

Faculté de Médecine

Année 2021

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

le 25 octobre 2021

Par Maxime GOURGUE

Né le 4 septembre 1992 à Angers

Comparaison du rayonnement per-opératoire lors des procédures de revascularisation endovasculaire en fonction du type d'anesthésie

Thèse dirigée par Le Docteur Francis PESTEIL

Examineurs :

M. Le Professeur Eric DUCASSE, CHU Bordeaux

M. Le Professeur Philippe LACROIX, CHU Limoges

M. Le Professeur Serguei MALIKOV, CHU Nancy

Mme. Le Professeur Muriel MATHONNET, CHU Limoges

M. Le Docteur Francis PESTEIL, CHU Limoges

M. Le Docteur Romain CHAUVET, CHU Limoges

M. Le Docteur Denis ASSELINEAU, CHU Limoges



Faculté de Médecine

Année 2021

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

Le 25 octobre 2021

Par Maxime GOURGUE

Né(e) le 4 septembre 1992 à Angers

Comparaison du rayonnement per-opératoire lors des procédures de revascularisation endovasculaire en fonction du type d'anesthésie

Thèse dirigée par Le Docteur Francis PESTEIL

Examineurs :

M. Le Professeur Eric DUCASSE, CHU Bordeaux

M. Le Professeur Philippe LACROIX, CHU Limoges

M. Le Professeur Serguei MALIKOV, CHU Nancy

Mme. Le Professeur Muriel MATHONNET, CHU Limoges

M. Le Docteur Francis PESTEIL, CHU Limoges

M. Le Docteur Romain CHAUVET, CHU Limoges

M. Le Docteur Denis ASSELINEAU, CHU Limoges



Professeurs des Universités - praticiens hospitaliers

Le 7 septembre 2020

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
AJZENBERG Daniel	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
AUBARD Yves	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	O.R.L.
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE d'ADULTES
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DARDE Marie-Laure	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DES GUETZ Gaëtan	CANCEROLOGIE
DESSPORT Jean-Claude	NUTRITION
DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE et SANTE au TRAVAIL
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE (CHIRURGIE DIGESTIVE)
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FAUCHER Jean-François	MALADIES INFECTIEUSES
FAVREAU Frédéric	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE

FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent	CHIRURGIE INFANTILE
GAUTHIER Tristan	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
GUIGONIS Vincent	PEDIATRIE
HANTZ Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
HOUETO Jean-Luc	NEUROLOGIE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M. Odile	IMMUNOLOGIE
JESUS Pierre	NUTRITION
LABROUSSE François	ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
LY Kim	MEDECINE INTERNE
MABIT Christian	ANATOMIE
MAGY Laurent	NEUROLOGIE
MARIN Benoît	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MOHTY Dania	CARDIOLOGIE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE
MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
NUBUKPO Philippe	ADDICTOLOGIE

OLLIAC Bertrand	PEDOPSYCHIATRIE
PARAF François	MEDECINE LEGALE et DROIT de la SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
STURTZ Franck	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
TCHALLA Achille	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE et MALADIES METABOLIQUES
TOURE Fatouma	NEPHROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIGNON Philippe	REANIMATION
VINCENT François	PHYSIOLOGIE
YARDIN Catherine	CYTOLOGIE et HISTOLOGIE

PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BRIE Joël	CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE
KARAM Henri-Hani	MEDECINE D'URGENCE
MOREAU Stéphane	EPIDEMIOLOGIE CLINIQUE

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

BALLOUHEY Quentin	CHIRURGIE INFANTILE
BARRAUD Olivier	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
BOURTHOUMIEU Sylvie	CYTOLOGIE et HISTOLOGIE

COUVE-DEACON Elodie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
DURAND Karine	BIOLOGIE CELLULAIRE
ESCLAIRE Françoise	BIOLOGIE CELLULAIRE
JACQUES Jérémie	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
LE GUYADER Alexandre	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
LIA Anne-Sophie	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
RIZZO David	HEMATOLOGIE
TERRO Faraj	BIOLOGIE CELLULAIRE
WOILLARD Jean-Baptiste	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie	ANGLAIS
-----------------------	---------

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES ASSOCIES A MI-TEMPS

SALLE Laurence	ENDOCRINOLOGIE (du 01-09-2020 au 31-08-2021)
-----------------------	-------------------------------------------------

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DUMOITIER Nathalie	(Responsable du département de Médecine Générale)
---------------------------	------------------------------------------------------

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS DE MEDECINE GENERALE

HOUDARD Gaëtan	(du 01-09-2019 au 31-08-2022)
LAUCHET Nadège	(du 01-09-2020 au 31-08-2023)
PAUTOUT-GUILLAUME Marie-Paule	(du 01-09-2018 au 31-12-2020)
SEVE Léa	(du 01-09-2020 au 31-08-2023)

PROFESSEURS EMERITES

ADENIS Jean-Paul	du 01-09-2017 au 31-08-2021
ALDIGIER Jean-Claude	du 01.09.2018 au 31.08.2020
BESSEDE Jean-Pierre	du 01-09-2018 au 31-08-2020

BUCHON Daniel	du 01-09-2019 au 31-08-2021
MERLE Louis	du 01.09.2017 au 31.08.2020
MOREAU Jean-Jacques	du 01-09-2019 au 31-08-2021
TREVES Richard	du 01-09-2020 au 31-08-2021
TUBIANA-MATHIEU Nicole	du 01-09-2018 au 31-08-2021
VALLAT Jean-Michel	du 01.09.2019 au 31.08.2022
VIROT Patrice	du 01.09.2018 au 31.08.2021

Assistants Hospitaliers Universitaires – Chefs de Clinique

Le 12 juin 2020

ASSISTANTS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

AUDITEAU Emilie	EPIDEMIOLOGIE (CEBIMER)
DAURIAT Benjamin	HISTOLOGIE, EMBRIOLOGIE ET CYTOGENETIQUE
DERBAL Sophiane	CHIRURGIE ANATOMIE
DOUCHEZ Marie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
DUPONT Marine	HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE
DURIEUX Marie-Fleur	PARASITOLOGIE
GUYOT Anne	LABORATOIRE ANAPATHOLOGIE
HERMINEAUD Bertrand	LABORATOIRE ANAPATHOLOGIE
HUMMEL Marie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
LABRIFFE Marc	PHARMACOLOGIE
LEFEBVRE Cyrielle	ANESTHESIE REANIMATION
LOPEZ Stéphanie	MEDECINE NUCLEAIRE
PASCAL Virginie	IMMUNOLOGIE CLINIQUE
PIHAN Franck	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
RIVAILLE Thibaud	CHIRURGIE-ANATOMIE
SANSON Amandine	ANESTHESIE REANIMATION
TCHU HOI NGNO Princia	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE

CHEFS DE CLINIQUE - ASSISTANTS DES HOPITAUX

ALBOUYS Jérémie	HEPATO GASTRO ENTEROLOGIE
ARMENDARIZ-BARRIGA Matéo	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
AUBLANC Mathilde	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
BAÏSSE Arthur	REANIMATION POLYVALENTE

BEEHARRY Adil	CARDIOLOGIE
BLOSSIER Jean-David	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
BRISSET Josselin	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES
CHASSANG-BRUZEAU Anne-Hélène	RADIOLOGIE
CHAUVET Romain	CHIRURGIE VASCULAIRE
CISSE Fatou	PSYCHIATRIE
COMPAGNAT Maxence	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
DE POUILLY-LACHATRE Anaïs	RHUMATOLOGIE
DESCHAMPS Nathalie	NEUROLOGIE
DESVAUX Edouard	MEDECINE GERIATRIQUE
DUVAL Marion	NEPHROLOGIE
EL OUAFI Zhour	NEPHROLOGIE
FAURE Bertrand	PSYCHIATRIE d'ADULTES
FAYEMENDY Charlotte	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
FROGET Rachel	CENTRE D'INVESTIGATION CLINIQUE (pédiatrie)
GEYL Sophie	GASTROENTEROLOGIE
GHANEM Khaled	ORL
GILBERT Guillaume	REANIMATION POLYVALENTE
GUTTIEREZ Blandine	MALADIES INFECTIEUSES
HANGARD Pauline	PEDIATRIE
HARDY Jérémy	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
HESSAS-EBELY Miassa	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
LALOZE Jérôme	CHIRURGIE PLASTIQUE
LEGROS Maxime	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
MAURIANGE TURPIN Gladys	RADIOTHERAPIE

MEUNIER Amélie	ORL
MICLE Liviu-Ionut	CHIRURGIE INFANTILE
MOWENDABEKA Audrey	PEDIATRIE
PARREAU Simon	MEDECINE INTERNE ET POLYCLINIQUE
PELETTE Romain	CHIRURGIE UROLOGIE et ANDROLOGIE
PEYRAMAURE Clémentine	ONCOLOGIE MEDICALE
PLAS Camille	MEDECINE INTERNE B
QUILBE Sébastien	OPHTALMOLOGIE
SIMONNEAU Yannick	PNEUMOLOGIE
SURGE Jules	NEUROLOGIE
TRICARD Jérémy	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
VAIDIE Julien	HEMATOLOGIE CLINIQUE
VERLEY Jean-Baptiste	PSYCHIATRIE ENFANT ADOLESCENT
VIDAL Thomas	OPHTALMOLOGIE

CHEF DE CLINIQUE – MEDECINE GENERALE

BERTRAND Adeline

SEVE Léa

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

Néant

Remerciements

Au Professeur Eric Ducasse,

Vous me faites l'honneur de présider ce jury et je vous en remercie.
Vous m'accueillerez également dans votre service pour ma première année de Docteur Junior.
J'ai hâte de travailler à vos côtés et d'en apprendre le plus grand des enseignements.

Au Docteur Francis Pesteil,

Vous m'avez fait l'honneur de diriger mon travail de thèse.
Vous avez été le maître qui m'a initié à l'art de la Chirurgie Vasculaire.
Je vous remercie au temps et à l'attention que vous avez apporté à ma formation ainsi qu'aux valeurs qui vous tiennent à cœur de transmettre à tous vos élèves.

Au Professeur Philippe Lacroix,

Vous m'avez permis de réaliser ma formation au sein de votre service.
Je vous remercie de m'avoir accueilli et de m'avoir partagé votre savoir sur la médecine et chirurgie vasculaire ainsi que vos précieux conseils que vous aimez tant partager.

Au Professeur Serguei Malikov,

Vous m'avez fait l'honneur de m'accueillir dans votre service de chirurgie vasculaire à Nancy. Je vous remercie de m'avoir fait découvrir votre belle région et de m'avoir partagé votre savoir et vos techniques, dont celles de chirurgie aortique ouverte, que j'ai apprécié réaliser à vos côtés.

Au Professeur Muriel Mathonnet,

Vous m'avez fait l'honneur de me partager votre passion de la chirurgie et vous m'avez fait découvrir celle de la chirurgie digestive et endocrinienne. Vous me faites également le plaisir de siéger à ce jury et je vous en remercie.

Au Docteur Denis Asselineau,

Vous me faites l'honneur de siéger à ce jury, je vous remercie de l'intérêt que vous avez porté à mon travail de thèse. Je vous remercie également pour votre sens du partage au bloc opératoire, qui pour vous est une évidence et pour moi un plaisir.

Au Docteur Romain Chauvet,

Tu as été mon premier co-interne, puis devenu très vite un ami. Nous avons partagé de très bons moments professionnels et dans la vie privée. Tu m'as également soutenu et transmis

l'expérience que tu as reçue tout au long de ta formation. Tu me fais l'honneur de siéger à ce jury et pour tout cela je te remercie.

Au Docteur Poirier,

Vous m'avez accueilli dans votre service de Mont de Marsan.
Merci pour ta bienveillance, ta pédagogie, et tes enseignements que j'ai apprécié recevoir.

Aux Docteurs Vitale, Gordienco, Ben-Ahmed, Settembre, El Refy, Belkhorissat, Frisch, Shaabi et Khalid. Nous nous sommes rencontrés durant mes stages de chirurgie vasculaire et ce fut un grand plaisir à chaque fois.

