour la première stratégie.

Nous constatons que les opérateurs de notre hôpital ont eu très peu recours à l'utilisation d'une troisième stratégie en cours de procédure. Néanmoins lorsqu'elle était employée, il s'agissait surtout de l'approche par la voie antérograde avec une « escalade des guides ».

Par ailleurs, l'approche par la voie antérograde avec une « escalade des guides » était la stratégie la plus rencontrée en première intention pour les échecs de procédure des deux groupes (8/11 dans n_1 et 11/13 dans n_2). Lorsqu'il y'avait une seconde stratégie, il s'agissait principalement de la voie rétrograde avec une « escalade des guides » pour le premier groupe (5/11 dans n_1 et 3/13 dans n_2), puis en seconde position de la voie antérograde avec la technique de « dissection et de réentrée » (2/11 dans n_1 et 3/13 dans n_2). Une troisième stratégie n'a été utilisée que pour une seule procédure infructueuse du premier groupe. Les opérateurs ont d'abord essayés une tentative de désocclusion par la voie antérograde avec une « escalade des guides », ensuite la voie rétrograde avec « une escalade des guides » en seconde intention et enfin la voie antérograde par « dissection-réentrée » comme dernière stratégie.

4.6 – Suivi des patients :

La plupart des patients ont pu quitter l'hôpital le lendemain de l'intervention comme pour une angioplastie conventionnelle. Seuls 15% des patients ont eu un séjour d'hospitalisation prolongé en général d'un jour complémentaire (seul un patient est sorti au 3^{ème} jour et un second au 4^{ème} jour). La moitié des prolongations du séjour hospitalier était liée aux complications péri-procédurales. Aucun décès n'a été recensé pendant la durée de ce séjour ainsi que durant le suivi cardiologique jusqu'à un an après angioplastie.

Tableau 8. Comparaison des données de suivi en séjour d'hospitalisation et jusqu'à un an après angioplastie selon le groupe

	<i>Population étudiée (n= 100)</i>	<i>50 premiers patients</i>	<i>50 derniers patients</i>	<i>P-value</i>
<i>Prolongation de la durée du séjour d'hospitalisation (%)</i>	15	7	8	NS
<i>Symptômes angineux entre 0-6 mois</i>	24	12	12	NS
<i>Symptômes angineux entre 6- 12 mois</i>	19	12	7	NS
<i>Décès</i>	0	0	0	/
<i>Perdu de vue</i>	6	2	4	NS

Une amélioration des symptômes angineux a également été observée. Dans le premier groupe, parmi les douze patients qui ont rapportés une symptomatologie angineuse 0 à 6 mois après angioplastie, il n'y a eu que cinq cas revascularisés avec succès. Par ailleurs, un suivi post-angioplastie de ce groupe après 6 à 12 mois nous a montré que cinq patients (dont quatre revascularisés avec succès) n'ont plus eu de récurrence d'angor. Cependant, cinq autres patients ont rapportés des précordialgies atypiques au moins 6 mois après une revascularisation avec succès. Dans le second groupe, une récurrence d'angor a également été rapportée par douze patients entre 0 et 6 mois après angioplastie (cinq patients avec succès et sept patients sans succès). Par ailleurs, parmi ces douze cas, les cinq patients revascularisés avec succès n'ont plus eu de récurrence d'angor 6 à 12 mois après angioplastie. Même si des cas d'angor ont été rapportés par les patients des deux groupes durant leur suivi, une nette diminution de la fréquence et de l'intensité des épisodes a été signalée.

Les patients qui n'ont pas eu un suivi au sein de l'hôpital ont été contactés par téléphone. Cependant, six patients ont été perdus de vue dont deux patients qui habitent à l'étranger.

Par ailleurs, nous constatons qu'il n'existe pas de différence significative en termes de suivi entre ces deux groupes.

4.7 – Courbe d'apprentissage des opérateurs :

C'est en décembre 2015 que les opérateurs de Saint-Luc ont débuté la revascularisation des CTO. Les chiffres du graphique de la *figure 6* nous montrent qu'au total cent-trois procédures ont été réalisées entre 2015 et 2019. Toutefois, la population de notre étude reprend seulement les cent premiers patients. Les trois derniers patients de l'année 2019 ont été ajoutés uniquement dans ce graphique pour illustrer l'expérience de l'année 2019 où moins de procédures ont été réalisées.

