

Faculté de Médecine

Année 2020

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

Le 9 Octobre 2020

Par Géraud FORESTIER

Né le 16 Février 1991 à Clermont-Ferrand

ÉVOLUTION DES PRATIQUES EN THROMBECTOMIE MÉCANIQUE DANS L'INFARCTUS CÉRÉBRAL EN FRANCE : UNE ENQUÊTE NATIONALE AUPRÈS DES CENTRES ET DES OPÉRATEURS

Thèse dirigée par M. le Professeur Aymeric ROUCHAUD

Examineurs :

M. le Professeur Charbel MOUNAYER

M. le Professeur Aymeric ROUCHAUD

M. le Professeur Laurent MAGY

M. le Docteur Grégoire BOULOUIS

M. le Docteur Florian SANGLIER

Président

Directeur

Juge

Juge

Juge



Faculté de Médecine

Année 2020

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

Le 9 Octobre 2020

Par Géraud FORESTIER

Né le 16 Février 1991 à Clermont-Ferrand

ÉVOLUTION DES PRATIQUES EN THROMBECTOMIE MÉCANIQUE DANS L'INFARCTUS CÉRÉBRAL EN FRANCE : UNE ENQUÊTE NATIONALE AUPRÈS DES CENTRES ET DES OPÉRATEURS

Thèse dirigée par M. le Professeur Aymeric ROUCHAUD

Examineurs :

M. le Professeur Charbel MOUNAYER
M. le Professeur Aymeric ROUCHAUD
M. le Professeur Laurent MAGY
M. le Docteur Grégoire BOULOUIS
M. le Docteur Florian SANGLIER

Président
Directeur
Juge
Juge
Juge



Professeurs des Universités - praticiens hospitaliers

Le 01 octobre 2019

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise	MEDECINE INTERNE (Surnombre jusqu'au 31-08-2020)
AUBARD Yves	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	O.R.L.
BEDANE Christophe	DERMATO-VENEREOLOGIE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BORDESSOULE Dominique	HEMATOLOGIE (Surnombre jusqu'au 31-08-2020)
CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE d'ADULTES
COGNE Michel	IMMUNOLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DANTOINE Thierry	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DES GUETZ Gaëtan	CANCEROLOGIE
DESPORT Jean-Claude	NUTRITION

DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE et SANTE au TRAVAIL
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE (CHIRURGIE DIGESTIVE)
ESSIG Marie	NEPHROLOGIE
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
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M. Odile	IMMUNOLOGIE
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
ROUCHAUD Aymeric	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
SAUTEREAU Denis	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
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

AJZENBERG Daniel

PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE

BALLOUHEY Quentin

CHIRURGIE INFANTILE

BARRAUD Olivier

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

BEN AHMED Sabrina

CHIRURGIE VASCULAIRE

BOURTHOUMIEU Sylvie

CYTOLOGIE et HISTOLOGIE

BOUTEILLE Bernard

PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE

COUVE-DEACON Elodie

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

DUCHESNE Mathilde

ANATOMIE PATHOLOGIE

DURAND Karine

BIOLOGIE CELLULAIRE

ESCLAIRE Françoise

BIOLOGIE CELLULAIRE

HANTZ Sébastien

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

JACQUES Jérémie

GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE

JESUS Pierre

NUTRITION

LE GUYADER Alexandre

CHIRURGIE THORACIQUE et
CARDIOVASCULAIRE

LERAT Justine

O.R.L.

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

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 1^{er} septembre 2019 au 31 août 2022)

LAUCHET Nadège (du 1^{er} septembre 2017 au 31 août 2020)

PAUTOUT-GUILLAUME Marie-Paule (du 1^{er} septembre 2018 au 31 août 2021)

PROFESSEURS EMERITES

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 31-08-2019

MOREAU Jean-Jacques du 01-09-2019 au 31-08-2020

TREVES Richard du 01-09-2019 au 31-08-2021

TUBIANA-MATHIEU Nicole du 01-09-2018 au 31-08-2020

VALLAT Jean-Michel du 01-09-2019 au 31-08-2020

VIROT Patrice du 01-09-2019 au 31-08-2020

Assistants Hospitaliers Universitaires – Chefs de Clinique

Le 1^{er} novembre 2019

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
DUCHESNE Mathilde	ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
DURIEUX Marie-Fleur	PARASITOLOGIE
GUYOT Anne	LABORATOIRE ANAPATHOLOGIE
HERMINEAUD Bertrand	LABORATOIRE ANAPATHOLOGIE
HUMMEL Marie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
LEFEBVRE Cyrielle	ANESTHESIE REANIMATION
PIHAN Franck	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
RIAHI Edouard	MEDECINE NUCLEAIRE
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
BOSETTI Anaïs	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
BRISSET Josselin	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES
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
KRETZSCHMAR Tristan	PSYCHIATRE d'ADULTES
LACOSTE Marie	MALADIES INFECTIEUSES
LAFON Thomas	MEDECINE d'URGENCE

LAHMADI Sanae	NEUROLOGIE
LALOZE Jérôme	CHIRURGIE PLASTIQUE
LEGROS Maxime	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
LEHMANN Lauriane	GASTROENTEROLOGIE
MAURIANGE TURPIN Gladys	RADIOTHERAPIE
MEUNIER Amélie	ORL
MICLE Liviu-Ionut	CHIRURGIE INFANTILE
MOWENDABEKA Audrey	PEDIATRIE
ORLIAC Hélène	RADIOTHERAPIE
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 MEDECINE VASCULAIRE
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

MATHIEU Pierre-Alain

CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et
TRAUMATOLOGIQUE

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

Introduction	19
I. Contexte	20
I.1. Rappels physiopathologiques, et épidémiologiques	20
I.1.1. Définition, et physiopathologie	20
I.1.2. Sélection des patients guidée par l'imagerie.....	21
I.2. Le traitement mécanique endovasculaire à la phase aiguë de l'infarctus cérébral	22
I.2.1.1. Le stent-retrieve.....	24
I.2.1.2. Thrombo-aspiration	24
I.2.1.3. Technique combinée.....	25
I.3. Place de la thrombectomie dans le traitement des AIC	26
II. Étude scientifique	27
II.1. Introduction	27
II.2. Méthodes	28
II.3. Résultats	29
II.3.1. Informations générales.....	29
II.3.1.1. Volume d'activité	29
II.3.1.2. Activité dans la population pédiatrique	30
II.3.1.3. Neuroradiologues interventionnels et recherche clinique.....	30
II.3.2. Modalités d'imagerie.....	30
II.3.2.1. IRM en première intention.....	31
II.3.2.2. Scanner en première intention	31
II.3.2.3. Suivi en imagerie	31
II.3.3. Sélection des patients.....	32
II.3.4. Prise en charge anesthésique	34
II.3.4.1. Occlusion de la circulation antérieure.....	34
II.3.4.1.1. Occlusion carotidienne	34
II.3.4.1.2. Occlusion sylvienne.....	34
II.3.4.2. Occlusion de la circulation postérieure	34
II.3.5. Procédure endovasculaire	35
II.3.5.1. Place de la thrombectomie mécanique et de la thrombolyse intraveineuse.....	35
II.3.5.2. Voie d'abord, bilan artériographique, et stratégie thérapeutique.....	35
II.3.5.3. Matériel utilisé	36
II.3.5.4. Fibrinolyse intra-artérielle, anti-coagulation, et fin de la procédure	38
II.3.6. Gestion de la thrombectomie / Organisation du service d'imagerie médicale	39
II.3.6.1. Organisation des équipes au bloc de neuroradiologie interventionnelle	39
II.3.6.2. Perspectives sur les effectifs, et leurs activités	39
II.3.7. Comparaison avec la précédente enquête réalisée en 2012.....	40
II.4. Discussion	44
II.4.1. Principaux résultats	44
II.4.2. Limites de l'étude	45
II.4.3. Pour les futures recherches.....	45

Conclusion	46
Références bibliographiques	47
Annexes	49
Annexe 1. Publication de notre étude	50
Annexe 2. Abréviations.....	56
Annexe 3. Questionnaire adressé aux centres de Neuroradiologie interventionnelle	57
Annexe 4. Questionnaire destiné aux Neuroradiologues Interventionnels	64
Serment d'Hippocrate	68

Table des illustrations

Figure 1 : Schéma représentant la zone irréversiblement lésée, la nécrose (en blanc) et la zone de pénombre (en gris), la différence entre les deux zones représentant le mismatch. <i>Extrait de : Neuro-Imagerie Diagnostique.</i>	21
Figure 2 : Occlusion artérielle aigüe sylvienne gauche (segment M1) responsable d'un mismatch FLAIR-diffusion, et d'un mismatch diffusion-perfusion.....	22
Figure 3 : Vascularisation artérielle encéphalique (vue inférieure) :	23
Figure 4 : Occlusion du segment M1 gauche, avant et après thrombectomie.....	24
Figure 5 : Stent-retriever ouvert et contenant du thrombus.	24
Figure 6 : Cathéter d'aspiration Sofia® utilisé au CHU de Limoges. <i>Extrait du site : https://www.microvention.com/product/sofia</i>	25
Figure 7 : Schéma illustrant la technique combinée avec le caillot représenté en rouge capturé par le stent-retriever et le cathéter. <i>Extrait du site : http://onestopinstroke.eu/</i>	25
Figure 8 : Carte de France métropolitaine et territoires d'outre-mer, des centres ayant réalisés des actes de thrombectomie.....	29
Figure 9 : Modalité d'imagerie utilisée en pratique courante dans les C-NRI pour l'évaluation des patients susceptibles de bénéficier de la TM	30
Figure 10 : Proportion des différents types d'IRM utilisées en pratique courante dans les C-NRI	31
Figure 11 : Modalités d'imagerie pour le suivi des patients ayant bénéficiés d'une thrombectomie	32
Figure 12 : Modalités anesthésiques en fonction de l'occlusion artérielle	35
Figure 13 : Emploi des différents abords vasculaires par NRI en cas d'échec de la voie fémorale	36
Figure 14 : Utilisation du cathéter à ballon occlusif.....	37
Figure 15 : Technique utilisée en première intention pour la thrombectomie	37
Figure 16 : Nombre de NRI formés par centre.....	40
Figure 17 : Nombre de NRI nécessaire pour répondre aux besoins actuels et futurs de la thrombectomie	40

Table des tableaux

Tableau 1 : Contre-indication à la thrombectomie selon les NRI	32
Tableau 2 : Stent-retrievers couramment utilisés pour la thrombectomie	37
Tableau 3 : Comparaison des données entre 2012 et 2018	42

Introduction

Ce travail de thèse résulte d'un article publié dans *Journal of Neuroradiology* (**Annexe 1**) intitulé « *Mechanical thrombectomy practices in France : exhaustive survey of centers and individual operators* », J Neuroradiol. 2020 May 13:S0150-9861(20)30162-0.

La première partie sera constituée de rappels théoriques sur la thrombectomie mécanique et sa place dans le traitement de l'AVC en France afin de replacer cette étude dans son contexte, et mettre ses résultats en perspective.

Dans une seconde partie nous proposons une traduction en français de cet article avec l'ensemble des données supplémentaires.

I. Contexte

À travers le monde, les Accidents Vasculaires Cérébraux (AVC) sont la première cause de handicap acquis, la deuxième cause de démence et de décès ainsi qu'une cause majeure d'épilepsie, ou de dépression. En France, leur incidence serait de 113/100 000 habitants par an, soit 130 000 nouveaux cas par an, ce qui correspond en termes de mortalité au décès d'une personne toutes les 4 minutes dans les suites d'un AVC.¹ Ils surviennent à tout âge de la vie y compris durant l'enfance, et préférentiellement chez les sujets âgés.

Les AVC regroupent l'ensemble des pathologies vasculaires cérébrales d'origine artérielle ou veineuse. Dans 80% des cas, les AVC sont d'origine artérielle, responsables d'une ischémie cérébrale ou infarctus cérébral. Les hémorragies cérébrales et thromboses veineuses représentent quant à elles 20 % des AVC.²

Dans ce travail nous nous intéresserons plus particulièrement à l'ischémie cérébrale d'origine artérielle lors de la phase aiguë de l'AVC causée par l'occlusion d'artères de gros calibre, et le traitement par voie endovasculaire : la thrombectomie mécanique (TM).

I.1. Rappels physiopathologiques, et épidémiologiques

I.1.1. Définition, et physiopathologie

L'Accident Ischémique Constitué (AIC) se définit comme un épisode de dysfonctionnement neurologique causé par un infarctus cérébral. Il est caractérisé par une mort cellulaire attribuable à l'ischémie, responsable d'un déficit neurologique variable, dépendant de la zone fonctionnelle atteinte et de l'étendue de la zone ischémique. Le diagnostic d'AIC est réalisé par imagerie cérébrale, Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) ou scanner.^{3,4}

L'activité cérébrale nécessite un débit sanguin constant pour apporter au cerveau l'oxygène et le glucose dont il a besoin pour fonctionner. Ce débit sanguin est en moyenne de 50 ml/mn/100 g dans le tissu cérébral chez l'adulte en situation physiologique, avec une vascularisation de type terminale à l'instar d'autres organes comme le rein ou le cœur⁵. Toute réduction aiguë brutale du flux artériel irriguant le cerveau entraînera donc une souffrance du parenchyme cérébral situé en aval du site de l'occlusion artérielle. La diminution locale du flux sanguin est responsable d'une ischémie cérébrale caractérisée initialement par un œdème intracellulaire.⁶ Cet œdème cytotoxique provoque une augmentation du volume cellulaire et une diminution des mouvements des molécules d'eau dans le secteur extra-cellulaire, expliquant les données obtenues sur la séquence de diffusion à l'IRM, qui permet de faire le diagnostic d'AIC de façon précoce.