A mes parents, pour m'avoir soutenu tout au long de mes études et de l'admiration qu'ils ont pour moi et mon travail.

A mes Frères et Sœur, Damien, Adrien et Elodie pour les bons moments que nous avons passés ensemble.

A mes Grands Parents, qui ont toujours été fières de moi et de mes choix et que j'aime retrouver.

A toutes ma famille et à leurs soutient.

A mon autre famille Vasculaire, Raphael qui a toujours brillé major de sa promotion, Kevin, Marie Laure, Lucie, Saad, Ysé, Héla, Jonathan, Hanna et Emilie.

A tous mes co-internes que j'ai pu côtoyer tout au long de mes stages.

A mes amis, Vincent et Laurent pour nos premiers pas en médecine, Clément pour ton amitié de toujours et pour tous les autres.

A toutes les équipes avec qui j'ai pu travailler au bloc opératoire et dans les services.

Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :

« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »

disponible en ligne : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



Table des matières

I. Introduction	18
II. Généralités	20
II.1 Historique.....	20
II.2 Radioprotection.....	20
II.2.1 Exposition à la radioactivité	20
II.2.2 Effet des radiations ionisantes	21
II.2.3 Procédures de radioprotection.....	22
II.3 Artériopathie Oblitérante des membres inférieurs	23
III. Matériels et Méthodes	26
III.1 Méthodologie	26
III.2 Caractéristiques de la population	26
III.3 Variables étudiées	26
IV. Résultats.....	28
IV.1. Population générale.....	28
IV.2. Comparaison des populations des deux groupes	30
IV.3. Analyse des variables.....	31
IV.4. Analyse en sous-groupes	34
V. Discussion	36
V.1. Population	36
V.2. Comparaison des résultats	36
V.3. Limites et alternatives	38
VI. Conclusion	39
Références bibliographiques	40
Annexes	44
Serment d’Hippocrate.....	50

Table des illustrations

Figure 1 Produit dose surface.....	22
Figure 2 : Flow Chart.....	28
Figure 3 Répartition des Patients en fonction du type d'anesthésie (en pourcentage)	29

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques de la population générale.....	p29
Tableau 2 : Comparaison des caractéristiques de la population en fonction des groupes d'anesthésies.....	p31
Tableau 3 : Comparaison du PDS, du temps de scopie, de la dose de produit de contraste et de la durée d'intervention entre les groupes d'anesthésies.....	p32
Tableau 4 : Comparaison de variables qualitatives entre les deux groupes anesthésiques.....	p33
Tableau 5 : Comparaison de la moyenne de PDS en fonction de variables	p34
Tableau 6 : Comparaison des moyennes en sous-groupes du PDS en fonction des groupes d'anesthésies.....	p35

I. Introduction

La chirurgie endovasculaire nécessite le recours à l'imagerie per-opératoire fondée sur l'utilisation des rayons X. Cette chirurgie a pris le pas sur la chirurgie conventionnelle ouverte et les indications se sont élargies notamment dans la prise en charge de l'artériopathie chronique oblitérante des membres inférieurs. L'amplificateur de brillance mobile ou la salle d'intervention hybride sont devenus les outils indispensables du chirurgien vasculaire au prix d'une exposition aux rayonnements ionisants que ce soit pour le patient ou pour l'équipe médico-chirurgicale le prenant en charge (1).

Cette source de rayonnement pose le problème des risques liés à l'irradiation du malade, de l'opérateur ainsi que des membres de l'équipe chirurgicale et anesthésique.

Les effets nocifs sont augmentés par une exposition longue, répétée, ou à une forte intensité de ces rayonnements.

La dose de rayons utilisée durant les interventions est susceptible d'augmenter proportionnellement au poids, à l'IMC du patient et en fonction de la zone chirurgicale étudiée (elle est proportionnelle à l'épaisseur des tissus traversés par les rayons entre le tube à rayons X et le Capteur).

Lorsque nous réalisons des procédures endovasculaires au niveau des artères des membres inférieurs, différents types d'anesthésies sont utilisés : les anesthésies générales et les rachianesthésies durant lesquelles le patient est peu susceptible de présenter des mouvements pouvant perturber le déroulement de l'acte (acquisition des images, navigation endovasculaire, angioplastie ou positionnement d'un stent notamment) et les anesthésies locales ou les anesthésies locorégionales associées ou non à une sédation, durant lesquelles le patient peut présenter une confusion peropératoire, des douleurs ou une position inconfortable non soulagée responsable de mouvements pouvant interférer avec la procédure et responsables de nouvelles acquisitions d'imageries ou de gestes techniques supplémentaires.

Nous utilisons également du produit de contraste dont l'usage peut être augmenté lors de l'acquisition d'une séquence d'imagerie de mauvaise qualité, ou qu'une nouvelle position du malade ne permet pas d'exploiter ces données malgré le recalage automatique du road-mapping qui présente des limites. Le produit de contraste présente un risque de néphrotoxicité qui peut être responsable d'une dégradation de la fonction rénale du patient.

On retrouve dans l'analyse de la littérature des bases de données Pubmed et Cochrane des articles consacrés à la radioprotection lors des procédures aortiques (2). La fusion a notamment été étudiée et permet une économie de rayonnement en assimilant les données de l'angioscanner avec les repères osseux pris lors d'une acquisition à partir de l'amplificateur de brillance (3). Nous disposons aussi de données sur la coronarographie (4) et le matériel utilisé ou les abords empruntés (5), sur la dose de rayons lors de l'acquisition des angioscanners et la qualité de l'examen à faible dose de rayonnement (6). Nous disposons aussi d'articles en neurologie interventionnelle sur le résultat des procédures réalisées lors de la prise en charge des AVC en fonction du type d'anesthésie (générale versus locale et sédation) (7). En revanche, nous n'avons pas retrouvé d'article sur la dose de rayonnement émise durant les procédures de revascularisations endovasculaires des membres inférieurs. Compte tenu des difficultés techniques liées aux mouvements des patients que nous rencontrons parfois lors des interventions réalisées sous anesthésie locale ou loco-régionale

associées ou non à une sédation, nous nous sommes posé la question de l'influence du type d'anesthésie lors des procédures de revascularisations endovasculaires des membres inférieurs sur la dose de rayons utilisés en fonction du type d'anesthésie.

II. Généralités

II.1 Historique

La première angioplastie percutanée a été réalisée en 1964 par un radiologue américain : le Dr Charles Dotter et par le Dr Melvin Judkins. Ils réalisèrent une recanalisation de l'artère poplitée par introduction successive de cathéters de diamètres croissants, permettant la cicatrisation d'une patiente atteinte de gangrène (8).

Les premières angioplasties au ballonnet seront réalisées par le Dr Gruentzig, un cardiologue allemand de l'hôpital universitaire de Zurich au niveau des artères des membres inférieurs et des artères pelviennes (9).

Le premier stent périphérique a été implanté par les Dr Hervé Rousseau et Francis Joffre à l'hôpital Rangueil de Toulouse le 20 décembre 1985 (10).

C'est un stent auto-expandible, le *WallStent* développé par Hans Wallsten à Lausanne (11).

Le premier stent coronarien a été réalisé par le Pr Jacques Puel le 28 mars 1986 (12).

Le premier stent expansible sur ballonnet a été implanté en 1987. C'est le stent Palmaz-Schwartz inventé par le Dr Julio Palmaz (radiologue argentin) et le Dr Richard Schatz (cardiologue américain) (13). La première implantation de ce type de stent au niveau des artères coronaires a été réalisée par Eduardo Sousa à Sao Paulo en décembre 1987 (14).

En 2000 paraît le premier document de consensus TASC pour la prise en charge multidisciplinaire de l'artériopathie chronique des membres inférieurs. Elle établit une classification anatomique des lésions artérielles, à partir de laquelle va s'orienter le choix préférentiel du mode de revascularisation, chirurgical ou endovasculaire (15). Elle sera mise à jour sept ans plus tard par la classification TASC II (16).

II.2 Radioprotection

II.2.1 Exposition à la radioactivité

Les rayonnements ionisants sont une forme d'énergie libérée par les atomes qui se propage par le biais d'ondes électromagnétiques (rayons gamma ou X) ou de particules (neutrons, particules bêta ou alpha). La désintégration spontanée des atomes est appelée radioactivité et l'énergie en excès est émise sous forme de rayonnements ionisants. Les éléments instables qui se désintègrent en émettant des rayonnements ionisants sont appelés radionucléides (17).

Le rayonnement « alpha » est un faisceau de noyaux d'hélium composé de deux protons et deux neutrons. Le rayonnement « Beta » est un faisceau d'électrons. Le rayonnement « gamma » est composé de photons de haute énergie. Le rayonnement « X » est formé également de photons (18).

La radioactivité peut provenir de substances radioactives naturelles (uranium, radium, radon...) ou artificielles (californium, américium, plutonium...) (19). Différents dispositifs et installations (accélérateurs de particules, générateurs électriques...) peuvent également émettre des rayonnements ionisants.

En France, la dose moyenne que reçoit une personne est de 4,5 millisieverts par an (mSv/an). Pres de deux tiers de sources naturels et près d'un tiers par les examens médicaux (20).

Parmi les expositions naturelles, on retrouve :

- Le Radon qui est un gaz radioactif présent dans l'air et qui se concentre dans les lieux clos.

- Les rayonnements telluriques principalement par l'uranium 235, 238 et du thorium 232, contenus dans la croûte terrestre.

- Les rayonnements cosmiques, par des particules chargées de haute énergie (protons, particules alpha, électrons et ions lourds) en provenance de l'espace.

- L'alimentation essentiellement par le polonium 210 contenu en plus grande quantité dans les poissons, fruits de mer et le tabac (21).

Parmi les expositions artificielles, on retrouve :

- L'exposition médicale qui représente près d'un tiers de l'exposition annuelle, sans prendre en compte des examens de radiothérapie externe ou interne représentant des fortes doses.

- Les activités industrielles et militaires induisent en moyenne, une dose efficace de 0,012 mSv/an en France métropolitaine (22).

II.2.2 Effet des radiations ionisantes

Lors d'une exposition aux radiations ionisantes, deux types d'effets peuvent être observés :

Les effets déterministes qui se produisent de manière certaine. Pour des doses élevées (supérieures à plusieurs grays), ils sont observés chez tous les sujets exposés. Ce sont des effets à seuil. Une forte irradiation par des rayonnements ionisants provoque des effets immédiats sur les organismes vivants comme des brûlures plus ou moins importantes. En fonction de la dose et selon l'organe touché, le délai d'apparition des symptômes varie de quelques heures à plusieurs mois. Les symptômes sont variés : nausées, radiodermites, alopecie, fibroses, cataracte. Des effets secondaires peuvent même être observés des années après une irradiation. Leur gravité augmente avec la dose absorbée (23).

Les effets stochastiques provoqués par des expositions à des doses plus ou moins élevées de rayonnements ionisants pouvant avoir des effets à long terme sous la forme de cancers et de leucémies. La probabilité d'apparition de l'effet augmente avec la dose. Le délai d'apparition après l'exposition est de plusieurs années (24).

Une pathologie radio-induite n'a pas de signature particulière : il n'existe pas de marqueur biologique permettant de différencier, par exemple, un cancer pulmonaire dû au tabac, d'un cancer pulmonaire radio-induit.

Dans la population générale, la limite annuelle d'exposition de 1 mSv s'applique à la somme des doses reçues en dehors de la radioactivité naturelle et de la médecine. Cette dose maximale admissible de 1 mSv par an, qui représente en moyenne environ 40% de l'exposition

naturelle, peut sembler excessive comparée aux 0,06 mSv dus aux activités humaines une fois le rayonnement lié à l'activité médicale exclu et plus encore aux 0,002 mSv de l'impact d'une centrale nucléaire. Pour les professionnels exposés aux radiations ionisantes, la limite réglementaire est de 20 mSv par an sur une période consécutive de 12 mois.