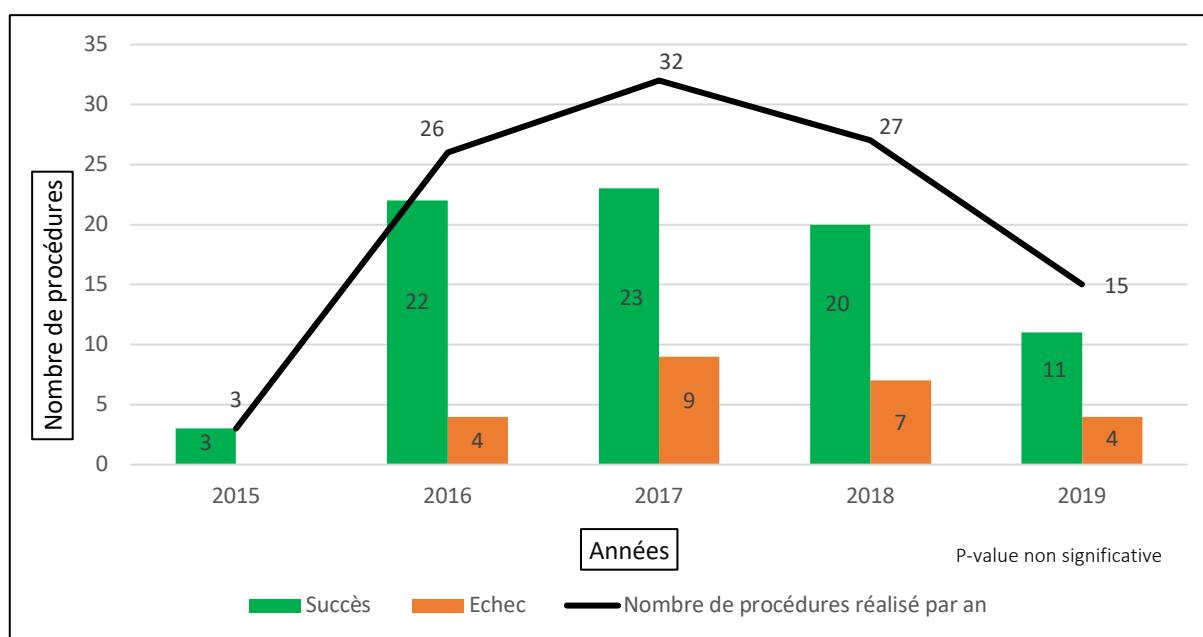


Figure 6. Aperçu du nombre d'angioplasties de la CTO réalisé à Saint-Luc par an

Notons que durant l'année 2015, seules trois procédures avaient été réalisées avec succès, mais avec l'aide d'un proctor. Cette année n'est donc pas représentative de l'échantillon en matière de taux de réussite le plus élevé. Concernant le taux de réussite le plus élevé, il a été obtenu en 2016 (85%, $n = 22/26$) mais de nouveau, l'aide d'un proctor a pu être obtenue pour une douzaine de cas. Sur la période analysée, l'année 2017 représente l'année pendant laquelle le plus d'angioplasties ont été effectuées avec un pourcentage de réussite de 72% ($n = 23/32$). D'ailleurs, les opérateurs ont fait de moins en moins appel à l'aide d'un proctor cette année-là.

Globalement, nous constatons tout de même que le taux de succès reste relativement similaire au cours du temps.

5. Discussion

Notre étude porte sur une analyse rétrospective des données récoltées à partir des dossiers des cent premiers patients ayant bénéficiés d'une tentative de désocclusion d'une CTO à Saint-Luc. Le but était d'établir un registre de patients afin de discuter de l'évolution des résultats obtenus lors de la « courbe d'apprentissage » des opérateurs de Saint-Luc entre 2015 et 2019. Globalement, un taux de succès de 74.2% a été obtenu (76% si on compte les quelques patients qui ont été repris pour une seconde tentative) avec un nombre minime de complications. L'analyse de nos résultats montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les deux groupes de patients sauf pour la durée et la dose de radiation administrées lors des procédures, plus petites dans le second groupe. A noter que le second groupe de patients comprenait plus de patients ayant fait un infarctus, mais à cette exception, les deux groupes étaient comparables.

Les deux groupes de notre série, les cinquante premiers patients (n_1) et les cinquante derniers patients (n_2), sont comparables en termes de données démographiques sauf pour les antécédents d'infarctus du myocarde. En effet, on observe un pourcentage plus élevé dans le second groupe (p -value = 0,045).