L'effondrement du flux sanguin va entraîner un phénomène d'apoptose cellulaire qui débute dans la partie centrale du territoire vascularisé par l'artère cérébrale occluse. La partie périphérique elle, est hypoperfusée, et appelée « zone de pénombre » (**Figure 1**). Grâce à la mise en jeu rapide d'une collatéralité via les anastomoses cortico-piales, et le polygone de

Willis, cette zone de pénombre peut demeurer temporairement viable, et récupérer un fonctionnement normal en cas de revascularisation rapide.

En cas de défaut de revascularisation rapide, la zone de pénombre évoluera vers une nécrose définitive. L'urgence est donc à la revascularisation de l'artère occluse pour sauver la zone de pénombre. La thrombolyse et la thrombectomie, sont deux stratégies complémentaires pour désobstruer l'artère occluse afin de rétablir le débit sanguin au plus vite dans le territoire en cours d'infarctissement.

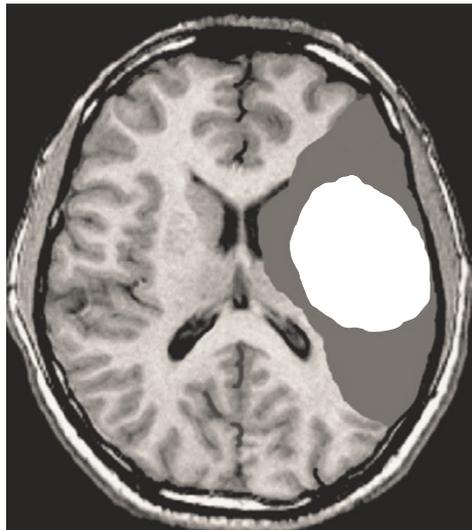


Figure 1 : Schéma représentant la zone irréversiblement lésée, la nécrose (en blanc) et la zone de pénombre (en gris), la différence entre les deux zones représentant le mismatch. *Extrait de : Neuro-Imagerie Diagnostique.*

I.1.2. Sélection des patients guidée par l'imagerie

La sélection des patients se base sur les données de l'IRM ou du scanner, en phase aigüe⁷⁻⁹ avec une imagerie explorant les artères cérébrales et cervicales, pour l'identification des patients qui présentent une occlusion de l'artère carotide interne, de l'artère cérébrale moyenne et de ses branches ou du territoire vertébro-basilaire.

L'IRM a une sensibilité et une spécificité significativement plus élevées que le scanner dans le diagnostic de l'AIC, et les politiques de santé publique en France ont contribué à privilégier cette modalité d'imagerie pour évaluer les patients avec une suspicion d'AVC à la phase aigüe.

Le protocole réalisé en IRM doit être rapide (sans se soustraire aux contre-indications éventuelles de l'IRM) et comprend des séquences pondérées en diffusion, T2*, FLAIR, et une séquence d'angio-MR par de temps de vol (Time-Of-Flight : TOF). L'imagerie de perfusion et l'exploration des troncs supra-aortiques ne sont pas réalisées systématiquement, mais en fonction des centres et des indications.

La séquence T2* est utile pour éliminer un hémorragie, et grâce à sa sensibilité aux artéfacts de susceptibilité magnétique, elle peut permettre de localiser le thrombus intra-artériel sous la forme d'un hyposignal, alors corrélé avec la séquence d'angio-MR. La séquence de diffusion permet d'identifier rapidement les zones infarctées, lesquelles vont présenter une restriction de

la diffusion (chute du Coefficient de Diffusion Apparent : ADC). En imagerie de diffusion, l'ADC n'est pas diminué dans la zone de pénombre alors que l'imagerie de perfusion note une modification des paramètres perfusionnels, avec notamment une augmentation du Tmax (Figure 2).

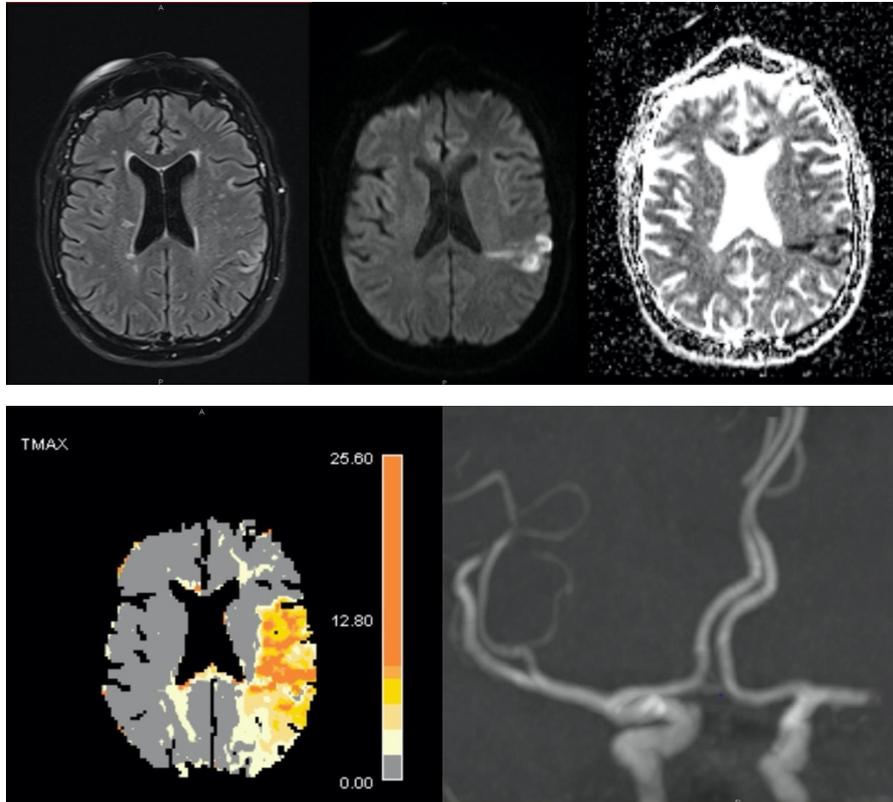


Figure 2 : Occlusion artérielle aiguë sylvienne gauche (segment M1) responsable d'un mismatch FLAIR-diffusion, et d'un mismatch diffusion-perfusion.

I.2. Le traitement mécanique endovasculaire à la phase aiguë de l'infarctus cérébral

Ce traitement s'adresse uniquement aux AVC avec occlusion d'artères de gros calibres : artère carotide interne, segments M1 et M2 de l'artère cérébrale moyenne, tronc basilaire, segment P1 de l'artère cérébrale postérieure (Figure 3).

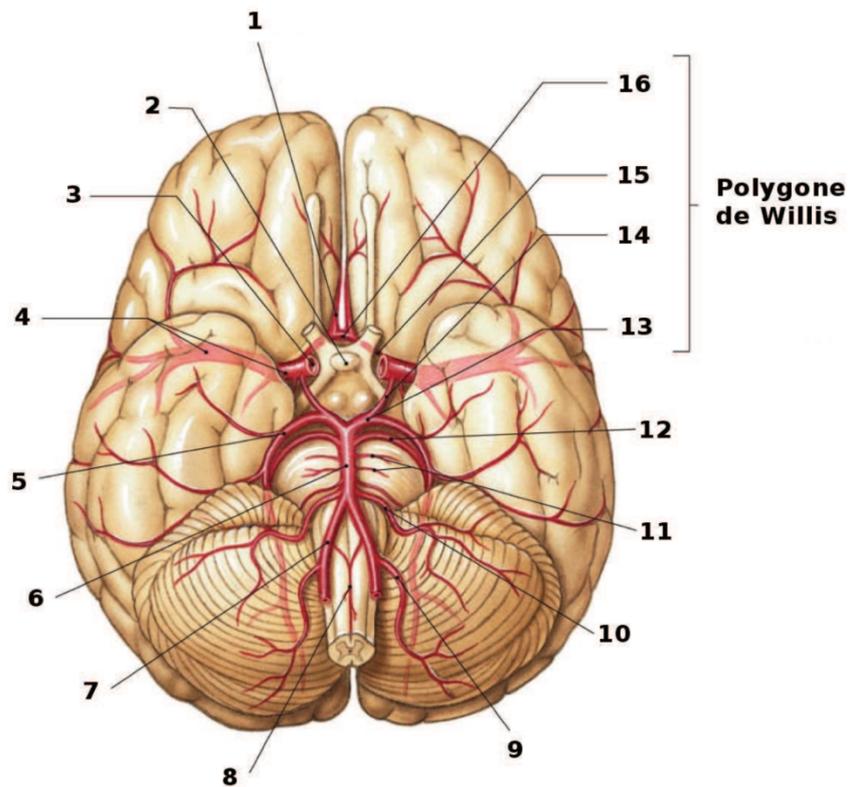


Figure 3 : Vascularisation artérielle encéphalique (vue inférieure) :

1) Artère cérébrale antérieure, segment A2. (2) Tige pituitaire. (3) Artère carotide interne. (4) Artère sylvienne. (5) Artère cérébrale postérieure, segment P2. (6) Tronc basilaire (7) Artère vertébrale. (8) Artère spinale antérieure. (9) Artère cérébelleuse postéro-inférieure. (10) Artère cérébelleuse antéro-inférieure. (11) Artères pontines (12) Artère cérébelleuse supérieure. (13) Artère cérébrale postérieure, segment P1. (14) Artère communicante postérieure (15) Artère cérébrale antérieure, segment A1. (16) Artère communicante antérieure. *Extrait du site : <https://www.studyblue.com/>*

L'objectif est de désobstruer mécaniquement l'artère occluse en limitant les risques de saignement ou de fragmentation du caillot. Le but pour le neuroradiologue interventionnel est alors de rétablir le flux sanguin le plus rapidement possible au sein de l'artère occluse (**Figure 4**).

Les principales techniques de retrait du caillot sont le stent-retriever et la thrombo-aspiration, ou la combinaison des deux procédés à savoir la thrombo-aspiration en association au stent-retriever, encore appelée technique combinée.

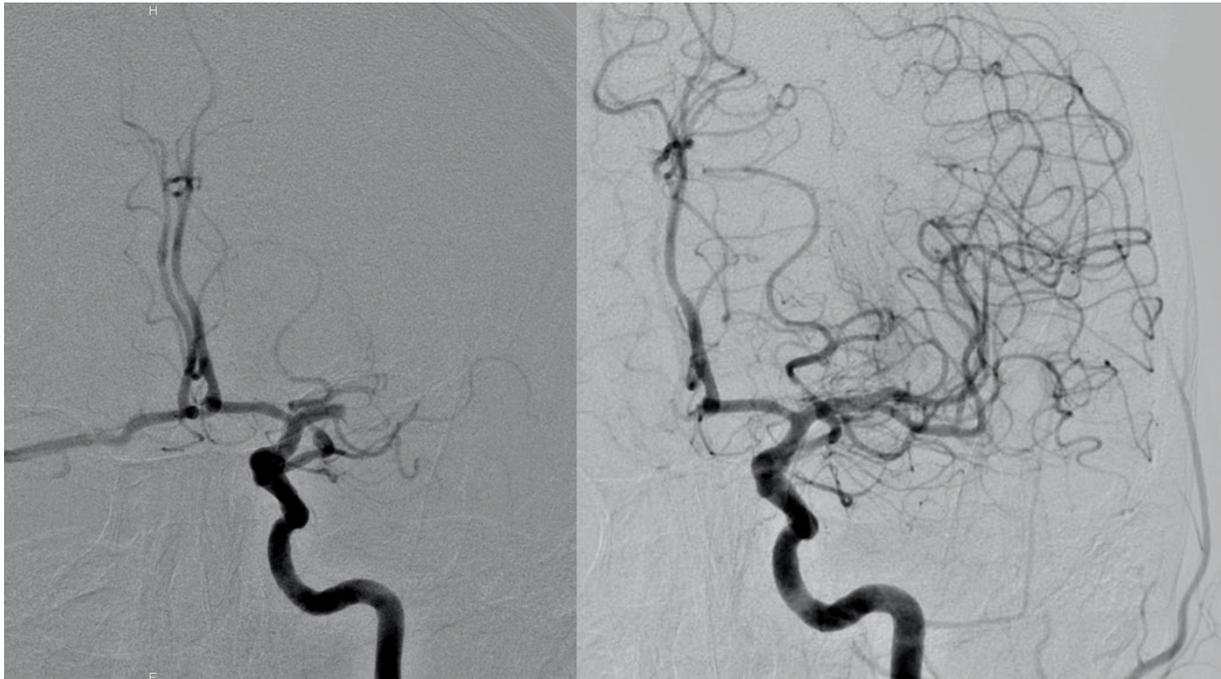


Figure 4 : Occlusion du segment M1 gauche, avant et après thrombectomie.

I.2.1.1. Le stent-retriever

Dans cette technique, le thrombus est capturé à l'aide d'un stent déployé en regard du caillot après avoir réalisé une série artériographique (**Figure 5**). On opère par la suite une traction sur le stent-retriever afin de le réintégrer (toujours ouvert, et ramenant potentiellement avec lui le thrombus) au sein du cathéter porteur. Le stent est ainsi ramené jusqu'à la partie proximale du cathéter porteur, puis retiré du système après ouverture de la valve reliée au cathéter avec le thrombus en son sein.



Figure 5 : Stent-retriever ouvert et contenant du thrombus.

I.2.1.2. Thrombo-aspiration

Contrairement au précédent système, la capture du thrombus est ici assurée seulement par un cathéter d'aspiration distale (**Figure 6**). Lorsque ce dernier arrive au contact du thrombus, le cathéter d'aspiration distale est relié à un dispositif d'aspiration (pompe ou seringue). Le

matériel est laissé en place quelques minutes en aspiration afin de permettre l'ingestion du caillot. Le cathéter d'aspiration distale est ensuite réintégré au sein du cathéter porteur, puis retiré du système.