Les études épidémiologiques menées sur des populations irradiées (survivants d'un bombardement atomique ou patients traités par radiothérapie par exemple) ont montré une augmentation significative du risque de cancer pour des doses supérieures à 100 mSv. Plus récemment, des études épidémiologiques chez des sujets exposés dans le cadre médical pendant leur enfance (tomodensitométrie pédiatrique) ont semblé indiquer que le risque de cancer pouvait augmenter même à des doses plus faibles (entre 50 et 100 mSv) (25).

Le Produit Dose Surface (PDS en Gy.m²) est l'unité la plus utilisée en radiologie et pour les activités nécessitant le recours aux rayons X. Son utilisation est facile, du fait que le PDS est indépendant de la distance entre le patient et la source. La dose comme la surface varient avec le carré de la distance, l'une dans un sens et l'autre dans l'autre, les variations s'annulent (figure 1). Pour ces raisons, c'est le PDS qui est reporté sur le compte rendu d'acte radiologique ou opératoire (26).

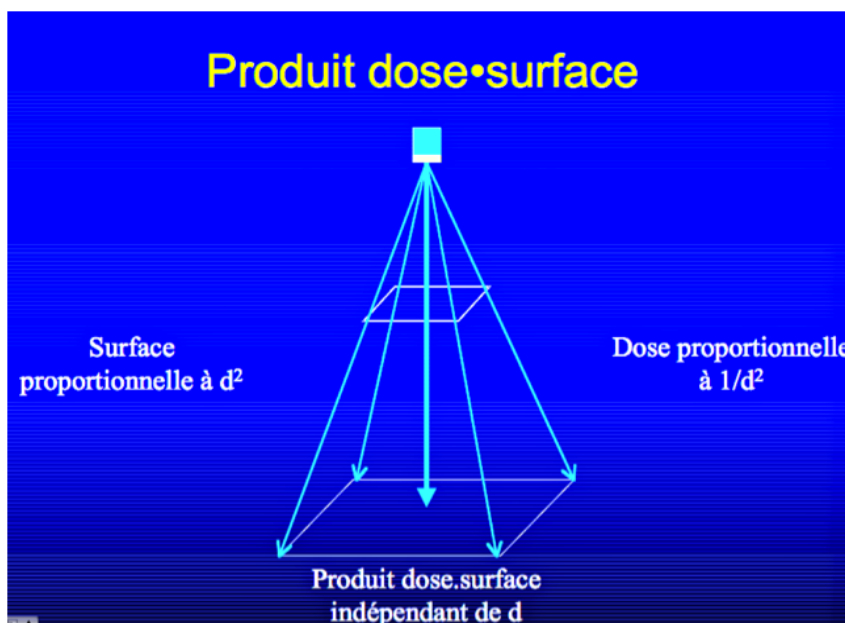


Figure 1 Produit dose surface

Le passage du PDS en dose efficace (mesurée en Sieverts) nécessite l'emploi de coefficients, différents selon les organes et les régions anatomiques. La dose efficace n'est pas une grandeur physique mais une grandeur de radioprotection mesurant l'impact sur les tissus biologiques d'une exposition à un rayonnement ionisant, notamment à une source de radioactivité.

II.2.3 Procédures de radioprotection

Des recommandations de bonnes pratiques ont été établies en radiologie interventionnelle par la société française de radiologie (27) et par l'HAS (28) afin de diminuer et d'optimiser l'exposition aux radiations ionisantes du patient et du personnel exposé lors des procédures de radiologie interventionnelle.

Un des principes fondamentaux de l'Autorité de Sécurité Nucléaire (ASN) repose sur la justification des actes qui consiste à ne pas utiliser le radioguidage lorsque d'autres voies, chirurgie mini-invasive par exemple ou d'autres moyens d'imagerie (échographie, IRM) sont possibles ou plus appropriés.

L'optimisation des doses de rayons consiste à réduire au maximum les doses reçues par le patient lors de l'acte (Principe ALARA : As Low As Reasonably Achievable) (29).

Il est recommandé de repérer avant la procédure les patients à risques du fait de leur poids, de leur âge, de leur sensibilité aux rayonnements ionisants et des expositions antérieures.

Le praticien doit fournir une information aux patients et à leur famille et assurer un suivi des patients ayant été fortement exposés (dose à la peau supérieure à 3 Gy ou PDS total : 500 Gy.cm²). Il y a une obligation réglementaire de renseigner le Produit dose surface dans le compte rendu opératoire (Arrêté du 22 septembre 2006).

Les protections individuelles et collectives sont utilisées comme le tablier plombé à 0,5 mm d'épaisseur de plomb (Pb) (ou équivalent), un cache thyroïde plombé à 0,5 mm de Pb (ou équivalent), les lunettes plombées de 0,5 mm de Pb avec protection latérales, des gants plombés, un bas voilet et des écrans plombés. Le suivi est réalisé par les dosimétries passive (mains/ yeux/corps entier) et opérationnelle.

La présence des personnes en salle d'examen doit être limitée aux seuls personnels indispensables et il est recommandé de s'éloigner de la source de rayonnement pendant les injections.

Les réglages et l'utilisation de l'amplificateur de brillance doivent être optimisés, en réduisant le débit d'émission par le tube et l'exposition de l'opérateur et du patient. Le mode road-mapping doit être préféré à la graphie. Le réglage de la scopie pulsée peut être optimisé en limitant la cadence d'images et la dose par image en scopie et en graphie. Le temps de scopie et le nombre d'images en graphie peuvent être diminués. Il faut veiller à toujours positionner l'ampli/détecteur au contact du patient et éloigner le plus possible le tube du patient. Il est recommandé d'utiliser le diaphragme au plus serré et limiter l'utilisation des zooms électroniques. On peut modifier le champ d'irradiation du patient à la peau en modifiant par exemple l'angulation du tube et éviter les zones de recouvrements. Il faut suivre la dosimétrie en cours de procédure avec des niveaux d'alertes et procéder au cumul de doses par champ en cas d'examens itératifs chez les patients.

Plusieurs modes d'imagerie sont utilisées lors des procédures endovasculaires (30), dont les doses sont définies par l'ASN :

- Le mode de radioscopie standard à débit de dose limité à 100mGy/min.
- Le mode de radioscopie à haut débit, avec un débit de dose qui reste cependant inférieur à 200 mGy/min.
- Le mode « ciné », pour lequel le débit de dose n'est pas limité à 200 mGy/min, destiné à produire des images à haute résolution spatiale pour les mémoriser et revisualiser
- Le mode dit de soustraction (DSA), qui est un mode à très haut débit de dose, destiné à obtenir une série d'images soustraites après injection de produit de contraste (très exposant).
- Le mode roadmap, qui affiche un masque à partir de l'image de soustraction durant la radioscopie.

II.3 Artériopathie Oblitérante des membres inférieurs

L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs touche dans le monde 200 millions de personnes. En France on l'estime à 1 million de personnes. Parmi celle-ci les deux tiers sont

asymptomatiques. La prévalence de l'AOMI dans la population de plus de 80 ans est estimée à 20%. L'ischémie critique porte une prévalence estimée entre 0,5 et 2% de la population de plus de 40 ans (31).

Elle est caractérisée par un rétrécissement du calibre ou une occlusion des artères qui irriguent les membres inférieurs, se traduisant par une chute de l'index de pression systolique (IPS : rapport pression artérielle systolique à la cheville sur pression systolique humérale, mesurées à l'aide d'une sonde Doppler). Un IPS inférieur à 0,9 permet de faire le diagnostic d'AOMI (un IPS normal n'élimine pas le diagnostic) (32). L'AOMI se présente sous différentes formes :

- Le stade asymptomatique,
- L'ischémie d'effort, avec ou sans signes cliniques liés à l'ischémie, qui est chronique,
- L'ischémie permanente, qui peut être chronique ou aiguë,
- L'ischémie chronique menaçante dans son stade le plus grave, avec un risque majeur d'amputation.

Elle est historiquement décrite dans la classification de Leriche et Fontaine (33), fondée sur la symptomatologie clinique et comprend 4 stades :

- le stade I : l'AOMI est asymptomatique,
- le stade II (ischémie d'effort) : l'ischémie artérielle est responsable d'une claudication intermittente d'effort variable. Deux stades sont définis en fonction de la distance parcourue avant l'apparition de la douleur :
 - IIA : distance de marche >150m,
 - IIB : distance de marche < 150m,
- le stade III (ischémie de repos), caractérisé par des douleurs de décubitus. Ces douleurs peuvent apparaître d'emblée ou faire suite à une période plus ou moins longue de claudication,
- le stade IV (troubles trophiques) : l'AOMI se traduit par l'apparition de troubles trophiques distaux avec présence possible d'ulcérations et/ou de nécroses tissulaires.

La classification de Rutherford retient 7 catégories (de 0 à 6) pour la maladie artérielle périphérique :

- le stade 0, asymptomatique,
- les stades 1 à 3 pour la claudication : légère modérée ou sévère,
- le stade 4 pour les douleurs de décubitus,
- les stades 5 et 6 pour les lésions tissulaires mineures et majeures (ulcérations ou gangrènes).

Elle est regroupée en 5 grades de 0 à IV.

Dans les Recommandations de l'ESVS de mars 2018, Il est conseillé que la rééducation à la marche supervisée soit mise en place chez les patients claudicants, après mise en place du traitement médical optimal. Les programmes contiennent 3 heures d'exercices minimum par semaines durant 3 mois.

Pour les patients souffrant d'une dégradation des activités quotidiennes, malgré la rééducation à la marche, une revascularisation peut être proposée.

Lorsque la qualité de vie est sévèrement altérée, la revascularisation peut être proposée accompagnée d'une rééducation à la marche.

Pour la prise en charge des lésions aorto-iliaques, chez les patients claudicants ou atteints d'une ischémie permanente, le traitement endovasculaire est proposé en première intention pour des lésions courtes (inférieures à 5cm).

Une prise en charge chirurgicale peut être proposée pour une occlusion aorto-iliaque chez les patients éligibles. Lorsque les équipes sont entraînées ou une chirurgie ouverte contre indiquée, la prise en charge endovasculaire est proposée.

Une prise en charge hybride peut être proposée lorsqu'on retrouve une atteinte occlusive à l'étage iliaque et fémoral.

Le pontage extra-anatomique est réservé aux patients ne possédant pas d'autres options thérapeutiques.

Chez les patients claudicants ou atteint d'une ischémie permanente présentant des lésions fémoro-poplitées, une prise en charge endovasculaire première est indiquée pour les lésions inférieures à 25cm. La mise en place d'un stent et l'utilisation d'un ballon actif est possible.

Les resténoses intra-stent peuvent être prises en charge par angioplastie au ballon actif.

Pour les patients sans haut risque chirurgical, avec une espérance de vies supérieure à 2 ans, un pontage en veine saphène autologue peut être proposé pour traiter les lésions longues (supérieures à 25cm).

L'utilisation de la veine saphène autologue pour les pontages fémoro-poplités est le matériel de choix. L'utilisation d'une prothèse peut être envisagé pour un pontage sus-gonal ou en absence de veine saphène autologue (34).

III. Matériels et Méthodes

III.1 Méthodologie

Nous avons mené une étude rétrospective, observationnelle, comparative et monocentrique au centre du CHU de Limoges, de janvier 2016 à décembre 2019. Nous avons étudié les procédures de revascularisations endovasculaires à l'étage Iliaque, fémoral, poplité et jambier au bloc opératoire de Chirurgie Vasculaire.

L'objectif principal était de rechercher s'il existait une différence sur la dose de rayons, estimée par le Produit Dose Surface (PDS en $\mu\text{Gy.m}^2$) au cours des procédures de revascularisations endovasculaires à l'étage Ilio-fémoro-poplité et jambier en fonction des modalités d'anesthésies employées : anesthésies générales et rachis-anesthésies versus anesthésies locales ou loco-régionales associées ou non à une sédation.

L'objectif secondaire était d'observer s'il existe une différence en termes de quantité de produit de contraste (en millilitres) entre les deux groupes. Les temps de scopie et les temps d'intervention ont aussi été étudiés.