Tableau 9. Comparaison de la prévalence des facteurs de risque et des antécédents cardiovasculaires selon l'étude

	HTA (%)	Dyslipidémie (%)	IDM (%)	PCI (%)	Angor stable (%)
<i>Saint-Luc, 2020</i>					
<i>Population globale (N)</i>	70	89	49	53	53
<i>50 premiers patients (n_1)</i>	74	90	38	56	52
<i>50 derniers patients (n_2)</i>	66	88	60	50	54
<i>Maeremans et al, 2017</i> <i>(n = 411)</i>	73	85	38	50	62
<i>Tomasello et al, 2015</i> <i>(n = 776)</i>	77,8	61,3	41	32,3	45,9
<i>Christopoulos et al, 2015</i> <i>(n = 1036)</i>	91	96	42	67	/
<i>Michael et al, 2014</i> <i>(n=73)</i>	90,4	89	49,3	31,5	/
<i>Fefer et al, 2012</i> <i>(n=162)</i>	65	76	25	19	88

Nous rejoignons les résultats de plusieurs études concernant ces données démographiques [7][8][28][29][30]. Dans le registre canadien (Fefer et al), nous observons au niveau des antécédents, des pourcentages d'infarctus et de PCI moins élevés que dans les autres centres. En effet, les patients qui ont été traités par angioplastie étaient plus jeunes et ils présentaient moins de facteurs de comorbidité [7]. Précisons également que pour les antécédents d'angioplastie des patients de notre étude, la revascularisation ne concernait uniquement qu'un autre territoire que celui de la CTO. A savoir que ce n'est pas mentionné dans les autres registres avec lesquels nous avons comparés nos données sauf pour les registres américain (Christopoulos et al) et texan (Michael et al). En effet, parmi les antécédents de PCI, une nouvelle tentative de désobstruction de la CTO a été réalisée chez 16% des patients du registre américain et 9.6% des patients du registre texan [29][30]. Pour les trois autres registres, nous ne savons pas si les antécédents d'angioplastie étaient une tentative de revascularisation antérieure d'une occlusion totale chronique de l'artère coronaire en question.

La plainte principale rapportée par plus de la moitié de nos patients était un angor stable (53%), aussi bien pour le premier (52%, n = 26/50) que le second groupe (54%, n = 27/50). Nous n'avons retenu que l'angor stable comme symptôme puisqu'il s'agit d'une indication et d'un argument en faveur de la revascularisation [1][12]. A la différence du registre italien (Tomasello et al), où seuls 45.9% des patients présentaient de l'angor, les résultats des autres registres montrent que cela concerne également plus de la moitié des patients : 88% dans le registre canadien et 62 % dans le registre belge (Maeremans et al) [7][8][28]. Nous n'avons pas d'information concernant la plainte principale des patients des registres américain et texan.

Actuellement, peu d'études ont évaluées de manière prospective les caractéristiques angiographiques des CTO. Nous constatons dans plusieurs études comme dans la nôtre que la localisation habituelle de la CTO demeure l'artère coronaire droite (54%). Près de la moitié des lésions se situaient également dans ce vaisseau pour les deux groupes de notre étude. Nous rejoignons également les données des registres belge (62%), américain (59%), texan (57.5%), italien (49.7%) et canadien (47%) [7][8][28][29][30].

Pour les procédures non réussies, le paramètre du J-CTO score qui a été le plus rencontré était une longueur d'occlusion supérieur à 20 mm (71%, n = 17/24). Il s'agissait également du paramètre principal pour les deux groupes de notre série : 73% dans n₁ et 69% dans n₂. Cependant, un autre paramètre était fréquemment rencontré dans le premier groupe, c'était une angulation supérieure à 45° du segment occlus (64% vs 31%, p-value > 0,05). Une longueur d'occlusion supérieur à 20 mm (57%) était également le paramètre principal des

procédures échouées du registre multicentrique belge [28]. Quant au registre américain, les deux paramètres principaux des procédures infructueuses étaient une longueur d'occlusion supérieure à 20 mm et la présence de calcification dans le segment occlus [29]. Malheureusement, nous n'avons pas d'information concernant les paramètres du J-CTO score des procédures échouées des autres registres.