Figure 6 : Cathéter d'aspiration Sofia® utilisé au CHU de Limoges. *Extrait du site : <https://www.microvention.com/product/sofia>*

I.2.1.3. Technique combinée

La technique combinée correspond à l'association du stent-retrieveur, et d'un cathéter d'aspiration distale (**Figure 7**), lequel est aussi relié à une pompe, et mis en pression négative. Lors du retrait du matériel, il existe plusieurs variantes permettant de réintégrer partiellement ou entièrement le stent et le caillot au sein du cathéter. Le couple cathéter d'aspiration distale et stent est ensuite réintroduit dans le cathéter porteur.

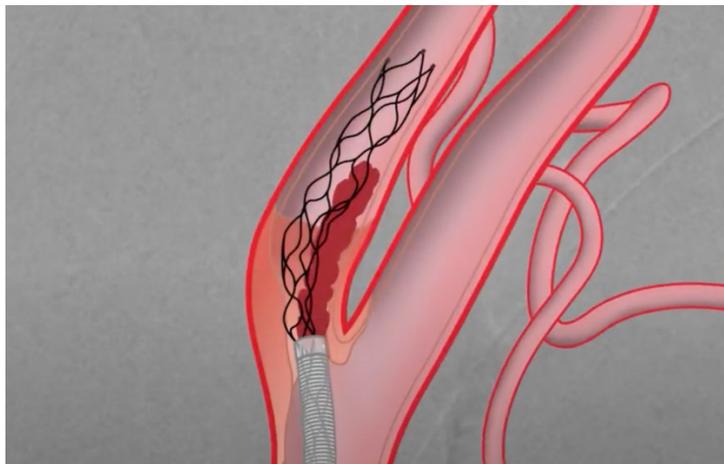


Figure 7 : Schéma illustrant la technique combinée avec le caillot représenté en rouge capturé par le stent-retrieveur et le cathéter. *Extrait du site : <http://onestopinstroke.eu/>*

I.3. Place de la thrombectomie dans le traitement des AIC

En 2015, plusieurs essais multicentriques et randomisés ont montré la supériorité de la thrombectomie mécanique par rapport au traitement médical de référence pour le traitement des patients qui présentent un AIC par occlusion aiguë des vaisseaux cervico-encéphaliques proximaux dans les premières heures suivant le début des symptômes, avec un fort niveau de preuve en faveur de la supériorité de la TM.^{10,11} Le bénéfice de la TM pourrait également s'étendre au-delà des 24 premières heures chez des patients sélectionnés.¹²

Les données dans la circulation postérieure en cas d'occlusion vertébro-basilaire n'ont pas fait l'objet de multiples essais randomisés (comme c'est le cas dans le circulation antérieure) étant donné la gravité de ces infarctus. Les recommandations sur les AIC vertébro-basilaires sont l'objet de consensus par analogie avec les occlusions dans la circulation antérieure avec des résultats controversés.¹³

Cependant, les pratiques et les dispositifs utilisés ne sont pas homogènes chez les praticiens, d'autant qu'il n'y a pas de supériorité établie d'une technique par rapport à l'autre.^{14,15} Et ce constat vaut également lorsqu'on s'intéresse à la prise en charge des patients et leur sélection, faisant ressortir l'absence d'harmonisation, tout comme l'imagerie de l'AVC à la phase aiguë.

C'est dans ce contexte qu'il nous a semblé pertinent de réaliser un état des lieux actualisé de la thrombectomie en France.

II. Étude scientifique

II.1. Introduction

La thrombectomie mécanique (TM) a radicalement changé le pronostic des patients atteints d'un AVC ischémique par occlusion aiguë d'une artère intracrânienne proximale dans les 24h suivant le début des symptômes, ainsi que l'organisation des filières de soins pour prendre en charge ces patients.^{16,17} Grâce à ces résultats, les recommandations ont évolué,^{10,11} et les institutions de santé publique ont été confrontées au défi de fournir rapidement et sur l'ensemble du territoire un accès équitable à cette procédure complexe, sans ou en association à la thrombolyse intraveineuse (TIV) dans le but de rétablir le flux sanguin aussi vite que possible.¹⁸ En effet, de nouveaux centres de neuroradiologie interventionnelle (C-NRI) ont vu le jour pour permettre de réaliser des thrombectomies sur l'ensemble du territoire, et la collaboration s'est enrichie entre les unités neurovasculaires (UNV), les C-NRI, et les équipes des urgences, des SAMU, des réanimations et de neurochirurgie.

Dans ce contexte, face à la complexité de la filière AVC - dont le maillage territorial fait appel aux UNV - et la chaîne de soins mise en jeu pour garantir au plus grand nombre de patients avec occlusion des gros vaisseaux la possibilité de bénéficier de la TM, la charge de travail dans les NRI-C a considérablement augmenté. Ces changements ont amené à une réorganisation locale, à une augmentation du personnel, et à l'ouverture de nouveaux centres dans les zones précédemment sous-dotées afin de minimiser les délais de traitement, et de mieux s'adapter aux spécificités régionales.¹⁹ En outre, les indications de TM se sont également élargies, et les innovations techniques ont conduit à des changements dans les pratiques individuelles des Neuroradiologues Interventionnels (NRI) tant pour la sélection des patients, que les stratégies de revascularisation à adopter, ainsi que la gestion péri-procédurale de la TM, laquelle fait également intervenir en urgence une équipe d'anesthésistes. Toutefois, ces évolutions demeurent globalement peu étudiées dans les conditions réelles de travail.

Dans son ensemble, l'activité de thrombectomie sur notre territoire reste mal documentée avec un manque de données informatives à grande échelle sur les aspects techniques et l'organisation des centres depuis les nouvelles recommandations, alors qu'il est essentiel pour les instances gouvernementales et les hôpitaux d'être informés sur les modalités pratiques de la thrombectomie en France afin de fournir un cadre d'amélioration sur le plan logistique, la planification de la formation, et l'adhésion aux consensus.

L'objectif de cette étude était de présenter une évaluation des pratiques de la thrombectomie à l'échelle des centres et des praticiens sur les données de l'année 2018 en France, et de comparer ces résultats avec les données d'une précédente enquête réalisée en 2012.²⁰

II.2. Méthodes

Grâce au groupe de recherche collaboratif «Jeunes en Neuroradiologie Interventionnelle» (JENI) impliquant les jeunes neuroradiologues interventionnels,²¹ et sous l'égide de la Société Française de Neuroradiologie (SFNR), un formulaire électronique a été envoyé en janvier 2019 à tous les centres ayant une activité de thrombectomie au cours de l'année 2018 en France (centres d'outre-mer inclus).

Le formulaire était directement adressé par mail à un des membres du réseau, et pour les centres sans membre du JENI, il était envoyé aux NRI effectuant des TM. L'enquête était basée sur celle réalisée en 2012 et rapportée par Soize et al.²⁰, et incluait des questions supplémentaires dues aux avancées technologiques, et une meilleure compréhension de la physiopathologie des AVC.

L'enquête a été rédigée en français et comprenait deux questionnaires indépendants :

- Un premier questionnaire en ligne (*Google Form™*) pour collecter les informations générales des centres sur les données de la TM, les modalités d'imagerie, la prise en charge anesthésique, et l'organisation des services d'imagerie médicale (présenté en **Annexe 3**)
- Un second questionnaire à imprimer en version papier pour chacun des praticiens (du centre) pratiquant la thrombectomie en autonomie (présenté en **Annexe 4**), afin de recueillir les réponses individuelles sur la sélection des patients et les procédures endovasculaires

L'enquête finale comprenait un ensemble de 64 questions, réparties en 6 parties :

- Informations générales
- Sélection des patients
- Suivi en imagerie
- Procédure endovasculaire
- Prise en charge anesthésique
- Gestion de la thrombectomie / Organisation du service d'imagerie médicale

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel MedCalc (© 2019 MedCalc Software) : <https://www.medcalc.net>.

II.3. Résultats

Entre le 1^{er} Janvier 2019 et le 30 Avril 2019, nous avons collecté les réponses des centres et des NRI : l'ensemble des C-NRI français (100%, 40/40) a répondu à l'enquête, et 74% (110/148) des NRI seniors travaillant en France ont répondu au questionnaire individuel. La répartition des centres est présentée dans la **Figure 8**.



Figure 8 : Carte de France métropolitaine et territoires d'outre-mer, des centres ayant réalisés des actes de thrombectomie.

II.3.1. Informations générales

II.3.1.1. Volume d'activité

Au cours de l'année 2018, un total de 6704 thrombectomies a été réalisé dans 38 centres (2 C-NRI avec moins de 50 thrombectomies ont été exclus car le nombre de cas précis n'a pas été enregistré). Neuf centres (22,5%) ont effectué moins de 100 TM en 2018, 19 (47,5%) en ont effectué entre 100 et 200 TM, 4 (10%) en ont effectué entre 200 et 300, et 8 C-NRI (20%) ont réalisé plus de 300 TM dans l'année. Le nombre moyen de TM réalisé par C-NRI était 176.4 ± 115.4 , médiane 147.

L'activité de TM était disponible 24 heures sur 24 dans 34 établissements (34/40, 85%). Deux centres (5%) avaient une convention avec un autre C-NRI pour réaliser le traitement durant la nuit et les weekends. Dix-neuf centres (47,5%) travaillaient avec une ou 2 UNV, 18 C-NRI (45%) travaillaient avec 3 à 6 UNV, et 3 C-NRI (7,5%) étaient associés à au moins 8 UNV.

II.3.1.2. Activité dans la population pédiatrique

Vingt-trois C-NRI (23/37, 62,2%) n'avaient pas effectué de TM chez les patients de moins de 18 ans au cours de l'année, tandis que 8 C-NRI (8/37, 21,6%) avaient réalisé 1 TM dans cette population, et 6 C-NRI (6/37, 16,2%) en avaient effectué 2 (3 C-NRI ne disposaient pas de ces données). Concernant les patients de moins de 5 ans, seuls 3 C-NRI (7,5%) avaient réalisé une TM, tandis que 36 C-NRI (90%) n'en avaient pas réalisé (1 C-NRI ne disposait pas de ces données).

II.3.1.3. Neuroradiologues interventionnels et recherche clinique

Le nombre moyen de NRI par centre qualifiés pour les TM était de $3,7 \pm 1,85$, médiane 4. Treize centres (13/40, 32,5%) avaient un effectif de 1 ou 2 NRI pour effectuer les TM, 16 C-NRI (40%) avaient un effectif 3 ou 4 NRI, et 11 centres (27,5%) comptaient plus de 4 NRI. Le nombre total de NRI effectuant les TM en France était de 148. Si l'on considère les médecins à temps partiel, ce nombre était ajusté à 134,6 NRI, et le nombre total de NRI participant aux astreintes de TM était de 139.

Six NRI (6/140, 4%) étaient issus d'un internat de neurologie, et 3 d'entre eux (2%) étaient issus de la neurochirurgie. Tous les autres NRI (131/140, 94%) avaient eu une formation en radiologie.

Concernant la recherche clinique, 25 C-NRI (62,5%) participaient à 1 ou 2 études cliniques (étude rétrospective monocentrique non incluse), 5 C-NRI (12,5%) participaient à 3 études cliniques ou plus, tandis que 10 C-NRI (25%) ne participaient à aucun programme de recherche clinique. Six C-NRI (15%) n'incluaient pas les patients dans un registre local / multicentrique.

II.3.2. Modalités d'imagerie

L'IRM était la modalité d'imagerie la plus couramment utilisée (34/40 C-NRI, 85%) pour la sélection des patients en phase aiguë de l'AVC susceptible de bénéficier d'une TM (ou/et d'une thrombolyse), tandis que 6 C-NRI (6/40, 15%) utilisaient le scanner (**Figure 9**).

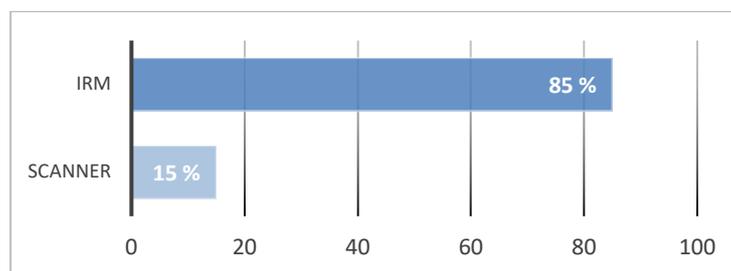


Figure 9 : Modalité d'imagerie utilisée en pratique courante dans les C-NRI pour l'évaluation des patients susceptibles de bénéficier de la TM

II.3.2.1. IRM en première intention

Parmi les centres utilisant l'IRM en première intention : 13/34 des C-NRI (38,2%) utilisaient une IRM 1.5T, 13/34 des C-NRI (38,2%) utilisaient une IRM 3T et 8/34 des C-NRI (23,6%) utilisaient à la fois une IRM 1.5T ou 3T (**Figure 10**).

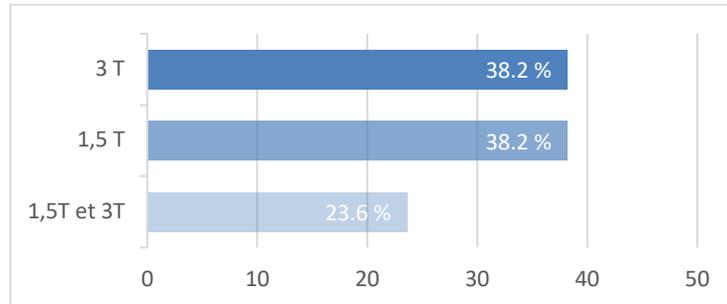


Figure 10 : Proportion des différents types d'IRM utilisées en pratique courante dans les C-NRI

Concernant ces mêmes centres, les protocoles de base étaient les mêmes en routine comprenant des séquences en diffusion (DWI) avec une cartographie de l'ADC, en FLAIR, en angio-IRM par temps de vol au niveau intracrânien. Des variations étaient observées concernant l'utilisation des autres séquences utilisées dans le protocole AVC avec 27 C-NRI utilisant une séquence T2* (27/34, 79,4%), 7 C-NRI utilisant des séquences pondérées en imagerie de susceptibilité magnétique (7/34, 20,6%), 12 C-NRI utilisant une séquence de perfusion après injection de produit de contraste gadoliné pondérée en T2* (12/34, 35,3%), 21 C-NRI réalisant une angio-IRM cervicale (21/34, 61,8%) ou encore 1 centre ayant recours à la perfusion ASL (1/34, 2,9%).