Tous les patients ayant bénéficié d'une prise en charge endovasculaire à l'étage Ilio-fémoro-poplité et jambier entre le 1er janvier 2016 et le 31 décembre 2019, au CHU de Limoges ont été inclus.

Nous avons exclu les procédures hybrides comportant une endartériectomie des axes vasculaires. Le type d'abord : huméral, fémoral ou poplité ne représentait pas un critère d'exclusion. Les parages de plaies et les amputations mineures associées ne représentaient pas non plus des critères d'exclusions.

En cas de conversion anesthésique, le patient restait inclus dans le groupe anesthésie locale ou loco-régionale plus ou moins sédation.

Les patients ont reçu une notice d'information, ainsi qu'un formulaire de non-opposition.

III.2 Caractéristiques de la population

Nous avons recueilli les données suivantes concernant les patients : âge, sexe, poids, taille et IMC, présence de troubles cognitifs ou d'une démence, score ASA. Les facteurs de risques cardiovasculaires : HTA, tabagisme actif ou sévère, dyslipidémie et diabète ont été recensés.

La fonction rénale pré et post opératoire à plus de 48 heures de l'intervention, estimée par le MDRD, et la créatinine a été aussi étudiée.

Les traitements ont été recensés : hypolipémiants, antidiabétiques oraux ou injectables, antihypertenseurs, antiagrégants plaquettaires, anticoagulants, antalgiques utilisés en préopératoire.

Nous avons également recueilli les Index de pressions systoliques (IPS), les pressions d'orteils (PO2), la pression partielle d'oxygène transcutanée (TcPO2), le niveau d'atteinte clinique évalué par la classification de Rutherford et la présence d'une ischémie critique.

III.3 Variables étudiées

Concernant les données opératoires, les données suivantes ont été relevées : date d'intervention, Produit Dose surface (PDS), temps de scopie, type de produit de contraste et

quantité utilisée, temps d'intervention, utilisation d'un abord, voie d'abord, réalisation d'un cross-over.

Les lésions traitées ont été revues afin de renseigner la classification TASC II Aorto-iliaque et fémoro-poplitée. Les procédures ont été analysées : procédure unilatérale ou bilatérale, présence d'une occlusion et sa localisation, succès ou échec technique, grade de l'opérateur (Professeur Universitaire Praticien Hospitalier, Maître de Conférence Universitaire Praticien Hospitalier, Praticien Hospitalier ou Chef de Clinique, assistant, interne).

Nous avons recueilli le type d'anesthésie, locale avec ou sans sédation, loco-régionale, rachianesthésie, anesthésie générale et conversion anesthésique durant l'opération. Les traitements anesthésiques utilisés ont été revus.

Nous avons aussi recueilli les durées d'hospitalisation et les complications post-opératoires.

Nous avons réalisé la comparaison des variables et des caractéristiques de la population par un test de Khi2 pour les variables qualitatives et un test de Student pour les variables quantitatives par comparaison des moyennes. Le risque alpha était établi à 5%. Les données ont été traitées avec les logiciels Excel et XLSTAT.

IV. Résultats

IV.1. Population générale

Parmi les 345 patients étudiés, 6 avaient bénéficié d'une endartériectomie concomitante et n'ont pas été retenus pour l'étude.

Parmi les dossiers des 339 patients retenus, 1 a dû être exclu du fait de données manquantes sur le type d'anesthésie pratiquée et 18 du fait d'un manque d'informations sur le PDS (94,7% des dossiers étaient renseignés).

Nous avons donc pu analyser 320 dossiers (figure 2).

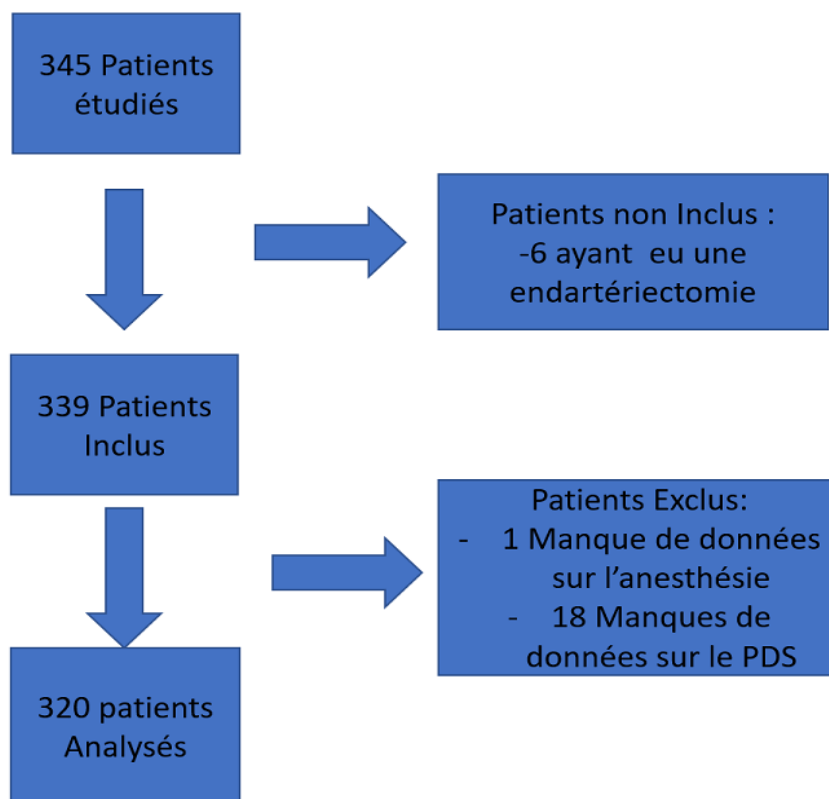


Figure 2 : Flow Chart

Pour ces 320 patients, nous avons constitué deux groupes : le premier groupe comportant les 199 patients ayant bénéficié d'une anesthésie locale (n=161) et locorégionale (n=38) associée ou non à une sédation, le deuxième groupe comprenant les 121 patients pris en charge sous anesthésie générale (n=74) ou rachianesthésie (n=47) (figure 3).

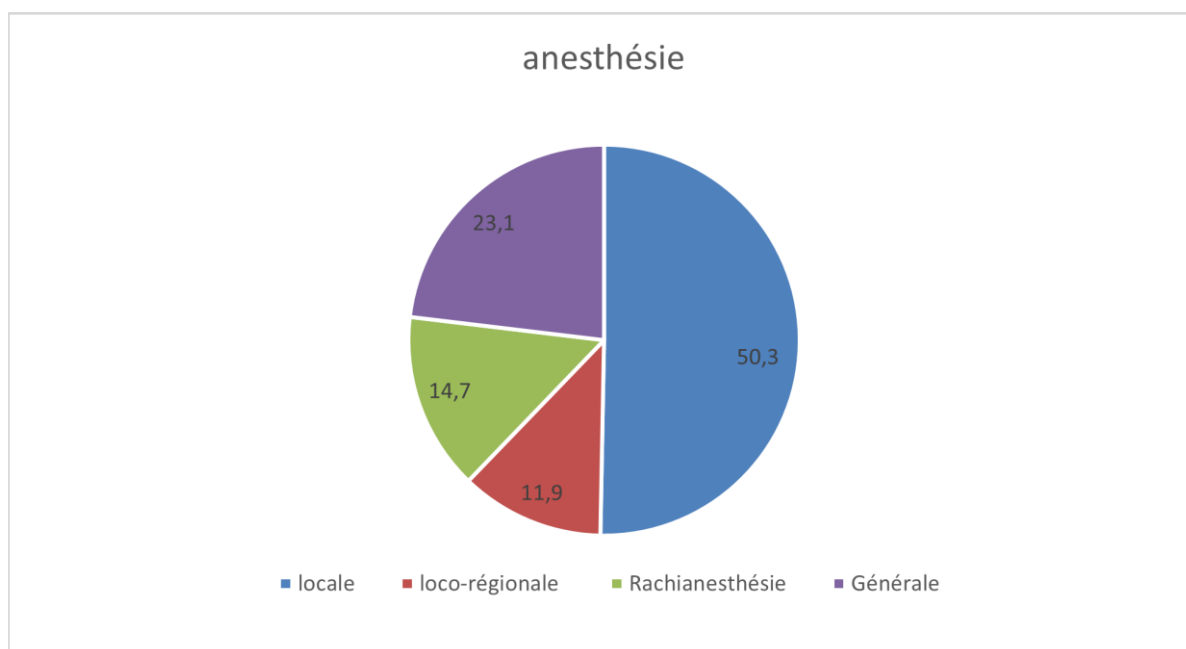


Figure 3 Répartition des Patients en fonction du type d'anesthésie (en pourcentage)

Les caractéristiques de la population sont résumées dans le tableau 1, l'âge moyen est de 73,48 années (écart type de 11,73), avec 70,9% d'hommes et 29,1% de femmes. 22,4% étaient obèses.

Parmi les facteurs de risques cardiovasculaires, l'hypertension artérielle est le facteur de risque le plus fréquemment retrouvé (77,5%) suivi de la dyslipidémie (60,9%), du diabète (53,1%) et du tabagisme actif et sévère représentant la moitié de la population étudiée (50%). 27 patients étaient dialysés (8,4%), et 40 patients avaient une insuffisance rénale sévère (DFG <30). Dans la classification Rutherford, le Grade IV était le plus représenté (35,7%). 38,8% des patients étaient en ischémie critique (n=124).

Population étudiée (n=nombres)		
Age (moyen)	73,48 (années)	($\sigma \pm 11,73$)
Sexe	H n=227 F n=93	70,9% 29,1%
IMC	(n= 299)	
<18.5	n=10	3,3%
18.5-25	n=123	41,1%
25-30	n=99	33,1%
>30	n=67	22,4%
HTA	n=248	77,5%
Tabac	n=160	50%
Diabète	n=170	53,1%
Dyslipidémie	n=195	60,9%

Dialysé	n=27	8,4%
DFG >15 - 30	n=13	4,2%
DFG >30	n=278	87,4%
Démence Ou troubles cognitifs	n=24	7,5%
<hr/>		
Rutherford	(n=319)	
Grade I	n=79	24,8%
Grade II	n=31	9,7%
Grade III	n=95	29,8%
Grade IV	n=114	35,7%
<hr/>		
Ischémie critique	n=124	38,8%
<hr/>		

Tableau 1. Caractéristiques de la population générale

IV.2. Comparaison des populations des deux groupes

On retrouve lorsqu'on compare ces deux groupes d'anesthésies, (le groupe 1 comprenant les anesthésies locales et locorégionales, le groupe 2 les anesthésies générales et rachianesthésies) une différence au niveau de l'âge moyen, respectivement dans le groupe 1 et le groupe 2 de 74,93 ans et 71,08 ans ($p=0,004$). On retrouve également une différence en ce qui concerne l'hypertension artérielle, présente chez 81,4% des patients du groupe 1 contre 71,1% dans le groupe 2 ($p=0,031$). Il n'y a pas de différence dans la répartition des sexes entre les deux groupes. Au niveau de l'IMC, on ne retrouve pas de différence significative entre les groupes : 23,2% de sujets obèses dans le groupe 1 et 21,1% dans le groupe 2. On ne retrouve pas de différence significative entre ces deux groupes concernant la dyslipidémie, le tabagisme actif ou sevré, le diabète, les troubles cognitifs ou la démence et la répartition des patients dialysés ou insuffisants rénaux. Le grade Rutherford (dont le grade IV est le plus représenté dans les 2 groupes 36,7% et 34,2%), et l'ischémie critique (41,7% et 33,9%) n'étaient pas répartis de manière statistiquement différente. On ne retrouvait pas de différence dans la répartition du score ASA entre les groupes. Le score ASA 3 étant le plus représenté (59,9% et 60,7% respectivement dans les groupes 1 et 2). En ce qui concerne les traitements préopératoires dans les groupes 1 et 2, les antiagrégants étaient prescrits respectivement chez 69,3% et 71,9% des patients, les anticoagulants chez 37,7% et 43,8%, les insulines chez 29,1% et 29,8%, les autres traitements du diabète chez 33,2% et 34,7%, les traitements hypolipémiants chez 62,8% et 70,2%, les traitements antihypertenseurs chez 82,4% et 75,2%, les différences ne paraissant pas significatives.