Le taux de succès global des cliniques universitaires Saint-Luc était de 76%, malgré la présence des lésions relativement complexes (J-CTO score = 1.8 ± 1.0). Le J-CTO score était discrètement plus élevé dans le premier groupe (1.8 ± 1.1 dans n_1 vs 1.9 ± 0.9 dans n_2). De même pour le pourcentage de réussite, il était plus élevé dans le premier (78 %, $n = 39/50$) que le second groupe (74 %, $n = 37/50$) mais les deux groupes restent comparables (p -value > 0,05). Cette différence observée semble être justifiée par la présence d'un proctor dans certaines procédures du premier groupe. Toutefois, le taux de réussite de notre centre était cohérent avec ceux rencontrés dans la littérature. Le pourcentage de réussite était de 82% dans le registre belge, 75.4% dans le registre italien et 70% dans le registre canadien [7] [8] [28]. Dans certains rares centres experts avec un gros volume et une longue expérience, le taux de réussite observé peut être $\geq 90\%$ [27] [29] [30]. En effet, les opérateurs qui recanalisent des CTO selon l'algorithme hybride obtiennent davantage un succès angiographique. Nous pouvons observer dans l'étude américaine que la stratégie primaire a permis de revasculariser avec succès seulement 58% des procédures. Or, un changement de stratégie en cas de difficulté à franchir l'occlusion pendant la procédure a augmenté ce taux initial à un taux de réussite final de 91% [29]. De même pour l'étude texane, l'utilisation des techniques alternatives pendant l'intervention a permis d'obtenir un taux de succès final de 90.4% venant d'un taux initial de 54.8% [30]. Toutes les angioplasties du registre texan ont été réalisées par un seul opérateur de manière consécutive sur une période d'un an environ. Une étude britannique menée par Wilson et al en 2016 a également démontrée que des opérateurs spécialistes de l'approche hybride ont améliorés le taux de réussite initial en ayant eu recours à de multiples approches pour des lésions relativement complexes en cours de procédure (90% venant de 79%) [27]. Parmi les registres avec lesquels nous avons comparé nos données, le J-CTO score moyen des procédures était de 2.5 ± 1.2 pour l'étude américaine et de 2.2 ± 1.2 pour l'étude belge [28][29]. Nous n'avons pas d'information concernant le J-CTO score des autres registres. Il est intéressant de noter que le but des registres canadien et italien était de calculer la prévalence de CTO à partir de toutes les angioplasties réalisées sur une année dans de multiples centres et d'évaluer les bénéfices de la revascularisation par rapport à la prise en charge

médicamenteuse du statut symptomatique des patients. Précisons également que tous les registres avec lesquels nous avons comparé nos données, excepté le registre texan, sont tous multicentriques contrairement à notre centre. La période étudiée s'étalait sur un an environ à la différence du registre américain et de Saint-Luc où celle-ci s'étalait sur plusieurs années. D'ailleurs si nous reprenons le taux de réussite de notre centre en fonction de l'année, il varie entre 72% et 85%. D'après l'analyse de la courbe d'apprentissage de nos opérateurs (*figure 6*), nous constatons que les Cliniques universitaires Saint-Luc font partie des centres « à petit-volume » (< 30 procédures/an). Le centre 8 du registre multicentrique belge est celui qui se rapproche le plus du notre. En effet, 28 cas ont été traités par angioplastie avec un pourcentage de réussite de 68% (n = 19/28) ^[28].

L'approche par la voie antérograde avec une « escalade des guide » (75%) était la stratégie de prédilection des opérateurs de notre centre en première intention, aussi bien pour les cinquante premiers patients (72%, n = 36/50) que les cinquante derniers patients (78%, n = 39/50). Cette approche était également la plus couramment utilisée en première intention dans les registres texan (87.5%), belge (82%) et américain (66%) ^{[28][29][30]}. En seconde intention, les opérateurs de Saint-Luc utilisaient principalement l'approche par la voie rétrograde avec une « escalade des guides » (12%) non seulement pour le premier groupe de patients (12%, n = 6/50) mais aussi pour le second groupe (12%, n = 6/50). Une deuxième stratégie a été utilisée pour environ un tiers des procédures. D'ailleurs, nous pouvons constater qu'elle a davantage été plus appliquée pour le premier groupe que le second groupe (36% vs 28%, p-value > 0,05). En effet, les deux groupes se démarquent pour la seconde stratégie surtout par l'utilisation de la technique de dissection et de réentrée sans pour autant qu'il n'y ait une différence significative. Elle a été employée deux fois plus dans le premier groupe en tant qu'une approche alternative, soit par la voie antérograde soit par la voie rétrograde, en cas d'échec de progression du guide avec la stratégie primaire. De plus, elle composait quasi la moitié des secondes stratégies du premier groupe. La présence d'un proctor semble justifier un usage plus élevé de la technique de dissection et de réentrée contrôlée pour certaines procédures du premier groupe. Notons que pour les cinq procédures où trois stratégies ont été utilisées pendant la même procédure, on ne dénombre qu'un seul échec. C'est pourquoi l'utilisation de l'algorithme hybride est recommandée car des techniques alternatives sont proposées pendant l'intervention en cas d'échec de franchissement de l'occlusion avec la technique initiale ^[26]. Par ailleurs, une double injection n'a été utilisée que dans 80% des cas pour les deux groupes lorsqu'il y avait des collatérales. Dans le registre belge, 73% des