La majorité des C-NRI (25/34, 73,5%) réalisait leur protocole d'AVC en moins de 15 minutes, et entre 15 et 20 minutes pour 9/34 des C-NRI (26,5%). Le post-traitement de l'imagerie de perfusion était réalisé par les manipulateurs dans 17,2% des C-NRI.

II.3.2.2. Scanner en première intention

Pour les 6 C-NRI utilisant le scanner, le protocole était le même, comprenant un scanner cérébral sans injection, un angioscanner des troncs supra-aortiques (explorant le polygone de Willis) et un scanner de perfusion. Deux C-NRI (2/6, 33,3%) complétaient systématiquement leur protocole par exploration cardiaque à la recherche d'une thrombose auriculaire.

Le post-traitement de l'imagerie de perfusion était systématiquement réalisé par les médecins (6/6, 100%), et la durée du protocole était inférieure à 10 minutes pour 4/6 C-NRI (66,7%) et entre 10 et 15 minutes pour 2/6 C-NRI (33,3%).

II.3.2.3. Suivi en imagerie

Les C-NRI étaient interrogés sur les modalités d'imagerie en fin de procédure, et 25 d'entre eux (25/40, 62,5%) réalisaient une acquisition cérébrale de type cone-beam computed tomography en salle d'angiographie seulement en cas de complication pendant la

thrombectomie, tandis qu'une minorité (15 C-NRI, 37,5%) réalisait cette acquisition systématiquement.

L'imagerie de suivi était dominée par le scanner à 24 heures. Le détail des modalités d'imagerie pour le suivi est présenté dans la **Figure 11**.

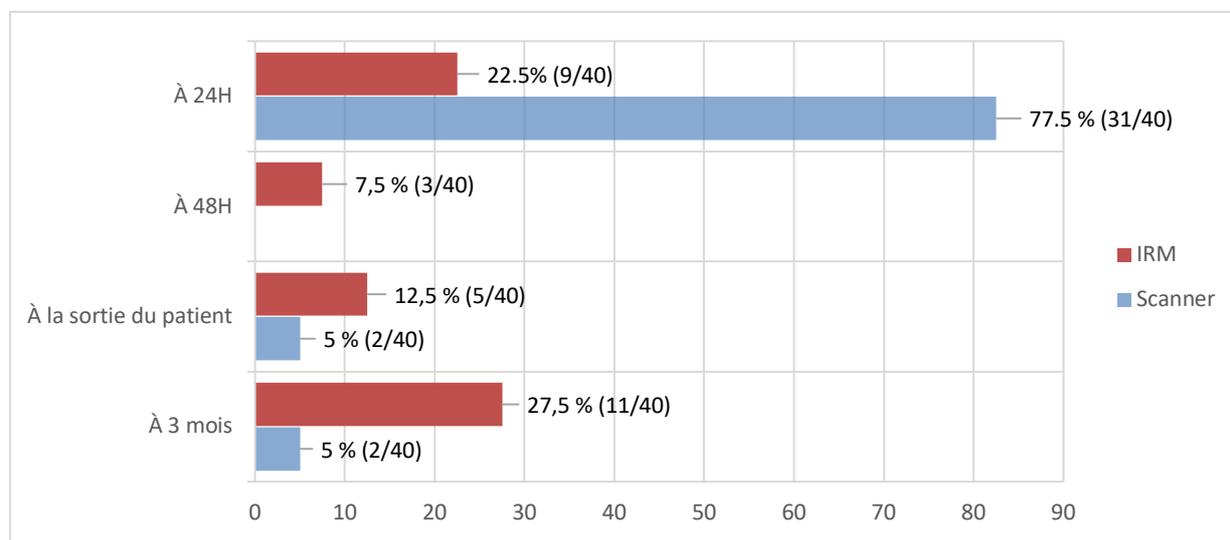


Figure 11 : Modalités d'imagerie pour le suivi des patients ayant bénéficiés d'une thrombectomie

II.3.3. Sélection des patients

Les NRI étaient interrogés sur les données cliniques et/ou d'imagerie les amenant à décliner la thrombectomie parmi 15 propositions (voir détails dans le **Tableau 1**).

Tableau 1 : Contre-indication à la thrombectomie selon les NRI

Paramètres	Nombre de réponses	Pourcentage (%)
<i>Examen clinique</i>		
Score NIHSS bas (i.e. < 3 — 5)	32	30.2
Score NIHSS haut (i.e. > 25)	3	2.8
Âge > 90 ans	4	3.8
Perte d'autonomie antérieure (mRS > 2)	65	61.3
<i>Imagerie</i>		
ASPECTS en diffusion < 5	22	20.8
ASPECTS sur le scanner < 6	16	15.1

Volume > 70 cm ³ en diffusion	9	8.5
Parenchyme positif en FLAIR	12	11.3
Absence de mismatch perfusion/diffusion	48	45.3
Transformation hémorragique	61	57.5
Leucoaraïose sévère	1	0.9
Occlusion en tandem	0	0
Occlusion carotidienne en « T »	0	0
Déplacement de la ligne médiane	47	44.3
<i>Autre</i>	4	3.8

Deux critères d'exclusion dépassaient la moyenne : la perte d'autonomie antérieure avec un score mRS > 2 (65/106, 61,3%), et la transformation hémorragique (61/106, 57,5%).

Les praticiens étaient également interrogés sur leur appréciation de la fenêtre thérapeutique adaptée à la réalisation des thrombectomies en fonction de l'heure connue ou supposée du déficit pour une occlusion de la circulation antérieure, et pour une occlusion de la circulation postérieure.

Concernant les occlusions antérieures, la plupart d'entre eux réalisait les TM quel que soit le délai à condition qu'il y ait eu un mismatch diffusion/clinique (74/110, 67,3%) ou un mismatch diffusion/perfusion sur l'imagerie (64/110, 58,2%). Pour 18 NRI (16,4%) le délai maximum était de 6 heures, 8 heures pour 13 d'entre eux (11,8%), 12 heures pour 2 (1,8%) d'entre eux, et 24 heures pour 23 NRI (20,9%).

À propos des occlusions touchant la circulation postérieure, 3 NRI (2,7%) effectuaient les thrombectomies uniquement au cours des 6 premières heures, 2 NRI (1,8%) effectuaient les TM lors des 8 premières heures, 19 NRI (17,3%) effectuaient les TM lors des 12 premières heures, et 33 NRI (30%) effectuaient les TM pendant les 24 premières heures. Pour 53 NRI (48,2%) la TM pouvait être réalisée quel que soit le délai.

Enfin, en cas d'amélioration clinique significative ou score NIHSS faible (NIHSS <3), 16 NRI (14,5%) ne réalisaient pas de TM, tandis que 3 NRI (2,7%) réalisaient une TM en cas de dégradation secondaire seulement. Soixante-douze NRI (72/110, 65,5%) et 12 NRI (10,9%) réalisaient une thrombectomie s'il y avait une occlusion du segment M1 ou M2 de l'artère cérébrale moyenne respectivement ; 10 NRI (9,1%) et 9 NRI (8,2%) réalisaient une TM pour une occlusion du segment A1 l'artère cérébrale antérieure ou du segment P1 de l'artère cérébrale postérieure respectivement. Trente-cinq NRI (35/110, 31,8%) réalisaient une TM en cas d'occlusion carotidienne malgré un NIHSS bas. Dans cette situation clinique (patient peu symptomatique), 70 NRI (63,6%) et 45 NRI (40,9%) réalisaient une thrombectomie en cas d'occlusion de la partie supérieure de l'artère basilaire ou de sa portion inférieure respectivement.

II.3.4. Prise en charge anesthésique

La plupart des C-NRI (36/40, 90%) avaient une équipe d'anesthésie disponible à tout moment pour assurer la continuité des soins, et la prise en charge anesthésique du patient. L'ensemble des résultats est présenté dans la **Figure 12**.

II.3.4.1. Occlusion de la circulation antérieure

Pour les occlusions de la circulation antérieure, nous avons différencié l'occlusion carotidienne et l'occlusion de l'artère cérébrale moyenne.

II.3.4.1.1. Occlusion carotidienne

La majorité des C-NRI (15/40, 37,5%) commençait leurs procédures avec une sédation consciente secondairement convertie en anesthésie générale si nécessaire en fonction de la situation clinique. L'anesthésie générale était la première option pour 14 C-NRI (14/40, 35%), et 5 C-NRI (5/40, 12,5%) commençaient par une anesthésie locale secondairement convertie en anesthésie générale si nécessaire en fonction de la situation clinique. Pour certains centres, seule une anesthésie locale (3/40, 7,5%) ou une sédation consciente (3/40, 7,5%) étaient utilisées en cas d'occlusion carotidienne.

II.3.4.1.2. Occlusion sylvienne

Les réponses étaient différentes pour l'occlusion de l'artère cérébrale moyenne avec une prise en charge moins invasive : 17 C-NRI (42,5%) commençaient la TM par une sédation consciente, secondairement convertie en anesthésie générale (en fonction de l'état clinique), et 10 C-NRI (25%) utilisaient l'anesthésie générale en première intention. Cinq C-NRI (5/40, 12,5%) réalisaient les TM sous sédation consciente, et 4 centres les réalisaient sous anesthésie locale seulement (4/40, 10%), ou anesthésie locale convertie secondairement en anesthésie générale selon l'état clinique (4/40, 10%).

II.3.4.2. Occlusion de la circulation postérieure

À l'inverse, les réponses étaient plus invasives pour les occlusions de l'artère basilaire avec 21 centres (52,5%) commençant leurs procédures d'emblée sous anesthésie générale, ou avec une sédation consciente secondairement transformée en anesthésie générale si nécessaire (13/40, 32,5%). Quelques C-NRI (5/40, 12,5%) commençaient par une anesthésie locale secondairement transformée en anesthésie générale si besoin, et 1 centre (2,5%) réalisait les TM sous sédation consciente uniquement.

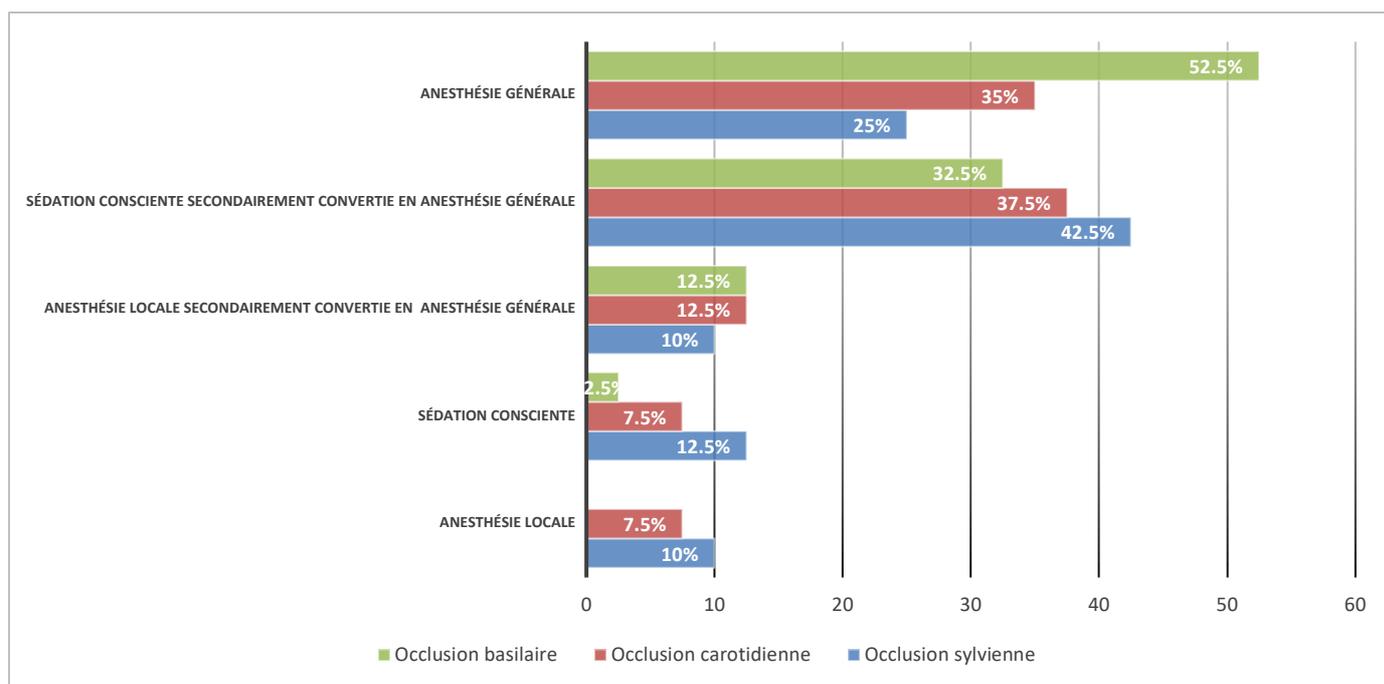


Figure 12 : Modalités anesthésiques en fonction de l'occlusion artérielle

II.3.5. Procédure endovasculaire

II.3.5.1. Place de la thrombectomie mécanique et de la thrombolyse intraveineuse

Il était également demandé aux participants d'expliquer la place accordée à la TM dans le traitement des AVC avec occlusion des gros vaisseaux, et la plupart des C-NRI (34/40, 85%) optait d'emblée pour la « bridging approach » (TM directement après la thrombolyse intraveineuse), alors que pour quelques C-NRI (2/40, 5%) il s'agissait de la « rescue approach » (TM en cas d'échec de la thrombolyse). Enfin pour certains centres, la thrombectomie était considérée comme le traitement de première intention en cas de contre-indication à la thrombolyse (3/40, 7,5%), ou comme le seul traitement de première intention sans thrombolyse associée (1/40, 2,5%).