	Groupe AL et ALR	Groupe AG et RA	P-Value
Age moyen (Années)	74,9397 (Ecart type 11,43653)	71,0826 (Ecart type 11,87265)	p=0,004
Sexe H	135 (67,8%)	92 (76,6%)	P=0,13
F	64 (32,2%)	29 (24,2%)	
IMC < 18,5	5 (2,6%)	5 (4,6%)	P=0,75
18,5 =< IMC < 25	80 (42,1%)	43 (39,4%)	
25 =< IMC < 30	61 (32,1%)	38 (34,9%)	
>= 30	44 (23,2%)	23 (21,1%)	
HTA	162 (81,4%)	86 (71,1%)	p=0,031
Dyslipidémie	122 (61,3%)	73 (60,3%)	P=0,87
Tabac	94 (59,8%)	66 (55,0%)	P=0,25
Diabète	105 (53,8%)	65 (53,7%)	P=0,87
Démence ou troubles cognitifs	14 (7,0%)	10 (8,3%)	P=0,69
Dialyse	19 (9,5%)	8 (6,7%)	P=0,36
Stade Rénal Préopératoire (DFG) <15	19 (9,5%)	8 (6,7%)	P=0,33
15- 30	10 (5,1%)	3 (2,5%)	
>30	169 (85,4%)	109 (90,8%)	
Rutherford (Grade) I	40 (20,1%)	39 (32,5%)	P=0,08
II	22 (11,1%)	9 (7,5%)	
III	64 (32,2%)	31 (25,8%)	
IV	73 (36,7%)	41 (34,2%)	
Ischémie critique	83 (41,7%)	41 (33,9%)	P=0,19
Score ASA 1	1 (0,5%)	0 (0,0%)	p= 0,78
2	22 (11,5%)	16 (13,7%)	
3	115 (59,9%)	71 (60,7%)	
4	54 (28,1%)	30 (25,6%)	
Antiagrégants	138 (69,3%)	87 (71,9%)	p=0,63
Anticoagulants	75 (37,7%)	53 (43,8%)	p=0,28
Insulinothérapie	58 (29,1%)	36 (29,8%)	P=0,91
Autres traitements du diabète	66 (33,2%)	42 (34,7%)	P=0,78
Hypolipémiant	125 (62,8%)	85 (70,2%)	P=0,17
Antihypertenseur	164(82,4%)	91 (75,2%)	P=0,12

Tableau 2. Comparaison des caractéristiques de la population en fonction des groupes d'anesthésies

IV.3. Analyse des variables

Lorsque l'on compare le Produit Dose Surface (en micrograys mètre carré) dans notre étude en fonction des 2 groupes d'anesthésies, on retrouve un PDS moyen de 1741,32 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ dans le groupe d'anesthésie locale et locorégionale et un PDS moyen de 2026,62 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ dans le

groupe anesthésie générale ou rachianesthésie. On ne met pas en évidence de différence significative ($p=0,28$). L'écart type est assez large pour les groupes 1 et 2 (2176,1 et 2404,1). La plus petite valeur est de 88,45 $\mu\text{Gy.m}^2$ dans le premier groupe et de 80,88 $\mu\text{Gy.m}^2$ dans le second. La plus grande valeur est de 10960,0 $\mu\text{Gy.m}^2$ dans le premier groupe et de 10571,0 $\mu\text{Gy.m}^2$ dans le second. On retrouve un facteur 10 entre les plus petites valeurs et les plus grandes.

Le temps de scopie moyen (exprimé en secondes) est de 802,86s dans le groupe 1 contre 815,57s dans le second groupe. L'écart type est également large, et l'on ne met pas en évidence de différence significative ($p=0,82$) (Tableau 3).

La dose de produit de contraste (en millilitres) utilisée lors des interventions est en moyenne de 76,24ml dans le groupe 1 contre 80,65ml dans le groupe 2 et il n'est pas mis en évidence de différence significative entre les groupes ($p=0,39$).

La durée d'intervention (en minutes) est en moyenne de 60,64min contre 66,55min et on ne retrouve pas de différence significative ($p=0,082$).

On ne retrouve donc pas de différence sur la dose moyenne de rayon, de temps de scopie, de contraste ou de durée d'intervention. On observe en revanche une tendance en faveur du groupe d'anesthésie locale et locorégionale.

	Anesthésie Gr1=AL+ALR GR2= AG+RA	Nombre	Moyenne	Ecart type	Moyenne d'erreur standard	P- Value
PDS ($\mu\text{Gy.m}^2$)	Groupe 1	199	1741,3265	2176,09057	154,25897	P=0,28
	Groupe 2	121	2026,6222	2404,13651	218,55786	
Temps scopie (s)	Groupe 1	180	802,8611	483,38498	36,02939	P=0,82
	Groupe 2	99	815,5657	472,40283	47,47827	
Dose contraste (ml)	Groupe 1	181	76,2486	40,84767	3,03618	P=0,39
	Groupe 2	115	80,6565	45,20389	4,21528	
Durée d'intervention (min)	Groupe 1	196	60,6429	25,58736	1,82767	P=0,082
	Groupe 2	119	66,5546	31,09245	2,85024	

Tableau 3. Comparaison du PDS, du temps de scopie, de la dose de produit de contraste et de la durée d'intervention entre les groupes d'anesthésies

On n'observe pas de différence significative en ce qui concerne le taux de succès des interventions avec 76,4% contre 76,7% ($p=0,94$), le nombre de procédures de recanalisations (52,8% contre 45,5%), de différences de pourcentages d'occlusions artérielles en fonction de l'étage traité ($p=0,76$), le nombre de procédures de revascularisations bilatérales (14,6% contre 16,5%) et du recours au Cross-over (15,6% contre 17,4%).

Les complications post opératoires ont été classées et étudiées selon la classification de Clavien Dindo (Annexe 5). On ne retrouve pas de différence entre les deux groupes ($p=0,18$). On observe 8 décès (4%) dans le premier groupe et 6 décès dans le second groupe (5%) (Tableau 4).

Il n'y a pas de différence observée entre les opérateurs entraînés et non entraînés, 1969,3 $\mu\text{Gy.m}^2$ en moyenne contre 1703,6 $\mu\text{Gy.m}^2$ ($p=0,30$). La présence chez les patients d'une hypertension artérielle comparée à ceux qui n'en ont pas n'influence pas non plus la dose moyenne de PDS 1876 $\mu\text{Gy.m}^2$ contre 1755 $\mu\text{Gy.m}^2$ ($p = 0,69$). On retrouve une différence significative de la moyenne de PDS en fonction des groupes d'IMC, la moyenne augmente de façon conjointe avec l'IMC ($p = 0,0051$). La moyenne de PDS augmente également de façon significative entre l'étage jambier, fémoro-poplitée et iliaque, le groupe iliaque présentant la moyenne la plus élevée ($p = 0,0001$) (Tableau 5).

On retrouve dans notre études 11 conversions anesthésiques du groupe 1 en anesthésie générale (6,8% du groupe 1). La durée d'hospitalisation moyenne est de 15,52 jours dans le premier groupe contre 20,05 jours dans le second. La fonction rénale s'est dégradée en post opératoire chez 8 patients du groupe 1 (4%) et chez 9 patients du groupe 2 (7,4%).

	Groupe AL et ALR	Groupe AG et RA	P-Value
Succès technique	152 (76,4%)	92 (76,7%)	P = 0,94
Lésions bilatérales	29 (14,6%)	20 (16,5%)	P = 0,64
Cross-over	31 (15,6%)	21 (17,4%)	P = 0,68
Mesure de Pression basse	80 (sur 127) 63,0%	46 (sur 75) 61,3%	P = 0,81
Occlusion artérielle	105 (52,8%)	55 (45,5%)	P = 0,20
Lésions : iliaques	53 (26,6%)	38 (31,4%)	P = 0,20
fémoro-poplitées	61 (30,7%)	41 (33,9%)	
jambières	35 (17,6%)	11 (9,1%)	
Étages multiples	50 (25,1%)	31 (25,6%)	
Occlusions : iliaques	13 (12,4%)	7 (12,7%)	P = 0,76
fémoro-poplitées	45 (42,9%)	21 (38,2%)	
jambières	30 (28,6%)	20 (36,4%)	
Étages multiples	17 (16,2%)	7 (12,4%)	
Dégradation de la fonction Rénale	8 (4%)	9 (7,4%)	P = 0,18
Classification de Calvien Dindo			P = 0,18
0	132 (66,3%)	93 (76,9%)	
I	2 (1,0%)	0 (0,0%)	
II	15 (7,5%)	4 (3,3%)	
III	35 (17,6%)	17 (14,0%)	
IV	7 (3,5%)	1 (0,8%)	
V	8 (4,0%)	6 (5,0%)	

Tableau 4. Comparaison de variables qualitatives entre les deux groupes anesthésiques

	Variable	Nombre	Moyenne	Ecart type	Moyenne d'erreur standard	P-Value
PDS ($\mu\text{Gy.m}^2$)	Entraîné	175	1969,8391	2296,38192	173,59016	P = 0,30
Expérience de l'opérateur	Non entraîné	145	1703,6098	2226,92773	184,93628	
PDS ($\mu\text{Gy.m}^2$)	Oui	248	1876,5184	2316,9592	147,06614	P = 0,69
HTA	Non	72	1755,1208	2091,2969	246,42671	
PDS ($\mu\text{Gy.m}^2$)	< 18,5	10	433,4130	394,3738	124,59373	P = 0,0051
Groupe d'IMC	Entre 18,5 et 25	123	1481,8281	2065,5435	186,19477	
	Entre 25 et 30	99	2029,0756	2332,0095	234,37481	
	>= 30	67	2465,0278	2524,7340	308,35567	
PDS ($\mu\text{Gy.m}^2$)	Iliques	91	3779,7798	2611,7743	273,70717	P = 0,0001
Etages des lésions (Isolées)	Fémoro-poplitées	102	1588,2531	2071,9428	205,05955	
	Jambières	46	611,5246	766,8416	112,94053	

Tableau 5. Comparaison de la moyenne de PDS en fonction de variables

IV.4. Analyse en sous-groupes

Pour les lésions uniques, on ne retrouve pas de différence significative entre les 2 groupes anesthésiques ($p=0,68$). Il en est de même pour les lésions multiples ($p=0,10$) avec une tendance en faveur du groupe 2 pour les lésions uniques et du groupe 1 pour les lésions multiples. On ne retrouve pas de différence significative pour les groupes Iliaque seul ($p = 0,80$), fémoro-poplitée seul ($p=0,40$) et jambier seul ($p=0,24$). On note cependant un PDS plus bas dans le groupe 2 lors des traitements des lésions jambières isolées bien que la différence n'apparaisse pas significative.

Dans la classification TASC Aorto-iliaque, on retrouve une différence dans le groupe B avec un PDS plus bas dans le groupe d'AG et RA avec une moyenne de 1856,9 $\mu\text{Gy.m}^2$ contre 4653,3 $\mu\text{Gy.m}^2$ ($p=0,01$). Dans le Groupe TASC Aorto-Iliaque C on retrouve une différence avec un PDS plus bas dans le groupe d'AL et ALR avec une moyenne de 3730 $\mu\text{Gy.m}^2$ contre 6760 $\mu\text{Gy.m}^2$ ($p=0,04$). Dans les groupes TASC fémoro-poplitée on ne met pas en évidence de différence entre les groupes. Les PDS ont cependant tendance à être plus élevés dans le groupe 2 pour les lésions fémoro-poplitées TASC A, B, C et plus basses pour les lésions TASC D.

Dans les groupes de catégories d'IMC, aucune différence n'est observée non plus entre les groupes 1 et 2. Il en est de même pour l'analyse en sous-groupes d'âges.