procédures ont nécessitées une double injection lorsqu'il y avait des collatérales ou une visualisation antérograde incomplète ^[28]. Quant aux autres études, 78% des procédures du registre texan ont nécessitées une double injection et 71% des procédures du registre américain ^{[29] [30]}.

L'étude de Maeremans et al rapporte que les procédures non réussies ont nécessitées non seulement un temps d'intervention plus long, mais aussi une exposition plus importante aux radiations et aux produits de contraste ^[28]. Dans notre étude, nous constatons que la durée moyenne de fluoroscopie pour l'ensemble des procédures était plus élevée dans le premier que le second groupe, ce qui reflète clairement une amélioration liée à l'apprentissage de la technique.

En ce qui concerne le pourcentage de MACE intrahospitalier de notre population étudiée, il était de 6%. Ce taux est à relativiser puisqu'il s'agit de six cas ayant eu une dénivellation de la troponine cardiaque sans pour autant avoir une répercussion clinique et/ou une modification à l'électrocardiogramme. L'incidence était semblable dans les deux groupes de notre cohorte (trois cas dans n_1 et trois cas dans n_2). Par ailleurs la perforation coronarienne, qui est la complication la plus redoutée par les cardiologues, n'a pas été rencontrée dans notre étude. Dans le registre belge, un taux de MACE intrahospitalier de 3.4% ($n=14/411$) a été rapporté : sept NSTEMI péri-procédural, deux STEMI péri-procédural, deux cas de majoration de la troponine sans conséquence, deux cas d'attaque ischémique transitoire post-PCI et un décès ^[28]. Concernant l'étude américaine, on observe un faible taux de MACE intrahospitalier (1.7%, $n=17/1036$) associé à une faible incidence de mortalité (0.3%, $n=3/1036$) ^[29]. Le taux de MACE extrahospitalier n'a pas été évalué systématiquement par notre centre car plusieurs patients ne sont pas suivis à Saint-Luc. Cependant, aucun cas d'événements cardiovasculaires majeurs ne nous a été rapporté. Il n'a également pas été évalué par les registres belge, texan et américain. Toutefois, il a été évalué par plusieurs autres études dont l'étude italienne. D'après l'étude de Tomasello et al, un suivi d'une période de douze mois des trois groupes de patients a démontré qu'un succès de revascularisation d'une CTO est associé à des faibles taux de MACE extrahospitalier et de décès d'origine cardiaque comparé à ceux pris en charge par un traitement médicamenteux ou ayant bénéficié d'un pontage coronarien ^[8]. Nous n'avons pas d'information sur les taux de MACE intrahospitalier et extrahospitalier de l'étude canadienne. De plus, un suivi cardiologique des patients qui ont bénéficiés d'une angioplastie de la CTO à Saint-Luc à un an tend à montrer une amélioration de la symptomatologie angineuse. Ces données sont à prendre avec précaution car le but de notre étude ici présentée n'était pas un

suivi clinique systématique des patients, mais plutôt une analyse des données péri-procédurales. Il est toutefois intéressant de rapporter que seuls dix cas (cinq dans n_1 et cinq dans n_2) ont rapportés une récurrence d'angor 0 à 6 mois après une recanalisation avec succès de la CTO et six autres cas (six dans n_1 et zéro dans n_2) au moins 6 mois après angioplastie. Néanmoins, tous nos patients signalaient une diminution de l'intensité et de la fréquence des épisodes. De plus, les données de suivi démontrent que cinq patients du premier groupe ont eu une récurrence d'angor après six mois de suivi et neuf autres patients (quatre dans n_1 et cinq dans n_2) ne se plaignaient plus d'angor après six mois de suivi. Par ailleurs quelques personnes, chez qui la revascularisation n'a pas été réussie, ont rapporté une aggravation de leurs symptômes (angor, dyspnée, ...). Pour les autres registres avec lesquels nous avons comparé nos données, nous n'avons pas d'informations concernant l'amélioration de l'angor.