En cas de TIV, l'Alteplase était utilisée dans 36 C-NRI (36/40, 90%). Pour 4 C-NRI (4/40, 10%) il s'agissait de l'Alteplase ou de la Tenecteplase en fonction de l'occlusion. Lorsque les patients bénéficiaient d'une TIV, ils étaient également directement transférés en salle d'angiographie dans 37 C-NRI (37/40, 92,5%), ou après 15 minutes pour 1 C-NRI (1/40, 2,5%) ou 30 minutes pour 1 C-NRI (1/40, 2,5%), voir à la fin de l'IVT pour 1 C-NRI (1/40, 2,5%).

II.3.5.2. Voie d'abord, bilan artériographique, et stratégie thérapeutique

La majorité des NRI réalisait la ponction artérielle en s'aidant de la palpation et des repères anatomiques (102/110, 92,7%), tandis qu'une minorité réalisait la ponction avec guidage échographique (8/110, 7,3%).

En cas d'abord fémoral difficile, sténose, occlusion ou navigation difficile, 68 NRI (61,8%) pouvaient avoir recours à la ponction carotidienne directe dans des proportions variables, tandis que 42 NRI (42/110, 38,2%) ne l'utilisaient jamais. Les résultats sont détaillés dans la **Figure 13**, comprenant également le recours à la ponction humérale et radiale face aux mêmes difficultés.

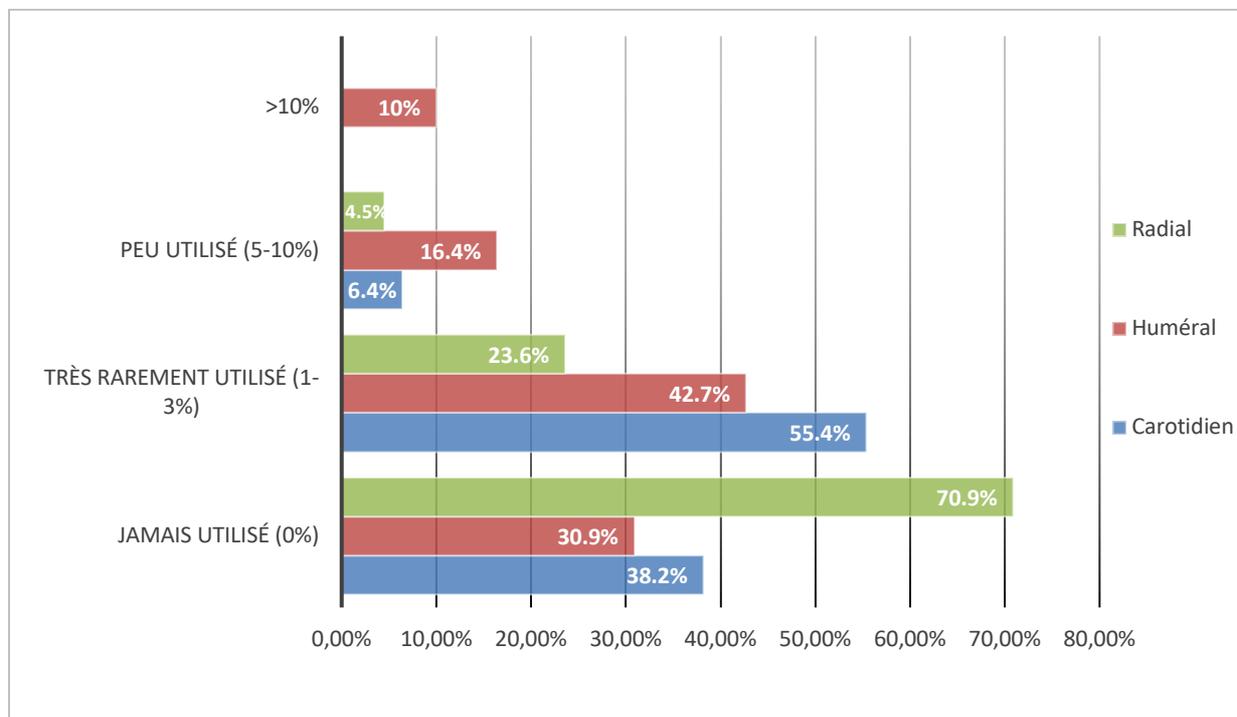


Figure 13 : Emploi des différents abords vasculaires par les NRI en cas d'échec de la voie fémorale

En début de procédure, la plupart des NRI (98/110, 89,1%) n'explorait que le vaisseau occlus, tandis que 12 NRI (10,9%) évaluaient l'ensemble de la circulation intracrânienne.

Face à une occlusion en tandem (artère carotide interne cervicale et artère cérébrale moyenne), la majeure partie des NRI décidait de traiter d'abord l'occlusion distale puis l'occlusion proximale si nécessaire (91/110, 82,7%), ou toujours (4/110, 3,6%). Soixante-treize NRI (73/110, 66,4%) tentaient de recanaliser d'abord l'occlusion proximale lorsque l'accès distal était limité par la sténose (proximale), et 11 NRI (10%) traitaient d'abord l'occlusion proximale, puis l'occlusion distale.

II.3.5.3. Matériel utilisé

L'utilisation du cathéter à ballon occlusif était variable, avec 39 NRI (35,5%) n'utilisant jamais de cathéter à ballon au cours de la TM, et 18 NRI (16,4%) l'utilisant systématiquement. Les résultats concernant l'emploi du cathéter à ballon occlusif sont présentés dans la **Figure 14**.

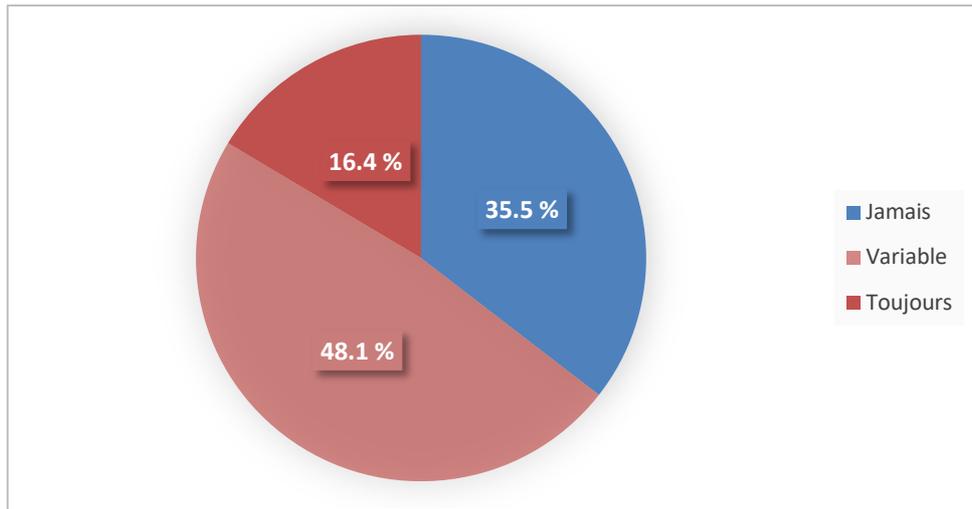


Figure 14 : Utilisation du cathéter à ballon occlusif

La majorité des NRI (60/110, 54,5%) utilisait la technique combinée (stent-retrieveur avec cathéter d'aspiration) en première intention, et une aspiration par cathéter seul (30/110, 27,3%) ou un stent-retrieveur seul (20/110, 18,2 %) pour les autres opérateurs (**Figure 15**).

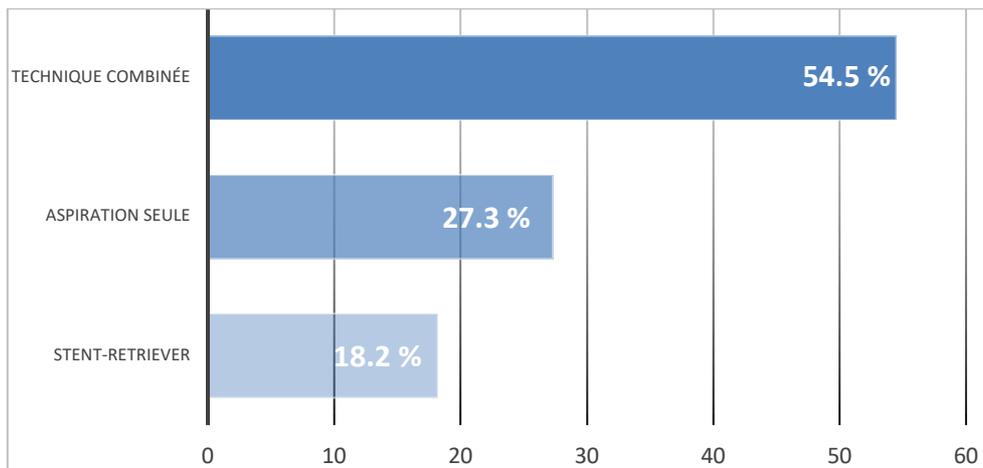


Figure 15 : Technique utilisée en première intention pour la thrombectomie

En cas d'échec de la TM avec un premier dispositif après plusieurs passages, 88 NRI (88/108, 81,5%) essayaient un second dispositif. Les stent-retrieveurs utilisés par les NRI sont présentés dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Stent-retrieveurs couramment utilisés pour la thrombectomie

Stentriever	Nombre de NRI	Pourcentage (%)
Solitaire FR™ (ev3/Covidien),	102	94.4

Trevo™ (Concentric europe/Stryker)	80	74
Embotrap I ou II (Cerenovus)	23	21.3
Catch™ (Balt extrusion)	22	20.4
Capture LP™ (Mindframe/Covidien)	6	5.5
Separator 3D Penumbra™ (Penumbra europe GmbH)	44	40.7
Eric™ (MicroVention, Terumo)	6	5.5
pRESET™ (Phenox)	2	1.8
Tigertriever™ (Rapidmedical)	1	0.9

Lors de la récupération du caillot, 58 NRI (52,7%) utilisaient un dispositif dédié avec une pompe d'aspiration, et 44 (40%) se servaient à la fois du dispositif d'aspiration et d'une seringue pour une aspiration proximale. Huit NRI (7,3%) utilisaient uniquement une seringue d'aspiration. Le nombre maximum de passages réalisés pour un dispositif utilisé dans le but de désobstruer l'artère variait en fonction des opérateurs avec une majorité se limitant à 3 passages (52 NRI, 47,25%), 5 passages (18 NRI, 16,4%), ou plus de 5 passages (19 NRI, 17,25%). Une minorité effectuait moins de 3 (9 NRI, 8,2%), ou 4 passages (12 NRI, 10,9%).

II.3.5.4. Fibrinolyse intra-artérielle, anti-coagulation, et fin de la procédure

Une faible proportion de NRI (28/110, 25,5%) avait recours à la fibrinolyse intra-artérielle après une thrombectomie, pour les motifs suivants : afin de traiter des embols distaux (23/28 NRI, 82,1%), en cas d'échec de la TM (9/28 NRI, 32,1%), ou systématiquement (2/23 NRI, 8,7%). Au cours de la procédure, 88 NRI (88/110, 80%) n'utilisaient pas d'héparine, tandis que 15 NRI (13,6%) s'en servaient en bolus uniquement, et 7 (6,4%) l'utilisaient en bolus et en perfusion continue.

Les NRI étaient interrogés sur leur approche en cas de recanalisation complète (mTICI 3) après thrombectomie sans complication hémorragique, et lorsque la thrombolyse associée n'était pas encore terminée : 36 NRI (36/85, 42,35%) poursuivaient la perfusion jusqu'à la fin, tandis que 19 (22,35%) décidaient d'arrêter et 28 (32,95%) décidaient au cas par cas. Pour la même interrogation avec un score mTICI <3, 63 NRI (63/86, 73,3%) continuaient la perfusion jusqu'à la fin, et 20 NRI (23,2%) décidaient en fonction du score mTICI ; 3 NRI (3,5%) ont donné d'autres réponses.

En fin de procédure, les NRI étaient également questionnés sur l'utilisation d'un dispositif de fermeture : la majorité utilisait l'Angio-Seal™ (71 NRI 64,55%) ou le Femo-Seal™ (34, 30,9%). Une minorité avait recours à d'autres dispositifs comme le système Perclose ProGlide (3, 2,75%), ou StarClose™ (1, 0,9%). Un NRI (0,9%) réalisait une compression manuelle avec pansement.

II.3.6. Gestion de la thrombectomie / Organisation du service d'imagerie médicale

II.3.6.1. Organisation des équipes au bloc de neuroradiologie interventionnelle

En journée, les TM étaient réalisées en binôme dans la plupart des centres avec un praticien supplémentaire ou un NRI junior (27/40 C-NRI 67,5%), indépendamment des manipulateurs en électroradiologie (MER). Lors des astreintes de TM, la composition des équipes était différente, avec pour 19/40 des C-NRI (47,5%), la présence d'un praticien et d'un MER uniquement. Pour 10/40 C-NRI (25%) on dénombrait un membre supplémentaire comprenant 1 NRI junior, ou 1 MER (7/40 NIC, 17,5%), ou 1 NRI junior et 1 MER (1/40 C-NRI, 2,5%). Trois C-NRI (3/40, 7,5%) avaient une équipe différente comprenant une infirmière.