	Anesthésie	Nombre	Moyenne	Ecart type	Moyenne d'erreur standard	P-Value
Lésion unique	Groupe 1	82	1759,5866	2359,12003	260,52123	P=0,68
	Groupe 2	47	1582,7798	2214,55696	323,02633	
Lésions multiples	Groupe 1	117	1728,5289	2048,45518	189,37975	P=0,10
	Groupe 2	74	2308,5222	2490,66528	289,53396	
Lésions iliaques seules	Groupe 1	53	3840,5849	2563,47749	352,12071	P=0,80
	Groupe 2	38	3694,9726	2710,04101	439,62670	
Lésions fémoro-Poplitées seules	Groupe 1	61	1447,0680	1852,49305	237,18743	P=0,40
	Groupe 2	41	1798,3090	2369,90940	370,11767	
Lésions jambières seules	Groupe 1	35	686,0891	865,21543	146,24810	P=0,24
	Groupe 2	11	374,2736	139,99458	42,20995	
TASC Aorto-Iliaque A	Groupe 1	19	3019,6316	2650,01493	607,95512	P=0,56
	Groupe 2	11	3609,6364	2549,33031	768,65201	
B	Groupe 1	17	4653,3529	2569,91272	623,29539	P=0,01
	Groupe 2	11	1856,9964	1192,66434	359,60183	
C	Groupe 1	12	3720,0000	1826,35031	527,22192	P=0,04
	Groupe 2	9	6760,3333	2408,96856	802,98952	
D	Groupe 1	5	4486,2000	3415,07507	1527,26800	P=0,35
	Groupe 2	7	2776,1429	1750,33629	661,56494	
TASC fémoro-poplitée A	Groupe 1	10	864,1380	944,63663	298,72033	P=0,44
	Groupe 2	9	1522,7811	2433,31176	811,10392	
B	Groupe 1	35	728,2551	880,63603	148,85466	P=0,18
	Groupe 2	19	1157,1353	1417,54956	325,20817	
C	Groupe 1	43	897,5470	1207,96474	184,21290	P=0,18
	Groupe 2	28	1407,3279	1957,55909	369,94389	
D	Groupe 1	21	2127,2900	2479,30010	541,02764	P=0,38
	Groupe 2	10	1389,2420	1181,00756	373,46738	
IMC < 18,5	Groupe 1	5	335,3980	233,20147	104,29087	P=0,47
	Groupe 2	5	531,4280	521,09862	233,04239	
18,5 =< IMC < 25	Groupe 1	160	1397,8104	1973,1646	104,29087	P=0,54
	Groupe 2	86	1638,1402	2219,5409	233,04239	
25 =< IMC < 30	Groupe 1	183	1836,6621	2201,0291	104,29087	P=0,30
	Groupe 2	114	2337,9497	2488,0163	233,04239	
>= 30	Groupe 1	176	2574,1650	2497,3257	104,29087	P=0,63
	Groupe 2	92	2256,2435	2536,0963	233,04239	
Age < 65ans	Groupe 1	41	2541,5951	2629,8252	410,58082	P=0,24
	Groupe 2	40	3227,2315	2630,5942	510,23350	
Entre 65 et 80ans	Groupe 1	82	1918,7315	2339,4560	258,29934	P=0,94
	Groupe 2	47	1888,7306	2525,3259	368,30910	
>80ans	Groupe 1	76	1118,1921	1457,3847	128,24339	P=0,24
	Groupe 2	34	804,7556	798,4161	137,88486	

Tableau 6. Comparaison des moyennes en sous-groupes du PDS en fonction des groupes d'anesthésies

V. Discussion

V.1. Population

Notre étude portait sur la comparaison de la dose de rayons utilisés au bloc opératoire au cours des procédures de revascularisations endovasculaires périphériques des membres inférieurs en fonction du type d'anesthésie. Nous n'avons pas retrouvé dans la littérature d'article traitant ce sujet.

Nous avons réalisé notre étude sur 320 patients pris en charge dans le service de Médecine et Chirurgie Vasculaire du CHU de Limoges de 2016 à 2019. L'âge moyen était de 73,5 ans, la proportion de femme était de 29.1%. 53,1% des patients étaient diabétiques.

Nous avons dans cette étude 124 patients en ischémie critique : 41,7% des patients dans le premier groupe et 33,9% dans le second. Des lésions occlusives étaient retrouvées chez 84 patients (67,7%). Parmi les patients en ischémie critique, les lésions iliaques seules représentaient 6,5% des patients, les lésions fémoro-poplitées seules 33,1%, les lésions jambières seules 18,5% et on retrouvait des lésions pluri-étagées chez 41,9% des patients. Dans la classification TASC aorto-iliaque les patients en ischémie critique représentaient 6,7% du groupe A, 3,6% du groupe B, 19% du groupe C et 8,3% du groupe D, la fréquence n'augmentait pas avec la sévérité de la classification. Dans la classification TASC fémoro-poplitée ils représentaient 42,1% dans le groupe A, 55,6% dans le groupe B, 54,6% dans le groupe C et 48,4% dans le groupe D, la fréquence n'augmentant pas non plus en fonction de la sévérité des lésions. On constate en revanche une proportion plus importante de patients en ischémie critique à l'étage fémoro-poplitée dans chaque groupe comparé aux groupes aorto-iliaques. Les patients en ischémie critique représentaient une part importante des patients pris en charge dans notre étude au niveau de l'étage fémoro-poplitée et des lésions à plusieurs étages.

V.2. Comparaison des résultats

Dans notre étude, on ne retrouve pas de différence significative sur la moyenne de Produit Dose Surface entre le groupe d'anesthésie locale et anesthésie locorégionale (1741,3 $\mu\text{Gy.m}^2$) et le groupe d'anesthésie générale et rachianesthésie (2026,6 $\mu\text{Gy.m}^2$) ($p=0,28$). On retrouve des écart types assez large dans le premier groupe (2176,09057) et le second (2404,13651).

La comparaison entre les deux groupes d'anesthésies ne retrouve pas de différence significative non plus entre la dose de produit de contraste utilisée ($p=0,39$), le temps de scopie ($p=0,82$) et la durée d'intervention ($p=0,082$).

Parmi les variables qui différaient entre les deux groupes, l'analyse de la moyenne du PDS en fonction de l'HTA ne montrait pas de différence, l'analyse du PDS en fonction de l'âge en sous-groupes ne montrait pas de différence non plus. Le PDS ne paraissait pas non plus influencé par l'expérience de l'opérateur.

Parmi les études sur la dose de radiation des procédures endovasculaires pour l'AOMI, l'étage des lésions influence la dose de PDS. L'étage iliaque présente la plus grande moyenne de dose de PDS, l'étage fémoro-poplitée suit ensuite, et enfin l'étage jambier présente les doses les plus faibles (35). Dans une étude américaine portant sur 17000 patients, durant les procédures de prise en charge des pathologies artérielles périphériques, le PDS dépassait 500 Gy.cm² dans 7% des procédures, le premier facteur était la présence de lésions proximales (36). Une étude Française comparant les équipements et la radiation durant les procédures iliaques montre sur 3 ans une augmentation de la dose de PDS. L'utilisation de salles hybrides, l'IMC supérieur à 25 et la complexité de la procédure paraissent associés à une augmentation de la dose de rayons ionisant (37). La présence de matériel orthopédique (PTH, PTG) n'a pas été évaluée. Une étude réalisée sur la métropole de Hambourg portant sur 24000 patients, met en évidence une différence de doses de rayons en faveur du groupe de patients pris en charges par des chirurgiens vasculaires par rapport aux autres groupes (radiologues interventionnels, cardiologues interventionnels et médecins vasculaires) (38).

Notre étude objective comme dans la littérature une corrélation entre la moyenne du PDS et l'IMC ($p = 0,0051$) et une augmentation du PDS lors du traitement des lésions les plus proximales (iliaques) ($p = 0,0001$).

Dans les analyses en sous-groupes on retrouve seulement une différence dans les groupes TASC aorto-iliaques B ($p = 0,01$) et C ($p = 0,04$). Dans le Groupe B on retrouve une moyenne de PDS plus basse dans le groupe 2. Lorsqu'on observe le pourcentage d'occlusions, on retrouve dans le premier groupe d'anesthésie 8 patients (47%) alors que dans le deuxième groupe 2 on ne retrouve qu'un patient (9%). La différence s'inverse dans le groupe C, avec une moyenne de PDS plus basse dans le premier groupe. Le nombre d'occlusions dans le premier groupe est de 3 (25%), dans le deuxième groupe on retrouve 3 patients (33%). Cette différence est discutable devant les faibles effectifs composant chaque groupe (8,7% de la population de l'étude pour le groupe B et 7,2% pour le groupe C), de plus les tendances de PDS sont associées aux pourcentages d'occlusions de chaque groupe.

On ne retrouve pas non plus de corrélation entre la moyenne de PDS et la sévérité des lésions suivant la classification TASC II aorto-iliaque. Il n'y a pas d'occlusions par définition dans le groupe A et la moyenne de PDS est plus basse dans le premier groupe. Dans le groupe D on retrouve 40% (sur 5 patients) d'occlusions dans le groupe 1 et 29% (sur 7 patients) dans le groupe 2, la moyenne de PDS est aussi corrélée au pourcentage d'occlusions de chaque groupe d'anesthésies.

Dans la classification TASC fémoro-poplitée on retrouve dans les groupes A, B et C une tendance de moyenne de PDS plus basse dans le groupe 1 et plus élevée dans le groupe D. Les pourcentages d'occlusions des groupes 1 et 2 étaient respectivement dans le groupe A 30% (sur 10) contre 22% (sur 9), dans le groupe B 57% (sur 35) et 94% (sur 19), dans le groupe C 77% (sur 43) et 50% (sur 28) et dans le groupe D 86% (sur 21) et 80% (sur 10). On ne retrouvait pas ici de corrélation entre le pourcentage d'occlusions et la différence de tendance du PDS et on ne retrouvait pas non plus de différence significative entre chaque groupe.

Dans le sous-groupe de lésions uniques, la dose moyenne de PDS est en faveur du groupe 2, la tendance s'inverse pour les lésions multiples. On retrouve en pourcentage d'occlusions dans le groupe de lésions simples 47,6% dans le groupe 1 et 29,8% dans le groupe 2. Dans

le groupe de lésions multiples on retrouve 43,6% d'occlusions dans le groupe 1 et 44,6% dans le groupe 2. On retrouve donc un pourcentage d'occlusions corrélé à la différence de moyenne de PDS pour les lésions uniques. Pour les lésions multiples, le pourcentage d'occlusion est similaire entre les deux groupes et la moyenne de PDS s'inverse en faveur du Groupe 1 d'anesthésie.

On ne retrouvait pas de différence significative sur la moyenne de PDS entre les deux groupes d'anesthésies, lésions iliaques seules, lésions fémoro-poplitées seules, lésions jambières seules, de groupes d'IMC et de groupes d'âge.

Lorsque l'on compare les procédures réalisées, entre les deux groupes d'anesthésie, on ne retrouve pas de différence significative concernant le taux de succès techniques, de cross-over, du nombre d'occlusions artérielles et de leur répartition aux différents étages artériels, de lésions traitées aux différents étages artériels. Les 2 groupes étaient donc plutôt comparables statistiquement au niveau des procédures réalisées.

Les complications post opératoires ont été étudiées selon la classification Clavien Dindo. On ne retrouvait pas de différences entre les différents groupes. Le nombre de décès était de 4% dans le groupe 1 contre 5% dans le groupe 2 durant l'hospitalisation. On ne retrouvait pas de différence sur la dégradation de la fonction rénale ($p=0,18$).

V.3. Limites et alternatives

Notre étude présente quelques limites inhérentes au caractère observationnel et rétrospectif de l'analyse. Certaines variables ont pu influencer la dose de rayon et être méconnues. Des biais d'information ont pu affecter la qualité du recueil notamment en ce qui concerne les antécédents des patients, leurs facteurs de risque cardio-vasculaire et les complications post opératoires. Notre étude a été réalisée sur le seul centre de Limoges et représente les pratiques locales de ses opérateurs.