Enfin, la présente étude nous amène à faire plusieurs constatations. Tout d'abord, on observe un taux de MACE intrahospitalier qui se rapproche des taux rapportés par la littérature. De plus, un suivi des patients pendant une période de douze mois après angioplastie nous a permis de constater que le succès angiographique a amélioré l'angor stable de la plupart de nos patients en termes de fréquence et d'intensité. D'ailleurs, une récurrence d'angor n'a été rapportée que chez une minorité de nos patients durant ce suivi. Ensuite, on peut s'apercevoir qu'au fil des années, nos opérateurs progressent en recanalisant des lésions relativement complexes. Un taux de succès entre 72% et 85% a été enregistré pour les quatre dernières années. La stratégie de prédilection de nos opérateurs, tout comme celle des opérateurs de multiples centres, était la voie antérograde avec une « escalade des guides », aussi bien pour le premier que le second groupe. Puis avec l'expérience, les interventions nécessitent un temps de fluoroscopie moins long. Finalement, nos deux groupes restent globalement comparables.

La principale limitation de notre étude était l'absence d'un suivi systématique de nos patients. En effet, un test d'imagerie non invasif n'a pas été demandé pour tous les patients de notre étude afin d'évaluer l'étendue de la viabilité myocardique avant la revascularisation, puisque certains patients n'avaient pas de suivi au sein de notre hôpital. De même, un test d'ischémie myocardique avant la coronarographie n'a pas pu être réalisé chez tous nos patients. De plus, une épreuve d'effort dans les suites d'une angioplastie n'a pas pu être programmée au sein de notre hôpital pour les patients qui n'étaient pas suivis à Saint-Luc.

6. Conclusion

Les cliniques universitaires Saint-Luc sont un centre à relativement petit-volume dont le taux de succès global de l'expérience initiale était de 76% et ce même avec la présence des lésions relativement complexes (J-CTO score moyen de 1.8 ± 1.0). Un faible taux de MACE intrahospitalier a également été observé dans 6% des cas, sans pour autant qu'il n'y ait de conséquences cliniques (essentiellement une élévation isolée de la troponine) ou de prolongation du séjour hospitalier. Lors de la comparaison des deux groupes, un pourcentage de réussite semblable a été observé entre les deux groupes, reprenant l'expérience initiale et la comparant avec les cinquante patients suivants. Cependant, la présence d'un proctor plus fréquente dans le premier groupe pourrait expliquer ce taux de succès élevé dès le début de l'expérience de nos cardiologues interventionnels. Au final, les résultats de notre étude sont encourageants et montrent une progression de nos opérateurs au fil des années. Ils sont devenus plus autonomes tout en gardant le même taux de succès pour des lésions de complexité semblable. Notre étude, basée sur les angioplasties des occlusions coronaires chroniques, a également montrée, même si cela n'était pas le but initial de cette étude un effet bénéfique probable pour la symptomatologie angineuse. En effet, la plupart de nos patients ont rapporté une diminution des épisodes en termes de fréquence et d'intensité, voire même une absence de récurrence après angioplastie.

Malgré que les interventions des CTO restent des procédures difficiles, susceptibles de développer des complications, l'expérience clinique des opérateurs et la disponibilité d'un matériel adapté augmentent davantage le taux de succès et diminuent le taux de complications, se rapprochant ainsi des taux observés lors des angioplasties non CTO. Cependant, les angioplasties des CTO ne représentent que 10% des interventions coronariennes percutanées toutes confondues. En conséquence, une proportion plus élevée de patients atteints de CTO sont pris en charge par un traitement médicamenteux ou référés à la chirurgie pour un éventuel pontage aorto-coronarien.

Outre la complexité des lésions, le manque de données randomisées et le faible niveau de recommandations dans les guidelines peuvent pousser les cardiologues interventionnels à hésiter à prendre une décision de traiter des CTO par angioplastie. C'est pourquoi, il faudrait des études randomisées comparant les bénéfices des angioplasties par rapport au traitement médicamenteux pour inciter les cardiologues à accepter de relever plus souvent ce défi, qui représente une barrière à la revascularisation complète par l'angioplastie de la maladie coronarienne pluritronculaire.