Concernant les procédures réalisées lors de la permanence des soins, l'arrivée d'un second patient nécessitant également une thrombectomie était gérée de différentes manières : mise en attente de la seconde TM pour 17 C-NRI (42,5%), appel d'un second NRI pour 10 C-NRI (25%), ouverture d'une seconde salle d'angiographie pour 20 C-NRI (50%), et début de la seconde procédure par le NRI junior pour 10 C-NRI (25%).

À propos des salles d'angiographie, la majorité des C-NRI (28/40, 70%) disposait d'une seule salle dédiée aux procédures de neuroradiologie interventionnelles. Deux C-NRI possédaient 2 salles (7/40, 17,5%), ou 3 salles (1/40, 2,5%), et 4 C-NRI (4/40, 10%) ne disposaient pas de salle exclusivement dédiée à la pratique de la neuroradiologie interventionnelle. Dix-sept C-NRI (17/40, 42,5%) partageaient une salle d'angiographie avec d'autres spécialités (exemple : autre service de radiologie interventionnelle, cardiologie, chirurgie...), 7/40 C-NRI (17,5%) partageaient 2 salles, alors que 16 C-NRI (40%) ne partageaient aucune salle.

II.3.6.2. Perspectives sur les effectifs, et leurs activités

Dans six C-NRI (6/40, 15%), les NRI ne participaient pas à l'activité diagnostique de neuroradiologie, tandis que dans 18 C-NRI (18/40, 45%) tous les NRI participaient à l'activité diagnostique. La proportion était variable dans les autres centres (16/40, 40%) avec 5 C-NRI (5/40, 12,5%) où 50% des NRI participaient à l'activité diagnostique de neuroradiologie. Concernant les autres domaines de la radiologie diagnostique, pour 21 des C-NRI (21/40, 52,5%), les NRI ne participaient pas aux autres activités diagnostiques, tandis que dans 8 NIC (8/40, 20%) 50% des NRI participaient à d'autres activités de radiologie diagnostique.

Au moment de l'enquête, 90% des C-NRI formaient des NRI juniors (internes ou assistants), avec 21 C-NRI (21/40, 52,5%) qui entraînaient 1 ou 2 NRI juniors, 10 C-NRI (10/40, 25%) entraînaient 3 ou 4 NRI juniors, et 5 C-NRI (5/40, 12,5%) formaient au moins 5 NRI juniors, pour un total de 91 NRI juniors en formation, avec une moyenne de 1 ± 1 , médiane de 1 NRI par centre. Quatre C-NRI (4/40, 10%) ne formaient aucun NRI junior. Parmi l'ensemble des NRI en formation, 57 se destinaient à travailler en France à l'issue de leur formation. Les résultats de l'organisation des centres sont résumés dans la **Figure 16**.

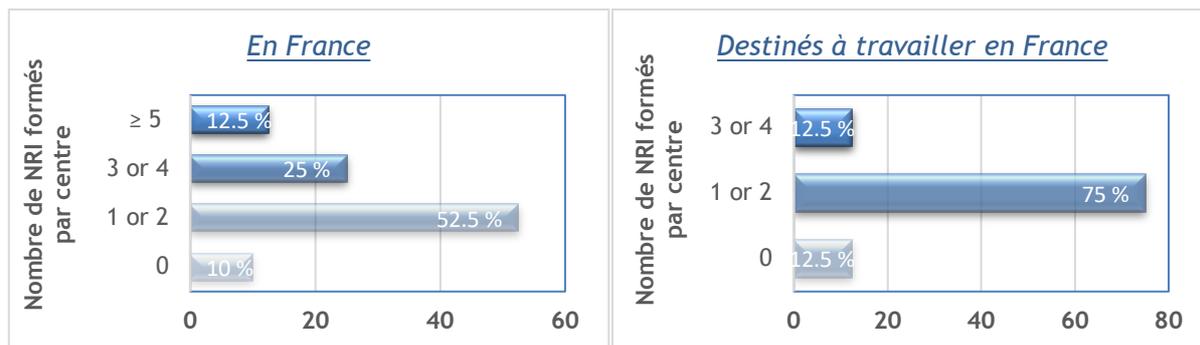


Figure 16 : Nombre de NRI formés par centre

Les correspondants étaient également invités à préciser le nombre de praticiens dont ils estimaient avoir besoin pour répondre aux besoins actuels et futurs en lien avec la thrombectomie : 12/40 C-NRI (30%) avaient besoin de 1 NRI supplémentaire, 18 C-NRI (45%) avaient besoin de 2 NRI supplémentaires, 3 C-NRI (7,5%) avaient besoin de 3 NRI supplémentaires, et 1 C-NRI (2,5%) avait besoin de 5 NRI en plus, soit un total de 62 NRI supplémentaires. Six C-NRI (6/40, 15%) n'étaient pas en sous-effectif (**Figure 17**).

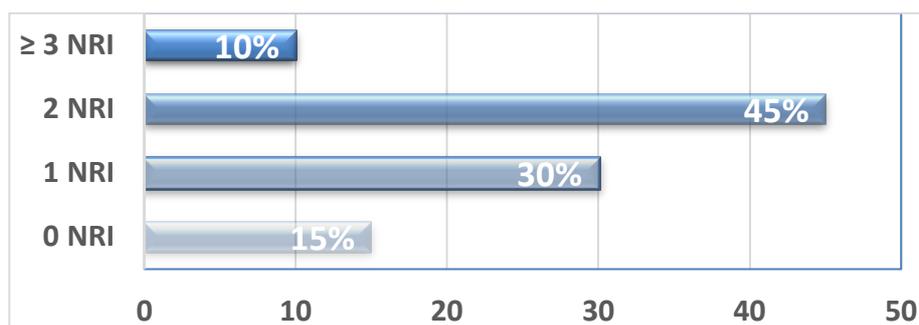


Figure 17 : Nombre de NRI nécessaire pour répondre aux besoins actuels et futurs de la thrombectomie

La dernière question de cette enquête concernait le nombre d'emplois créés depuis la publication de recommandations sur la thrombectomie. Dix C-NRI (25%) n'avaient pas eu de postes supplémentaires, tandis que 15 C-NRI (37,5%) avaient créé des postes permanents pour des praticiens, pour des assistants/chefs de clinique (12/40, 30%) ou pour des internes (5/40, 12,5%). Trois C-NRI (7,5%) avaient également créé des postes mais n'avaient pas encore de candidat.

II.3.7. Comparaison avec la précédente enquête réalisée en 2012

Nous n'avons pas été en mesure d'effectuer des analyses statistiques formelles pour comparer les résultats du questionnaire réalisé en 2012 et les résultats de notre enquête, car les données n'ont pas été acquises de manière similaire (centre versus opérateur). Toutefois, plusieurs différences notables dans les pratiques courantes ressortent des comparaisons numériques.

Premièrement, en 2012, le nombre médian de thrombectomies réalisées annuellement dans chaque centre était de 30 [IQR: 17–43], contre 147 [IQR: 101–248] en 2018, soit une multiplication par cinq. Le nombre moyen de NRI effectuant des TM dans chaque centre n'a lui cependant pas augmenté aussi rapidement, passant d'une moyenne de $2,9 \pm 0,9$ à $3,7 \pm 1,8$.

En ce qui concerne les aspects techniques, comme notamment l'imagerie de perfusion pour la sélection des patients dans les centres, son utilisation en pratique courante est passée de 42% à 76% dans les C-NRI. Quant aux opérateurs, ils passaient plus volontiers à un second dispositif après des tentatives infructueuses avec un premier dispositif (48% en 2012 contre 81% en 2018). Une évaluation comparative détaillée est fournie dans le **Tableau 3**.

Tableau 3 : Comparaison des données entre 2012 et 2018

	2012		2018	
	N	Pourcentage	N	Pourcentage
Taux de réponse	31/33	93.9	40/40	100
TM assurée 24/24h	25/31	80.6	34/40	85
Nombre moyen de NRI faisant des TM	2.9±0.9, médiane 3		3.7±1.85, médiane 4	
Nombre moyen de TM par centre	Médiane 30 [IQR : 17-43]		Médiane 147 [IQR : 101-248]	
Nombre de centres utilisant l'IRM en 1 ^{ère} intention	20/31	64.5	34/40	85
Angio-MR cervicale réalisée en routine	11/31	35.5	21/34	61.8
Perfusion T2* réalisée en routine	11/26	42.3	26/34	76.5
Angioscanner cervical réalisé en routine	10/11	90.9	6/6	100
Scanner de perfusion en routine	9/11	81.8	6/6	100
Délai non pris en compte pour la TM en cas de mismatch diffusion/perfusion (circulation antérieure)	3/31	9.7	64/110	58.2
Délai non pris en compte pour la TM en cas de mismatch clinique/diffusion (circulation antérieure)	5/31	16.1	74/110	67.3



TM réalisée jusqu'à 24h (circulation postérieure)	9.5/31	30.6	53/110	48.2
Équipe d'anesthésie dédiée et disponible 24/24H	27/31	87.1	36/40	90
« Bridging approach »	11/31	35.5	34/40	85
Utilisation d'un second dispositif après échec du 1 ^{er} .	15/31	48.4	88/108	81.5
Utilisation du cathéter à ballon	17.5/31	56.5	71/110	64.5
Évaluation de l'ensemble de la circulation intracrânienne en début de procédure	11/31	35.5	12/110	10.9
Utilisation d'héparine durant la procédure	16.5/31	53.2	22/110	20
Utilisation de la thrombolyse après la TM	16/31	51.6	28/110	25.5

II.4. Discussion

Ce travail présente plusieurs aspects clés quant à la réponse apportée par la Neuroradiologie Interventionnelle face aux enjeux durables posés par la TM au niveau national, ainsi que l'évolution et les organisations locales au sein des C-NRI, et présente un aperçu exhaustif des pratiques de la TM pour l'année 2018 en France.

II.4.1. Principaux résultats

La validation de la thrombectomie dans le traitement de l'AVC, et l'augmentation considérable en terme de nombre de procédures qui en a résulté, depuis la première enquête nationale sur les pratiques de la TM rapportée en 2014²⁰, a conduit à d'importantes réorganisations locales, des changements d'approches et une standardisation.

D'après les statistiques nationales et les résultats de la présente étude, le nombre de thrombectomies a été multiplié par sept entre 2012 et 2018 (passant de 925 à 6704)²⁰, avec une augmentation de plus de 20% entre 2017 et 2018. Depuis 2012 (année de la précédente enquête), 7 C-NRI supplémentaires ont été ouverts, conduisant à 40 le nombre total de C-NRI. Néanmoins le nombre de NRI qualifiés pour la TM demeure faible dans la plupart des centres ($3,7 \pm 1,85$, médiane 4), le corollaire étant un nombre de cas élevé par opérateur ($45,8 \pm 19,4$ médiane 41,9) avec une augmentation insuffisante du nombre de NRI pouvant réaliser des thrombectomies. Ces résultats expliquent aussi le fait que seulement 15% des centres déclaraient disposer d'un nombre de NRI adéquat au moment de l'enquête, alors même que la TM reste une procédure complexe avec la plupart des NRI (60/110, 54,5%) utilisant l'approche combinée en première intention dans le traitement des occlusions. À notre connaissance, aucune étude de ce type n'a été publiée dans d'autres pays actuellement, mais le défi majeur que représente la prise en charge de l'AVC à l'échelle mondiale, et la réorganisation des soins auxquels font face l'ensemble des pays pour répondre à la demande croissante du nombre de TM, rendent plausible l'existence de disparités équivalentes, et de pénurie de NRI à travers le monde.

Pour autant, sur une note très positive, on relève que 90% des centres formaient activement au moins 1 ou 2 futurs NRI, et 37,5% en formaient au moins 3, soulignant la réponse adaptée à l'échelle nationale face aux enjeux de la TM en France, avec une projection démographique permettant d'espérer une augmentation de 38% des effectifs dans les deux années à venir au sein des C-NRI existants.

Il est également important de noter que 85% des C-NRI utilisaient l'IRM pour la sélection des patients suspects d'AVC contre seulement 64% en 2012, suggérant une meilleure accessibilité à l'IRM en France, et ce malgré une dotation nationale relativement faible²². L'amélioration de la fluidité de la prise en charge des patients tout au long de leur parcours de soins jusqu'à la réalisation de l'IRM se traduit également par une meilleure accessibilité à une imagerie de perfusion au quotidien, en particulier dans les C-NRI utilisant l'IRM (82,9%, 29/35 versus 35,5%, 11/31 en 2012). Ce résultat doit toutefois être nuancé par le fait que les réponses étaient recensées avant la publication des recommandations sur l'augmentation de la fenêtre thérapeutique dans le traitement des AVC bénéficiant d'une thrombectomie.⁷⁻⁹

En ce sens, la sélection des patients dans cette enquête était davantage basée sur les bénéfices escomptés de la revascularisation mécanique plutôt que sur l'application des



recommandations proposées par les consensus internationaux, et reflétant la diversité des pratiques dans le monde réel. Par exemple, le délai depuis l'apparition des symptômes n'était pas un facteur majeur faisant décliner la TM puisque la plupart des NRI ne contre-indiquaient pas la réalisation de la thrombectomie lorsqu'il y avait un mismatch clinique (67,3%) ou un mismatch diffusion-perfusion (58,2%) et ce quel que soit le délai depuis l'apparition des symptômes alors qu'en 2012, 16,1% et respectivement 9,7% des C-NRI appliquaient le même raisonnement. Enfin, dans l'enquête, quatre situations prédominantes étaient perçues comme une non-indication au traitement endovasculaire par les NRI : une perte d'autonomie antérieure avec un score mRS>2 (61,3%), une transformation hémorragique (57,5%), une absence de mismatch diffusion-perfusion (45,3%) et le déplacement de la ligne médiane (44,3%).

II.4.2. Limites de l'étude

Une limite de cette étude provient du fait que les déclarations des répondants ne pouvaient pas être contrôlées. Un seul correspondant par centre était désigné pour remplir le questionnaire en ligne et collecter les informations générales sur les centres de neuroradiologie interventionnelle. Ce biais potentiel semble toutefois limité par l'utilisation des protocoles de service, notamment au sein de la filière AVC et thrombectomie, ainsi que la standardisation des pratiques de la TM au sein de la plupart des C-NRI.