Les résultats sur la dose de PDS montrent une grande variabilité, avec une différence allant à un facteur de 1 à 10. Nous l'expliquons en partie par la diversité des lésions au niveau des étages traités, de l'IMC et de difficultés techniques différentes entre les recanalisation et les angioplasties simples. Il en résulte un écart type large en ce qui concerne le résultat principal et ne permet pas de mettre en évidence de différence dans notre étude.

Une étude multicentrique incluant des effectifs plus importants afin d'augmenter la puissance statistique de l'étude pourrait être envisagée pour rechercher ou infirmer l'existence d'une différence entre les deux groupes d'anesthésies et confirmer nos résultats.

Afin de diminuer la dose de rayons per procédure, de nouvelles technologies sont étudiées comme la fusion avec les amplificateurs de brillances mobiles (39). Les systèmes d'imageries fixes modernes avec technologie de réduction de doses peuvent également permettre de diminuer les doses délivrées durant les procédures périphériques (40).

VI. Conclusion

Dans notre étude, nous ne mettons pas en évidence de différences significatives entre la moyenne du PDS dans le groupe d'anesthésie locale et locorégionale ($1741,32 \mu\text{Gy.m}^2 \pm 2176$) comparativement au groupe d'anesthésie générale et rachianesthésie ($2026,62 \mu\text{Gy.m}^2 \pm 2404,13$) ($p=0,28$).

On ne met pas non plus en évidence de différence entre les 2 groupes d'anesthésies sur la dose de produit de contraste utilisée ($p=0,39$), le temps de scopie ($p=0,82$) et la durée d'intervention ($p=0,082$).

L'IMC était corrélé à la moyenne de PDS ($p=0,0051$). La prise en charge de lésions à l'étage proximale augmentait aussi la moyenne de PDS comparé aux étages plus distaux ($p=0,0001$).

L'analyse en sous-groupes a mis en évidence une différence de moyenne de PDS dans le groupe TASC aorto-iliaque B et C en fonction du type d'anesthésie, mais cette différence de moyenne s'inversait entre les groupes B et C et on ne trouvait pas de corrélation entre la sévérité des lésions et l'augmentation du PDS.

Des études complémentaires incluant des effectifs plus importants et homogènes nous paraissent nécessaires pour valider nos résultats.

Références bibliographiques

1. Ketteler, Erika R., et Kellie R. Brown. « Radiation Exposure in Endovascular Procedures ». *Journal of Vascular Surgery* (janvier 2011): 53, n° 1 Suppl, 35-38. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.05.141>.
2. Jones, Douglas W., Lars Stangenberg, Nicholas J. Swerdlow, Matthew Alef, Ruby Lo, Fahad Shuja, et Marc L. Schermerhorn. « Image Fusion and 3-Dimensional Roadmapping in Endovascular Surgery ». *Annals of Vascular Surgery* (octobre 2018): 52, 302-11. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2018.03.032>.
3. Stangenberg, Lars, Fahad Shuja, Bart Carelsen, Thijs Elenbaas, Mark C. Wyers, et Marc L. Schermerhorn. « A Novel Tool for Three-Dimensional Roadmapping Reduces Radiation Exposure and Contrast Agent Dose in Complex Endovascular Interventions ». *Journal of Vascular Surgery* (août 2015): 62, n° 2, 448-55. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.03.041>.
4. Afshar, Arash Ehteshami, et Puja B. Parikh. « Prevention of Contrast and Radiation Injury During Coronary Angiography and Percutaneous Coronary Intervention ». *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine* (mars 2018): 20, n° 4, 32. <https://doi.org/10.1007/s11936-018-0621-3>.
5. Sciahbasi, Alessandro, Enrico Frigoli, Alessandro Sarandrea, Martina Rothenbühler, Paolo Calabrò, Alessandro Lupi, Francesco Tomassini, et al. « Radiation Exposure and Vascular Access in Acute Coronary Syndromes: The RAD-Matrix Trial ». *Journal of the American College of Cardiology* (mai 2017): 69, n° 20, 2530-37. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.03.018>.
6. Georgiev, Emil, Radina Radeva, Emilia Naseva, et Galina Kirova-Nedyalkova. « COMPARISON OF RADIATION DOSE AND IMAGE QUALITY IN CTA OF THE PERIPHERAL ARTERIES ». *Radiation Protection Dosimetry* (décembre 2019): 186, no 4, 437-42. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncz045>.
7. Shen, Huasu, Xiaoyu Ma, Zhen Wu, Xian Shao, Jingjing Cui, Bao Zhang, Mohamed Ea Abdelrahim, et Jin Zhang. « Conscious Sedation Compared to General Anesthesia for Intracranial Mechanical Thrombectomy: A Meta-Analysis ». *Brain and Behavior* (juin 2021): 11, n° 6, 02161. <https://doi.org/10.1002/brb3.2161>.
8. Dotter, C. T., et M. P. Judkins. « Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction description of a new technic and a preliminary report of its application ». (novembre 1964) : *Circulation* 30, 654-70. <https://doi.org/10.1161/01.cir.30.5.654>.
9. Grüntzig, A., et H. Hopff. « Perkutane Rekanalisation chronischer arterieller Verschlüsse mit einem neuen Dilatationskatheter ». *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift* (décembre 1974): 99, n° 49, 2502-5. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1108161>.
10. Ali, Ziad A. « The science of stents: angioplasty turns 40 ». *Cardiovascular Research* (août 2017): 113, no 10, 35-37. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvx119>.
11. Rousseau, H., J. Joffre, J. Puel, C. Imbert, J. L. Puech, C. Duboucher, et H. Wallsten. « Percutaneous Vascular Stent: Experimental Studies and Preliminary Clinical Results in Peripheral Arterial Diseases ». *International Angiology: A Journal of the International Union of Angiology* (juin 1987): 6, n° 2, 153-61.

12. Jacques Puel « The first stent in man? » (Europa Edition 2006.) *EuroInterv* (2006): 1, 380-381.
13. Palmaz, J. C., G. M. Richter, G. Nöldge, G. W. Kauffmann, et W. Wenz. « [Intraluminal Palmaz stent implantation. The first clinical case report on a balloon-expanded vascular prosthesis] ». *Der Radiologe* (décembre 1987): 27, n° 12, 560-63.
14. Ali, Ziad A. « The science of stents: angioplasty turns 40 ». *Cardiovascular Research* (août 2017): 113, no 10, 35-37. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvx119>.
15. Pernès, J. -M. « Les techniques endovasculaires ». *Journal des Maladies Vasculaires* (mars 2015): 40, n° 2, 84. <https://doi.org/10.1016/j.jmv.2014.12.014>.
16. Norgren, L., W. R. Hiatt, J. A. Dormandy, M. R. Nehler, K. A. Harris, F. G. R. Fowkes, et TASC II Working Group. « Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) ». *Journal of Vascular Surgery* (janvier 2007): 45 Suppl S, 5-67. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.12.037>.
17. Tan, Hun Yee, Chai Hong Yeong, Yin How Wong, Molly McKenzie, Azahari Kasbollah, Mohamad Nazri Md Shah, et Alan Christopher Perkins. « Neutron-Activated Theranostic Radionuclides for Nuclear Medicine ». *Nuclear Medicine and Biology* (décembre 2020): 90-91, 55-68. <https://doi.org/10.1016/j.nucmedbio.2020.09.005>.
18. Munjal, Akul, et Nishant Gupta. « Radiopharmaceuticals ». In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2021. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554440/>.
19. Maruyama, Y., J. R. van Nagell, J. Yoneda, E. S. Donaldson, H. H. Gallion, D. Powell, et R. J. Kryscio. « A Review of Californium-252 Neutron Brachytherapy for Cervical Cancer ». *Cancer* (septembre 1991): 68, n° 6, 1189-97. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(19910915\)68:6<1189::aid-cnrcr2820680602>3.0.co;2-f](https://doi.org/10.1002/1097-0142(19910915)68:6<1189::aid-cnrcr2820680602>3.0.co;2-f).
20. « L'exposition moyenne des Français et les facteurs de variation ». <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/exposition-population/exposition-population-france-metropole/Pages/1-Exposition-population-France-moyenne-et-variabilite.aspx?dId=6e1c4064-09e1-4d67-a32a-b77086af04c6&dwId=c5cadac4-41b9-4caa-a7a6-785d67bf1682>.
21. Mc Laughlin, J. P. « Some Characteristics and Effects of Natural Radiation ». *Radiation Protection Dosimetry* (novembre 2015): 167, n° 1-3, 2-7. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv206>.
22. « L'exposition à la radioactivité artificielle en France ». <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/exposition-population/exposition-population-france-metropole/Pages/3-Exposition-population-France-radioactivite-artificielle.aspx?dId=6e1c4064-09e1-4d67-a32a-b77086af04c6&dwId=c5cadac4-41b9-4caa-a7a6-785d67bf1682>.
23. Fry, R. J. « Deterministic Effects ». *Health Physics* (avril 2001): 80, n° 4, 338-43. <https://doi.org/10.1097/00004032-200104000-00009>.
24. Ulanowski, A., J. C. Kaiser, U. Schneider, et L. Walsh. « Lifetime Radiation Risk of Stochastic Effects - Prospective Evaluation for Space Flight or Medicine ». *Annals of the ICRP* (décembre 2020): 49, no 1_suppl, 200-212. <https://doi.org/10.1177/0146645320956517>.

25. Richardson, David B, Elisabeth Cardis, Robert D Daniels, Michael Gillies, Jacqueline A O'Hagan, Ghassan B Hamra, Richard Haylock, et al. « Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS) ». *The BMJ* (octobre 2015): 351, h5359. <https://doi.org/10.1136/bmj.h5359>.
26. Autorité de sûreté nucléaire. « La radiologie interventionnelle » (septembre 2021). <https://www.asn.fr/Informer/Dossiers-pedagogiques/Les-activites-controlees-dans-le-domaine-medical/La-radiologie-interventionnelle/Les-doses>.
27. M Sapoval, V Vidal, et I Fitton. « Société Française de Radiologie. Guide Pratique de Radiologie Interventionnelle ». <http://gri.radiologie.fr/>.
28. Haute Autorité de Santé. « Améliorer le suivi des patients en radiologie interventionnelle et actes radioguidés » (juillet 2014). https://www.has-sante.fr/jcms/c_1754223/fr/ameliorer-le-suivi-des-patients-en-radiologie-interventionnelle-et-actes-radioguides.
29. Hendee, W. R., et F. M. Edwards. « ALARA and an Integrated Approach to Radiation Protection ». *Seminars in Nuclear Medicine* (avril 1986): 16, n° 2, 142-50. [https://doi.org/10.1016/s0001-2998\(86\)80027-7](https://doi.org/10.1016/s0001-2998(86)80027-7).
30. PH Menechal. « Réunion RAMIP ASN » (juillet 2017). http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:k9qUAB9a4OAJ:reseau-ramip.fr/wa_files/RAMIP_2017_07_04.pdf+&cd=9&hl=fr&ct=clnk&gl=fr&client=firefox-b-d.
31. Aboyans, Victor, Marie-Antoinette Sevestre, Ileana Désormais, Philippe Lacroix, Gerry Fowkes, et Michael H. Criqui. « Épidémiologie de l'artériopathie des membres inférieurs ». *La Presse Médicale, Dossier thématique. L'artériopathie oblitérante des membres inférieurs* (janvier 2018): 47, no 1, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2018.01.012>.
32. HAS « Prise en charge de l'artériopathie chronique oblitérante athéroscléreuse des membres inférieurs » (novembre 2016). https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/AOMI_recos.pdf+&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=fr&client=firefox-b-d.
33. Norgren, L., W. R. Hiatt, J. A. Dormandy, M. R. Nehler, K. A. Harris, et F. G. R. Fowkes. « Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) ». *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery* (janvier 2007): 33, n° 1, 1-75. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2006.09.024>.
34. Victor Aboyans, Jean-Baptiste Ricco, Marie-Louise E.L. Bartelink, Martin Björck, Marianne Brodmann, Tina Cohnert, Jean-Philippe Collet, Martin Czerny « ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS) » *Eur J Vasc Endovasc Surg* (mars 2018) 55, 305-368
35. Sigterman, Tim A., Lars J. J. Bolt, Maarten G. Snoeijs, Attila G. Krasznai, Roel Heijboer, Geert-Willem H. Schurink, et Lee H. Bouwman. « Radiation Exposure during Percutaneous Transluminal Angioplasty for Symptomatic Peripheral Arterial Disease ». *Annals of Vascular Surgery* (mai 2016): 33, 167-72. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.11.019>.