7. Références bibliographiques

- [1] Windecker S, Kolh P, Alfonso F et al. 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). *European Heart Journal*, 2014, 35 (37) : 2593-2594. DOI : [10.1093/eurheartj/ehu278](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu278)
- [2] Jeroudi OM, Alomar ME, Michael TT et al. Prevalence and management of coronary chronic total occlusions in a tertiary Veterans affairs hospital. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 2014, 84: 637 – 643. DOI: [10.1002/ccd.25264](https://doi.org/10.1002/ccd.25264)
- [3] Werner GS, Gitt AK, Zeymer U et al. Chronic total coronary occlusions in patients with stable angina pectoris: impact on therapy and outcome in present day clinical practice, *Clin Res Cardiol*, 2009, 98: 435 – 441. DOI: [10.1007/s00392-009-0013-5](https://doi.org/10.1007/s00392-009-0013-5)
- [4] Tsai TT, Stanislawski MA, Shunk KA et al. Contemporary incidence, management and long-term outcomes of percutaneous coronary interventions for chronic coronary artery total occlusions: insights from the VA CART program. *JACC Cardiovascular Interventions*, 2017, 10: 866- 875. DOI: [10.1007/s00392-009-0013-5](https://doi.org/10.1007/s00392-009-0013-5)
- [5] Claessen BE, Dangas GD, Weisz G et al. Prognostic impact of a chronic total occlusion in a non-infarct related artery in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: 3-year results from the HORIZONS-AMI trial. *European Heart Journal*, 2012, 33: 768 – 775. DOI : [10.1093/eurheartj/ehr471](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehr471)
- [6] Kahn JK. Angiographic suitability for catheter revascularization of total coronary occlusions in patients from a community hospital setting. *Am Heart J*, 1993, 126: 561 -564. DOI : [10.1016/0002-8703\(93\)90404-w](https://doi.org/10.1016/0002-8703(93)90404-w)
- [7] Fefer P, Knudtson ML, Cheema AN et al. Current perspectives on coronary chronic total occlusions: the Canadian multicenter chronic total occlusions registry. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 59 (11): 991 -997. DOI: [10.1016/j.jacc.2011.12.007](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.12.007)

- [8] Tomasello SD, Boukhris M, Giubilato S et al. Management strategies in patients affected by chronic total occlusions: Results from the Italian registry of chronic total occlusions. *European Heart Journal*, 2015, 36: 3189-3198. DOI : [10.1093/eurheartj/ehv450](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv450)
- [9] Knuuti J, Wijns W, Saraste A et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndroms: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 2020, 41: 407-477. DOI:[10.1093/eurheartj/ehz425](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425)
- [10] Srivasta SS, Edwards WD, Boos CM et al. Histologic correlates of angiographic chronic total coronary artery occlusions: influence of occlusion duration on neovascular channel patterns and intimal plaque composition. *Am J Coll Cardiol*, 1997, 29 (5): 955 -963.
- [11] Degrauwe S, Muller O, Zuffi A et al. Traitement percutané de l'occlusion coronaire totale chronique : perspectives clinique en 2015. *Rev Méd Suisse*, 2015, 11 : 1172-1179.
- [12] Marechal P, Gach O, Davin L et al. Pourquoi traiter une occlusion coronaire totale chronique ?. *Rev Med Suisse*, 2017, 13 : 1406-1409.
- [13] Maréchal P, Davin L, Lhoest N et al. Le traitement percutané des occlusions coronaires chroniques. *Rev Med Liège* 2019, 74 : 44-50.
- [14] Clément O, Faye N, Fournier L et al. Rein et produits de contraste iodés et gadolinés. *Journal de radiologie*, 2011, 92: 291-298. DOI: [10.1016/j.jradio.2011.02.017](https://doi.org/10.1016/j.jradio.2011.02.017)
- [15] Brilakis ES, Banerjee S, Karpaliotis D et al. Procedural outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: a report from the NCDR (National Cardiovascular Data Registry). *JACC Cardiovasc Interv* 2015, 8 (2): 245 – 253. DOI : [10.1016/j.jcin.2014.08.014](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.08.014)
- [16] Werner GS, Martin-Yuste V, Hildick-Smith D et al. A randomized multicenter trial to compare revascularization with optimal medical therapy for the treatment of chronic total coronary occlusions. *European Heart Journal*, 2018, 0: 1-10. DOI : [10.1093/eurheartj/ehy220](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy220)