Des analyses statistiques formelles n'ont pas pu être effectuées pour comparer les données individuelles des praticiens concernant les pratiques de la TM, ou les données générales sur les méthodes de sélection et l'organisation en routine des différents C-NRI entre notre étude et celle de Soize et Al.²⁰ De plus, les résultats de cette enquête présentent un aperçu exhaustif des pratiques de la TM en France à un instant précis (sur l'année 2018), et pourraient être partiellement obsolètes au moment de sa présentation et de sa publication.

II.4.3. Pour les futures recherches

Nous n'avons pas inclus les doses d'exposition aux rayonnements des patients, et praticiens au cours de la thrombectomie. Les futures études portant sur la TM en France devraient inclure des analyses de dosimétrie, car la TM n'est pas encore incluse dans les derniers Niveaux de Référence diagnostique français du 23 mai 2019.²³⁻²⁵

Conclusion

Cette enquête, avec un taux de réponse exhaustif de la part des C-NRI (40/40, 100%), et avec une participation importante des NRI (110/148, 74,3%), apporte une vue d'ensemble actualisée des pratiques de la thrombectomie mécanique en France, et de l'adhésion aux nouvelles recommandations.

Parallèlement cette étude fournit ainsi un cadre pour évaluer les besoins nationaux, les organisations régionales, et les contraintes locales, en termes de formation et de postes à pourvoir dans les centres effectuant des thrombectomies.

Les efforts ultérieurs devraient porter sur l'ouverture de postes dans les C-NRI dépourvus en nombre de NRI, afin d'assurer une viabilité à long terme et des effectifs adéquats.



Références bibliographiques

1. Rapport AVC 2017 Ministère de la santé. La prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France : Rapport à Madame la ministre de la santé et des sports, Juin 2009. Pour citation https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2017-12/rapport_avc_2017.pdf. 2017.
2. AVC - rapport final La prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France :Rapport à Madame la ministre de la santé et des sports https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/AVC_-_rapport_final_-_vf.pdf. Juin 2009.
3. Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, et al. An Updated Definition of Stroke for the 21st Century: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2013;44:2064–2089.
4. Correction to: An Updated Definition of Stroke for the 21st Century: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. :1.
5. Shimosegawa E, Hatazawa J. Hemodynamic and Metabolic Disturbances in Acute Cerebral Infarction. *Brain Mapp* [online]. Elsevier; 2015. p. 829–838. Accessed at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123970251000968>. Accessed August 25, 2020.
6. Pai V, Sitoh YY, Purohit B. Gyriiform restricted diffusion in adults: looking beyond thrombo-occlusions. *Insights Imaging*. 2020;11:20.
7. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:2285–2295.
8. Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med*. 2018;378:11–21.
9. Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *N Engl J Med*. 2018;378:708–718.
10. Turc G, Bhogal P, Fischer U, et al. European Stroke Organisation (ESO) - European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) Guidelines on Mechanical Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke. *J NeuroInterventional Surg*. Epub 2019 Mar 1.:neurintsurg-2018-014569.
11. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* [online serial]. 2019;50. Accessed at: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STR.0000000000000211>. Accessed August 22, 2020.
12. Kim BJ, Menon BK, Kim JY, et al. Endovascular Treatment After Stroke Due to Large Vessel Occlusion for Patients Presenting Very Late From Time Last Known Well. *JAMA Neurol* [online serial]. Epub 2020 Aug 10. Accessed at: <https://jamanetwork.com/journals/jamaneurology/fullarticle/2769023>. Accessed August 28, 2020.

13. Schonewille WJ. BEST evidence on mechanical thrombectomy for patients with vertebrobasilar occlusion. *Lancet Neurol.* 2020;19:102–103.
14. Lapergue B, Blanc R, Gory B, Labreuche J, Duhamel A, Marnat G. Effect of Endovascular Contact Aspiration vs Stent Retriever on Revascularization in Patients With Acute Ischemic Stroke and Large Vessel Occlusion. The ASTER Randomized Clinical Trial. *J Vasc Surg.* 2017;66:1910.
15. Primiani CT, Vicente AC, Brannick MT, et al. Direct Aspiration versus Stent Retriever Thrombectomy for Acute Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis in 9127 Patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019;28:1329–1337.
16. Bracard S, Ducrocq X, Mas JL, et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2016;15:1138–1147.
17. Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *The Lancet.* 2016;387:1723–1731.
18. Huguet L-N. Organisation of the early management of acute ischaemic stroke using mechanical thrombectomy. HAS. Epub 2018.:130.
19. Berge J, Marnat G, Hubrecht R, Veunac L, Rouanet F. Setting up mechanical thrombectomy centres to improve access for acute stroke patients. *J Neuroradiol.* 2020;47:331–333.
20. Soize S, Naggara O, Desal H, Costalat V, Ricolfi F, Pierot L. Endovascular treatment of acute ischemic stroke in France: A nationwide survey. *J Neuroradiol.* 2014;41:71–79.
21. A call for junior interventional neuroradiologists to join the JENI-Research Collaboration. *J Neuroradiol.* 2018;45:341–342.
22. Geographic Variations in Health Care. OECD ILibrary. Accessed at: https://read.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/geographic-variations-in-health-care_9789264216594-en. September, 2014.
23. Ognard J, Bourhis D, Anxionnat R, Ben Salem D. New french diagnostic reference levels: Let's take stock of our daily practices! *J Neuroradiol.* 2019;46:341–342.
24. Farah J, Rouchaud A, Henry T, et al. Dose reference levels and clinical determinants in stroke neuroradiology interventions. *Eur Radiol.* 2019;29:645–653.
25. Arrêté du 23 mai 2019 portant homologation de la décision n° 2019-DC-0667 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques associés.

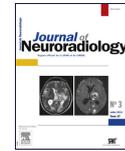
Annexes

Annexes.....	49
Annexe 1. Publication de notre étude.....	50
Annexe 2. Abréviations.....	56
Annexe 3. Questionnaire adressé aux centres de Neuroradiologie interventionnelle.....	57
Annexe 4. Questionnaire destiné aux Neuroradiologues Interventionnels.....	64



Available online at
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



Original article

Mechanical thrombectomy practices in France: Exhaustive survey of centers and individual operators

Géraud Forestier^{a,*}, Basile Kerleroux^b, Kévin Janot^c, François Zhu^d, Victor Dumas^e, Jean-François Hak^f, Eimad Shotar^g, Wagih Ben Hassen^b, Romain Bourcier^h, Sébastien Soizeⁱ, Jérôme Berge^j, Olivier Naggara^b, Hubert Desal^h, Grégoire Boulouis^{b,1}, Aymeric Rouchaud^{a,k,1}, JENI Research collaboration²

^aNeuroradiology department, Dupuytren, university hospital of Limoges, 2, avenue Martin-Luther-King, 87042 Limoges cedex, France

^bInserm UMR 1266, department of neuroradiology, université Paris-Descartes, centre hospitalier Sainte-Anne, Paris, France

^cNeuroradiology department, university hospital of Tours, Tours, France

^dUniversity hospital of Nancy, Nancy, France

^eDepartment of diagnostic and interventional neuroradiology, La Miletie hospital, Poitiers, France

^fUniversity hospital of Marseille, Marseille, France

^gUniversity hospital, Pitié-Salpêtrière, Paris, France

^hUniversity hospital of Nantes, Nantes, France

ⁱDepartment of diagnostic and interventional neuroradiology, hôpital Maison-Blanche, université Reims-Champagne-Ardenne, CHU Reims, Reims, France

^jDepartment of neuroradiology, hôpital Pellegrin, university hospital of Bordeaux, place Amélie-Raba-Léon, 33076 Bordeaux, France

^kXLIM CNRS, UMR 7252, université de Limoges, Limoges, France

ARTICLE INFO

Article history:
Available online xxx

Keywords:
Stroke
Thrombectomy
Endovascular
Report
Survey

ABSTRACT

Background and purpose. – Mechanical thrombectomy (MT) has dramatically changed the landscape of stroke care as well as stroke care organization. Public health institutions are faced with the challenge of swiftly providing equal access to this high technical level procedure with rapidly broadening indications, and constantly developing techniques. The aim of this study was to present a current nationwide overview of technical MT practices in France as well as local organizations.

Materials and methods. – Thrombectomy capable French stroke centers, and physicians performing MT were invited to participate to a nationwide survey, disseminated through an existing trainee-led research network (the JENI-RC) under the aegis of the French Society of Neuroradiology. The survey was composed of 64 questions to collect both individual practices and general center-based information.

Results. – All French centers (100%) answered the survey, and 74% (110/148) of active interventional neuroradiologists (INR) performing MT completed individual questionnaires. The mean number of INR per center performing MT was 3.7 ± 1.85 , and 85% of the centers were organized for 24/7 continuity of care. MRI was the most commonly used imaging modality for stroke diagnosis and patients' selection, and perfusion imaging was routinely available in 85% of the centers. Half of centers performed yearly between 100 and 200 MT. Anesthesiologic, and technical considerations are also developed in the manuscript.

Conclusions. – This nationwide survey highlights the impressive response to the challenge of reorganization of stroke care with regards to mechanical thrombectomy in France. Technical and management disparities remain. Most centers remain understaffed to properly function in the long term, but the inflow of INT trainees is substantial.

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Abbreviations: AIS, acute ischemic stroke; ASPECTS, Alberta stroke program early CT score; DWI, Diffusion weighted imaging; INR, Interventional neuroradiologist; JENI, Jeunes en neuroradiologie interventionnelle; LVO, Large vessel occlusion; MRS, Modified Rankin Scale; MT, Mechanical thrombectomy; NIHSS, National Institutes of Health Stroke Scale; PWI, Perfusion weighted imaging; SFNR, French Society of Neuroradiology; TCSC, Thrombectomy-capable stroke center.

* Corresponding author.

E-mail address: geraudforestier@gmail.com (G. Forestier).

¹ Both authors contribute equally to this work.

² JENI Research collaboration: R. Hanafi (CHU Amiens-Picardie, 80054 Amiens cedex 1, France), V. L'Allinec, J.-B. Girot (Radiology department, Angers university hospital, Angers, France), G. Charbonnier, A. Biondi (Department of Neuroradiology and Endovascular Therapy, CHU Besançon, France), F. Gariel, G. Marnat (Department of neuroradiology, hôpital Pellegrin, university hospital of Bordeaux, place Amélie-Raba-Léon, 33076 Bordeaux, France), J. Ognard, J.-C. Gentric (Functional unit of interventional neuroradiology, medical imaging department, Brest university hospital, La Cavale Blanche, boulevard Tanguy-Prigent, 29609 Brest, France), C. Barbier (University hospital of Caen, Caen, France), E. Chabert (Department of neuroradiology, CHU Clermont-Ferrand, France), P. Lebedinsky (Department of radiology, hospital of Colmar, France).

<https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.05.001>

0150-9861/© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Please cite this article in press as: Forestier G, et al, Mechanical thrombectomy practices in France: Exhaustive survey of centers and individual operators, J Neuroradiol (2020), <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.05.001>

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved. - Document downloaded on 20/08/2020 by FORESTIER Géraud (744334). It is forbidden and illegal to distribute this document.

Introduction

Mechanical thrombectomy (MT) has dramatically changed the landscape of stroke care as well as stroke care organization for patients with acute ischemic stroke (AIS) due to large vessel occlusion (LVO). [1,2]. Public health institutions have been faced with the challenge of swiftly providing equal access to this high technical level procedure. In this context, beyond the complexity of regional stroke networks, and care chain at play to maximize the number of AIS-LVO patients receiving MT, this shift has importantly increased the workload at thrombectomy-capable stroke centers (TCSC), prompting local reorganization, mandating staff increase, and the opening of new MT capable centers in previously depleted areas so as to minimize delays to treatment and best fit to regional specificities.

Further, indications have broadened and technical developments likely led to changes in individual practitioner's approaches to patients' selection, technical strategies for revascularization, as well as peri-procedural management, but these changes remain undocumented in real word environments. Altogether there is a lack of informative large-scale data on technical practices and centers' organization with regards to MT after guidelines modifications, while they may positively inform institutions, and provide a framework for improvement both logistically, for training planification and in terms of adherence to best practices.

The aim of this study was thus to present a current nationwide overview of technical MT practices in 2018-2019 in France, local organizations, and to compare these results with a previous survey conducted in 2012.

Materials and methods

Using the collaborative research network 'Jeunes en Neuroradiologie Interventionnelle' [3], and under the aegis of the French Society of Neuroradiology (SFNR), a survey was sent in January 2019 to a delegate physician, member of the network, at every TCSC in France.

The survey was based on the one used in 2012 and reported by Soize et al. [4], and included new questions to better fit to advances in stroke treatment and indications evolutions.

The survey was written in French and divided into two independent questionnaires:

- a questionnaire for each practitioner performing thrombectomy in autonomy, to collect individual responses about patient's selection and endovascular procedures;

- a second questionnaire to collect general center-based informations regarding mechanical thrombectomy cases volume in 2018, imaging modalities used for patients' selection, anesthetic management, technical specificities, imaging follow-up, and unit organization.

The final survey comprised a set of 64 questions, divided into 3 subheadings and is presented in the supplementary material.

Statistical analysis was performed with MedCalc.net statistical website (© 2019 MedCalc Software): <https://www.medcalc.net>.

Results

Between January 1st, 2019 and April 2019, we received responses from all French TCSC (40/40), and individual responses from 74% (110/148) of senior interventional neuroradiologists (INR) working in France. Complementary data for each sub chapter is available in the [Appendix A](#) of the supplemental material.