36. Goldsweig, Andrew M., Kevin F. Kennedy, J. Dawn Abbott, W. Schuyler Jones, Poonam Velagapudi, Frank J. Rutar, Jephtha C. Curtis, Thomas T. Tsai, et Herbert D. Aronow. « Patient Radiation Dosage During Lower Extremity Endovascular Intervention ». *JACC. Cardiovascular Interventions* (mars 2019): 12, n° 5, 473-80. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2018.11.005>.
37. Maurel, Blandine, Adrien Hertault, Lucie Salomon du Mont, Sébastien Cazaban, et Simon Rinckenbach. « A Multicenter Survey of Endovascular Theatre Equipment and Radiation Exposure in France during Iliac Procedures ». *Annals of Vascular Surgery* (avril 2017): 40, 50-56. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2016.11.004>.
38. Behrendt, C. -A., H. C. Rieß, F. Heidemann, H. Diener, F. Rohlfss, R. Hohnhold, et E. S. Debus. « Radiation Dosage for Percutaneous PAD Treatment Is Different in Cardiovascular Disciplines: Results From an Eleven Year Population Based Registry in the Metropolitan Area of Hamburg ». *European Journal of Vascular and Endovascular* (1 février 2017): 53, n° 2, 215-22. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2016.11.001>.
39. Villena, Alexandre, Florent Lalys, Blandine Saudreau, Rémy Pascot, Alexandre Barré, Antoine Lucas, et Adrien Kaladji. « Fusion Imaging with a Mobile C-Arm for Peripheral Arterial Disease ». *Annals of Vascular Surgery* (février 2021): 71, 273-79. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2020.07.059>.
40. Stangenberg, Lars, Fahad Shuja, I. Martijn J. van der Bom, Martine H. G. van Alfen, Allen D. Hamdan, Mark C. Wyers, Raul J. Guzman, et Marc L. Schermerhorn. « Modern Fixed Imaging Systems Reduce Radiation Exposure to Patients and Providers ». *Vascular and Endovascular Surgery* (janvier 2018): 52, n° 1, 52-58. <https://doi.org/10.1177/1538574417742211>.

Annexes

Annexe 1. Score ASA	45
Annexe 2. Classification de Leriche et Fontaine et Classification de Rutherford de l'AOMI	46
Annexe 3. Classification TASC Aorto-Iliaque	47
Annexe 4. Classification TASC fémoro-poplitée.....	48
Annexe 5. Classification de Clavien Dindo.....	49

Annexe 1. Score ASA

- 1 : Patient normal
- 2 : Patient avec anomalie systémique modérée
- 3: Patient avec anomalie systémique sévère
- 4 : Patient avec anomalie systémique sévère représentant une menace vitale constante
- 5 : Patient moribond dont la survie est improbable sans l'intervention
- 6 : Patient déclaré en état de mort cérébrale dont on prélève les organes pour greffe

Référence : <http://www.asahq.org/clinical/physicalstatus.htm>

Annexe 2. Classification de Leriche et Fontaine et Classification de Rutherford de l'AOMI

Fontaine classification			Rutherford classification		
Stage	Symptoms		Grade	Category	Symptoms
I	Asymptomatic	↔	0	0	Asymptomatic
II	IIa	↔	I	1	Mild claudication
	IIb		I	2	Moderate claudication
	Disabling intermittent claudication		I	3	Severe claudication
III	Ischaemic rest pain	↔	II	4	Ischaemic rest pain
IV	Ulceration or gangrene	↔	III	5	Minor tissue loss
			III	6	Major tissue loss

Référence : [https://www.ejves.com/article/S1078-5884\(06\)00535-1/fulltext#relatedArticles](https://www.ejves.com/article/S1078-5884(06)00535-1/fulltext#relatedArticles)

Annexe 3. Classification TASC Aorto-Iliaque

Type A lesions	<ul style="list-style-type: none"> ■ Unilateral or bilateral stenoses of CIA ■ Unilateral or bilateral single short (≤ 3 cm) stenosis of EIA
Type B lesions	<ul style="list-style-type: none"> ■ Short (≤ 3 cm) stenosis of infrarenal aorta ■ Unilateral CIA occlusion ■ Single or multiple stenosis totaling 3–10 cm involving the EIA not extending into the CFA ■ Unilateral EIA occlusion not involving the origins of internal iliac or CFA
Type C lesions	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bilateral CIA occlusions ■ Bilateral EIA stenoses 3–10 cm long not extending into the CFA ■ Unilateral EIA stenosis extending into the CFA ■ Unilateral EIA occlusion that involves the origins of internal iliac and/or CFA ■ Heavily calcified unilateral EIA occlusion with or without involvement of origins of internal iliac and/or CFA
Type D lesions	<ul style="list-style-type: none"> ■ Infra-renal aortoiliac occlusion ■ Diffuse disease involving the aorta and both iliac arteries requiring treatment ■ Diffuse multiple stenoses involving the unilateral CIA, EIA and CFA ■ Unilateral occlusions of both CIA and EIA ■ Bilateral occlusions of EIA ■ Iliac stenoses in patients with AAA requiring treatment and not amenable to endograft placement or other lesions requiring open aortic or iliac surgery

CIA – common iliac artery; EIA – external iliac artery; CFA – common femoral artery; AAA – abdominal aortic aneurysm.

Référence : <https://www.ejves.com/action/showFullTableHTML?isHtml=true&tableId=tbIF1&pii=S1078-5884%2806%2900535-1>

Annexe 4. Classification TASC fémoro-poplitée

Type A lesions	■Single stenosis ≤10 cm in length■Single occlusion ≤5 cm in length
Type B lesions	■Multiple lesions (stenoses or occlusions), each ≤5 cm■Single stenosis or occlusion ≤15 cm not involving the infra geniculate popliteal artery■Single or multiple lesions in the absence of continuous tibial vessels to improve inflow for a distal bypass■Heavily calcified occlusion ≤5 cm in length■Single popliteal stenosis
Type C lesions	■Multiple stenoses or occlusions totaling >15 cm with or without heavy calcification■Recurrent stenoses or occlusions that need treatment after two endovascular interventions
Type D lesions	■Chronic total occlusions of CFA or SFA (>20 cm, involving the popliteal artery)■Chronic total occlusion of popliteal artery and proximal trifurcation vessels

CFA – common femoral artery; SFA – superficial femoral artery.

Référence : <https://www.ejves.com/action/showFullTableHTML?isHtml=true&tableId=tbIF2&pii=S1078-5884%2806%2900535-1>

Annexe 5. Classification de Clavien Dindo

Grade	Définition	Exemples
Grade I	Tout évènement post-opératoire indésirable ne nécessitant pas de traitement médical, chirurgical, endoscopique ou radiologique. Les seuls traitements autorisés sont les antiémétiques, antipyrétiques, antalgiques, diurétiques, électrolytes et la physiothérapie.	Iléus, abcès de paroi mis à plat au chevet du patient
Grade II	Complication nécessitant un traitement médical n'étant pas autorisé dans le grade 1.	Thrombose veineuse périphérique, nutrition parentérale totale, transfusion
Grade III	Complication nécessitant un traitement chirurgical, endoscopique ou radiologique.	
IIIa	Sans anesthésie générale	Ponction guidée radiologiquement
IIIb	Sous anesthésie générale	Reprise chirurgicale pour saignement ou autre cause
Grade IV	Complication engageant le pronostic vital et nécessitant des soins intensifs	
IVa	Défaillance d'un organe	Dialyse
IVb	Défaillance multi-viscérale	
Grade V	Décès	

Référence : <https://www.urofrance.org/outils-et-recommandations/questionnaires-devaluation/classification-de-clavien.html>

Serment d'Hippocrate

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

[Comparaison du rayonnement per-opérateur des procédures endovasculaires périphériques en fonction du type d'anesthésie]

Objectif : L'exposition aux radiations ionisantes présente des effets néfastes sur la santé. La diminution des doses reçues est nécessaire. Durant les procédures endovasculaires périphériques, les mouvements sous anesthésie locale (AL) et locorégionale (ALR) peuvent nécessiter des séquences supplémentaires d'imagerie per-opérateur et des réinjections de produits de contraste en comparaison aux procédures menées sous anesthésie générale (AG) ou rachianesthésie (RA). Nous nous sommes posé la question de l'influence du type d'anesthésie sur la dose de rayonnements per-opérateurs et la consommation de produit de contraste.

Méthodologie : Nous avons réalisé une étude rétrospective monocentrique portant sur 320 patients ayant bénéficié d'un geste endovasculaire périphérique de revascularisation des membres inférieurs, répartis entre 2 groupes d'anesthésies. Les patients pris en charge pour endartériectomies ou pontages étaient exclus. Nous avons étudié la moyenne du PDS entre ces deux groupes ainsi que le temps de scopie, la durée d'intervention et la dose de produit de contraste utilisée durant l'intervention.

Résultats : Il n'a pas été trouvé de différence significative de moyenne de PDS entre le groupe de patients opérés sous d'anesthésie locale et locorégionale et le groupe opéré sous anesthésie général ou rachianesthésie ($p=0,28$). On ne retrouve pas non plus de différence entre les 2 groupes pour la dose de produit de contraste utilisée ($p=0,39$), le temps de scopie ($p=0,82$) et la durée d'intervention ($p=0,082$). Les variables indépendantes corrélées à une augmentation du PDS sont représentées par un IMC élevé et le caractère proximal des lésions. L'analyse en sous-groupes de la classification TASC II aorto-iliaque met en évidence une différence entre les groupes B et C en fonction du type d'anesthésie. La différence de dose de PDS s'inverse entre les deux groupes et le PDS n'augmente pas avec la sévérité de la classification TASC II.

Conclusion : On ne retrouve pas de différence significative de moyenne de PDS en fonction du type d'anesthésie au cours des procédures de revascularisations endovasculaires des membres inférieurs. La dose de produit de contraste ne varie pas non plus entre les deux groupes. Des études multicentriques ou analysant des lésions plus homogènes nous paraissent nécessaires pour confirmer nos résultats.

Mots-clés : [Radiation ionisante, AOMI, Anesthésie, Endovasculaire]

Impact of anesthesia on radiation exposure during low extremity endovascular intervention

Objectives : Radiation exposure is harmful on the health. Decrease them is necessary as well as respect the as low as reasonably achievable (ALARA) principle. During endovascular peripheral arterial procedures, the movements of patients under local and locoregional anesthesia could be responsible of increasing use of fluoroscopy compared to general and spinal anesthesia.

Methods : We carried out a single-center retrospective study on 320 patients, who underwent endovascular peripheral arterial intervention. Two anesthesia groups were formed. Patients treated for endarterectomy or bypass surgery were excluded. We studied the mean of Dose Area Product (DAP) between these two groups.

Results : There is no significant difference in mean of DAP between the local and locoregional anesthesia group versus the general anesthesia and spinal anesthesia group ($p=0.28$). There is also no difference between the 2 groups for the dose of contrast product used ($p=0.39$), fluoroscopy time ($p=0.82$) and time for surgery ($p=0.082$). The independent variables increasing the DAP are the high BMI and the most proximal location of the lesions. Subgroup analysis of the TASC II aortoiliac classification shows a difference in group B and C depending on the type of anesthesia. In contrast, the difference in dose of DAP is reversed between the two groups and DAP does not increase with the severity of the TASC II classification.

Conclusions : There was no significant difference between the mean PDS and the two anesthesia groups. The dose of contrast agent did not vary between the two groups either. A multicenter study or by analyzing more homogeneous lesions should be necessary to confirm our results.

Keywords : [Radiation exposure, Peripheral arterial disease, Anesthesia, Endovascular]