- [17] Grantham JA, Jones PG, Cannon L et al. Quantifying the early health status benefits of successful chronic total occlusion recanalization: results from the FlowCardia's Approach to Chronic Total Occlusion Recanalization (FACTOR) Trial. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2010, 3 :284-290. DOI : [10.1161/CIRCOUTCOMES.108.825760](https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.108.825760)
- [18] Hoebers LP, Claessen BE, Elias J et al. Meta-analysis on the impact of percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions on left ventricular function and clinical outcome. *International Journal of Cardiology*, 2015, 187: 90 -96. DOI: [10.1016/j.ijcard.2015.03.164](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.03.164)
- [19] Godino C, Bassanelli G, Economou FI et al. Predictors of cardiac death in patients with coronary chronic total occlusion not revascularized by PCI. *International Journal of Cardiology*, 2013, 168: 1402 -1409. DOI : [10.1016/j.ijcard.2012.12.044](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.12.044)
- [20] Sachdeva R, Agrawal M, Flynn SE et al. The Myocardium Supplied by a Chronic Total Occlusion is a Persistently Ischemic Zone. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2014, 83(1): 9-16. DOI: [10.1002/ccd.25001](https://doi.org/10.1002/ccd.25001)
- [21] Suero JA, Marso SP, Jones PG et al. Procedural outcomes and long-term survival among patients undergoing percutaneous coronary intervention of a chronic total occlusion in native coronary arteries: A 20- year experience. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 38: 409-414. DOI : [10.1016/s0735-1097\(01\)01349-3](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(01)01349-3)
- [22] Patel VG, Brayton KM, Tamayo A et al. Angiographic success and procedural complications in patients undergoing percutaneous coronary chronic total occlusion interventions: a weighted meta-analysis of 18,061 patients from 65 studies. *JACC Cardiovascular interventions*, 2013, 6 (2): 128-136. DOI: [10.1016/j.jcin.2012.10.011](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2012.10.011)
- [23] Javaid A, Buch AN, Satler LF et al. Management and outcomes of coronary artery perforation during percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol*, 2006, 98: 911-914. DOI: [10.1016/j.amjcard.2006.04.032](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2006.04.032)

[24] Rinfret S, editor. Percutaneous Intervention for coronary Chronic Total Occlusion: The Hybrid Approach. Switzerland: Springer; 2016. DOI: [10.1007/978-3-319-21563-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-21563-1)

[25] Morino Y, Abe M, Morimoto T et al. Predicting Successful Guidewire Crossing Through Chronic Total Occlusion of Native Coronary Lesions Within 30 Minutes: The J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) Score as a Difficulty Grading and Time Assessment Tool. JACC Cardiovasc Interv, 2011, 4 (2): 213 – 221. DOI : [10.1016/j.jcin.2010.09.024](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2010.09.024)

[26] Brilakis ES, Grantham JA, Rinfret S et al. A percutaneous treatment Algorithm for crossing coronary chronic total occlusions. JACC Cardiovasc Interv. 2012, 5 (4): 367-379. DOI: [10.1016/j.jcin.2012.02.006](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2012.02.006)

[27] Wilson WM, Walsh SJ, Yan AT et al. Hybrid approach improves success of chronic total occlusion angioplasty. Heart 2016, 102 :1486– 1493. DOI: [10.1136/heartjnl-2015-308891](https://doi.org/10.1136/heartjnl-2015-308891)

[28] Maeremans J, Kayaert P, Bataille Y et al. Assessing the landscape of percutaneous coronary chronic total occlusion treatment in Belgium and Luxembourg: the Belgian Working Group on Chronic total Occlusions (BWGCTO) registry. Acta Cardiologica, 2017: 427-436. DOI: <https://doi.org/10.1080/00015385.2017.1408891>

[29] Christopoulos G, Karpaliotis D, Alaswad K et al. Application and outcomes of a Hybrid Approach to Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention in a Contemporary Multicenter US Registry. Int J Cardiol, 2015, 198: 222-228. DOI: [10.1016/j.ijcard.2015.06.093](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.06.093)

[30] Michael TT, Mogabgab O, Fuh E et al. Application of the « Hybrid Approach” to Chronic Total Occlusion Interventions: A Detailed Procedural Analysis. Journal of Interventional Cardiology, 2014, 27: 36-43. DOI: [10.1111/joic.12083](https://doi.org/10.1111/joic.12083)