Case volume, centers, and teams

During the year 2018, a total of 6 704 MT procedures were reported in 38 centers (2 TCSC with less than 50 MT were excluded because accurate case volume was not recorded). The mean number of MT performed by TCSC was 176.4 ± 115.4 , median 147.

Mechanical thrombectomy was available around the clock in 34/40 institutions (85%). Two centers (5%) had a convention with a distinct TCSC to provide treatment during off-hours.

The mean number of INR qualified for MT procedures per center was 3.7 ± 1.85 , median 4. Thirteen TCSC (13/40, 32.5%) teams comprised 1 or 2 INR to perform MT, 16 TCSC (40%) had 3 or 4 INR involved, and 11 TCSC (27.5%) had more than 4. The total number of INR performing MT in France was 148, representing 134.6 full-time INR (and among them, 110 answered the questionnaire).

Twenty-eight TCSC (28/40, 70%) used a single angio-suite dedicated to neuro-interventional procedures, or two angio-suites (7/40, 17.5%), or three (1/40, 2.5%), and 4 TCSC (4/40, 10%) shared the angio-suite with other specialties during working hours. Off hours local organizations were more mixed.

Correspondents were asked how many additional practitioners they required to ensure actual and future needs for MT: 12/40 TCSC (30%) needed 1 more INR, 18 TCSC (45%) needed 2 more INR, 3 TCSC (7.5%) needed 3 more INR, and 1 TCSC (2.5%) needed 5 more INR for a total of 62 additional INR needed. Six TCSC (15%) declared being adequately staffed. At the time of the survey, 90% of TCSC had trainees (fellows or INR residents), including 21/40 TCSC (52.5%)

T. Tuilier (Department of neuroradiology, Henry-Mondor hospital, AP-HP, 94000 Créteil, France), P. Thouant, P.-O. Comby (Department of neuroradiology, CHU Dijon, France), M. Mejdoubi (University Hospital of Martinique, CHU de Martinique, Martinique), O. Heck, A. Kastler (Service de neuroradiologie diagnostique et interventionnelle, CHU Grenoble, CS 10217, 38043 Grenoble cedex 9, France), V. Chalumeau, J. Caroff (Department of interventional neuroradiology, CHU Bicêtre, Le Kremlin-Bicêtre, France), T. Personnic, A. Marchal (Department of diagnostic and interventional neuroradiology, hôpital Roger Salengro, CHR Lille, Lille cedex, France), C. Bogy (Service de neuroradiologie interventionnelle, CHRU Dupuytren, 2, avenue Martin-Luther-King, 87042 Limoges cedex, France), O. Eker (Department of interventional neuroradiology, hospices civils de Lyon, France), X. Carle (Department of neuroradiology, CHU Marseille, France), C. Dargazanli, I. Derraz (Neuroradiology department, Gui de Chauliac hospital, Montpellier, France), B. Gory (Service de neuroradiologie diagnostique et thérapeutique, CHRU Nancy, France), L. Detraz (Neuroradiology department, Nantes university hospital, France), J. Sedat (Department of neuroradiology, CHU Nice, France), O. Zurlinden (Service de radiologie, centre hospitalier Territorial Gaston-Bourret, Nouvelle-Calédonie, France), S. Escalard, R. Fahed (Department of interventional neuroradiology, Fondation Rothschild, 25, rue Manin, 75019 Paris, France), A. Guedon, V. Civelli (Department of neuroradiology, Lariboisière hospital, Paris, France), K. Premat, F. Clarençon (Service de neuroradiologie interventionnelle, hôpital de la Pitié-Salpêtrière, AP-HP, Paris, France), E. Ducouret (Centre hospitalier de la Polynésie Française, French Polynesia), N. Raynaud (Department of diagnostic and interventional neuroradiology, La Milettrie hospital, Poitiers, France), S. Velasco, P.-F. Manceau (Department of diagnostic and interventional neuroradiology, hôpital Maison Blanche, université Reims-Champagne-Ardenne, CHU Reims, France), C. Paya, F. Eugene (Service de radiologie, unité de neuroradiologie interventionnelle, CHU, Rennes, France), J. Le Moa, C. Papagiannaki (Service de radiologie, unité de neuroradiologie interventionnelle, CHU Charles Nicolle, Rouen, France), M. Aggour (Department of neuroradiology, CHU Saint-Étienne, France), M. Bintner, J.-B. Veyrieres (Service de neuroradiologie, CHU groupe hospitalier Sud-Réunion, Saint-Pierre, France), J.S. Richter, R. Pop (Department of interventional neuroradiology, university hospital of Strasbourg, Strasbourg, France), A. Consoli, F. Di-Maria (Service de neuroradiologie diagnostique et thérapeutique, hôpital Foch, 40, rue Worth, 92150 Suresnes, France), C. Arteaga (Service de radiologie, hôpital d'Instruction des armées Sainte-Anne, Toulon France), J. Darcourt, C. Michelozzi (Service de neuroradiologie diagnostique et interventionnelle du CHU de Toulouse, hôpital Pierre-Paul Riquet, France), P. Guedin (Service de radiologie, clinique Des Cèdres, Chateau D'Alliez, 31700 Cornebarrieu, France), D. Herbretau, A. Le Bras (Neuroradiology department, university hospital of Tours, Tours, France),

Please cite this article in press as: Forestier G, et al, Mechanical thrombectomy practices in France: Exhaustive survey of centers and individual operators, J Neuroradiol (2020), <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.05.001>

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved. - Document downloaded on 20/08/2020 by FORESTIER Gérard (744334). It is forbidden and illegal to distribute this document.

Table 1
Non-indication of the endovascular treatment of acute ischemic stroke according to INR.

Parameters	Number of positive responses	Percentage (%)
Clinical examination		
Low NIHSS (i.e. < 3–5)	32	30.2
High NIHSS (i.e. > 25)	3	2.8
Age > 90 years	4	3.8
Previous autonomy loss (mRS > 2)	65	61.3
Imaging finding		
ASPECTS on DWI < 5	22	20.8
ASPECTS on CT < 6	16	15.1
Volume > 70 cm ³ on DWI	9	8.5
Flair positivity	12	11.3
No DWI-PWI mismatch	48	45.3
Haemorrhagic transformation	61	57.5
Severe leukoaraiosis	1	0.9
Tandem occlusion	0	0
Carotid T occlusion	0	0
Midline displacement	47	44.3
Other	4	3.8

training 1 or 2 INR, 10/40 TCSC (25%) training 3 or 4 INR, 5/40 TCSC (12.5%) training \geq 5 INR, for a total of 91 INR in training, of which 57 intended to work in France after training completion.

Patients selection and imaging follow-up

MRI was the most commonly used imaging modality (34/40 TCSC, 85%) for screening patients with suspected acute stroke, while 6 TCSC (6/40, 15%) used CT. Among MRI users: 13/34 TCSC (38.2%) used 1.5 T MRI, 13/34 TCSC (38.2%) used 3 T MRI, and 8/34 TCSC (23.6%) used both 1.5 and 3 T MRI. Concerning these centers, protocols were the same in routine with DWI, FLAIR, intracranial TOF-MRA. Variations were observed for the use of specific sequences: T2* (27/34, 79.4%), susceptibility-weighted MR sequences (7/34, 20.6%), T2*-weighted perfusion imaging (12/34, 35.3%), cervical MRA (21/34, 61.8%), or ASL perfusion (1/34, 2.9%). The majority of the TCSC (25/34, 73.5%) performed MRI stroke protocol in less than 15 minutes, and between 15 and 20 minutes for 9/34 TCSC (26.5%).

For the 6 TCSC using CT, protocol was similar including cervical vessels CTA and CT perfusion. Two TCSC (2/6, 33.3%) routinely acquired a heart CT searching for cardiac thrombus.

INR were asked what clinical and/or imaging data led them to decline MT among 15 proposals (see details in Table 1). Two exclusion criteria were exceeding the average: previous autonomy loss (mRS > 2) (65/106, 61.3%) and hemorrhagic transformation (61/106, 57.5%). Most of them were keen to perform MT regardless of delay since onset, as long as there was a persistent diffusion/clinical mismatch (74/110, 67.3%) or DWI/PWI mismatch (64/110, 58.2%).

Follow-up imaging was dominated by 24 hours CT (see details of follow up imaging modalities in Fig. 1).

Endovascular procedure

Most of the TCSC (36/40, 90%) had an anesthetic team available anytime. For anterior circulation, most TCSC started procedures with conscious sedation secondary switched into general anesthesia if needed according to the clinical situation for carotid occlusion (15/40, 37.5%), or middle cerebral artery occlusion (17/40, 42.5%). Only 14 TCSC (35%) and 10 TCSC (25%) used systematic general anesthesia for carotid occlusion or middle cerebral artery occlusion respectively.

Conversely, for basilar artery occlusion 21/40 TCSC (52.5%) started procedures directly with general anesthesia, or with

conscious sedation secondary turned into general anesthesia 13/40 (32.5%) detailed in Fig. 2.

When starting MT procedure, most of INR (98/110, 89.1%) explored only the occluded vessel, while 12 INR (10.9%) evaluated the whole intracranial circulation. In case of catheterization failure through femoral artery, INR chose different approaches resumed in Fig. 3.

Eighteen INR (16.4%) used a balloon guide catheter for all procedures, and 39 (35.5%) never used it. The majority of INR (60/110, 54.5%) used combined stent-retriever with distal aspiration catheter as first line approach, while 27.3% and 18.2% used aspiration or stent-retriever respectively.

Only 28/110 INR (25.5%) used intra-arterial fibrinolysis following a thrombectomy: to treat distal embolization (23/28, 82.1%), in case of MT failure (9/28, 32.1%), or systematically (2/23, 8.7%). During MT, 88 INR (88/110, 80%) did not use heparin, while 15 (13.6%) used a single bolus and 7 (6.4%) used a bolus with a maintained dose.

Comparison with 2012 survey

We were unable to perform formal statistical analyses to compare the results of 2012 and the current survey, as data elements were not acquired in a similar way (center versus operator). Yet, several important differences in practices stand out in numerical comparisons.

First, in 2012 the median number of MT performed at each center was 30 [IQR: 17–43], versus 147 [IQR: 101–248] in 2018, representing a fivefold increase. Conversely, the mean number of INR performing MT at each center only increased from a mean $2.9 \pm$ SD 0.9 to $3.7 \pm$ 1.8.

Regarding more technical aspects, notably the routine use of perfusion imaging increased from 42% to 76% and operators were more systematically switching to a second (rescue) device after failed attempts with a first device (48% in 2012 versus 81% in 2018). Detailed comparative assessment is provided in Table 2.

Discussion

Here, we highlight several key aspects of the real-world response to the challenge posed by MT at a national level, as well as the evolution of practices and local organizations at TCSC, and present a snapshot of MT practices for the year 2018 at a nationwide level in France.

The validation and resulting considerable increase in MT procedures volumes between the first national survey of MT practices reported in 2014 [4], has led to major local re-organizations, case approaches changes and standardization. According to national statistics and the results of the present study, MT procedures have increased seven fold between 2012 and 2018 (925 > 6704) [4], and more than 20% between 2017 and 2018. Since 2012, time of the previous survey, 7 additional TCSC have opened, leading up to 40 TCSC, but the number of INR qualified for MT remains low in most centers (3.7 ± 1.85 , median 4), resulting in a high case volume per operator (45.8 ± 19.4 , median 41.9) and an insufficient increase in the number of trained INR performing MT. This explains the fact that only 15% of centers declared being adequately staffed at the time of survey while MT remains a complex procedure with the majority of INR (60/110, 54.5%) using combined stent-retriever with distal aspiration catheter as first line approach. To our knowledge, no such data have been published from other countries, yet the global challenge of stroke care re-organization makes it likely that similar disparities and shortage in trained physicians exist worldwide. On a very positive note, 90% of centers were actively training at least one or two future INR, and 37.5% trained 3 or more, emphasizing

Please cite this article in press as: Forestier G, et al, Mechanical thrombectomy practices in France: Exhaustive survey of centers and individual operators, J Neuroradiol (2020), <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.05.001>

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved. - Document downloaded on 20/08/2020 by FORESTIER Gérard (744334). It is forbidden and illegal to distribute this document.

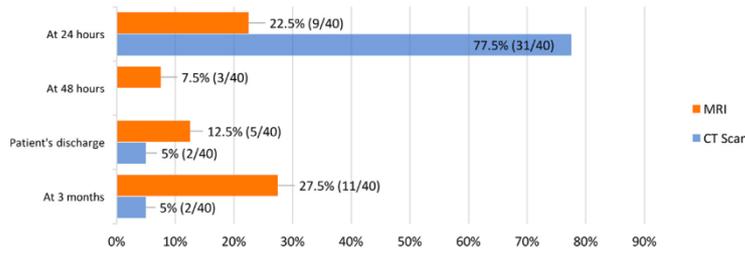


Fig. 1. Imaging modalities for follow-up after MT for AIS.

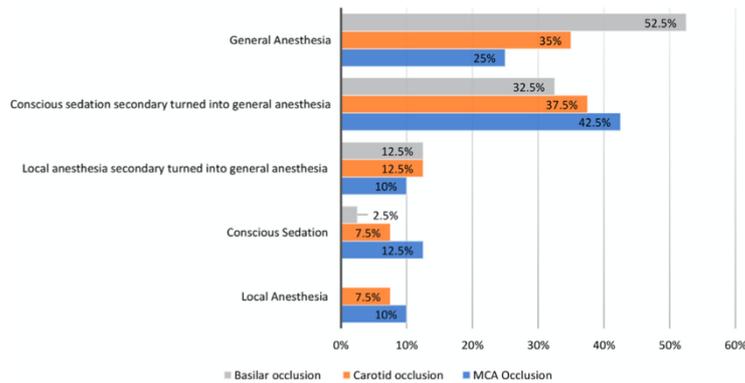


Fig. 2. Anesthetic considerations according to occlusion localization.

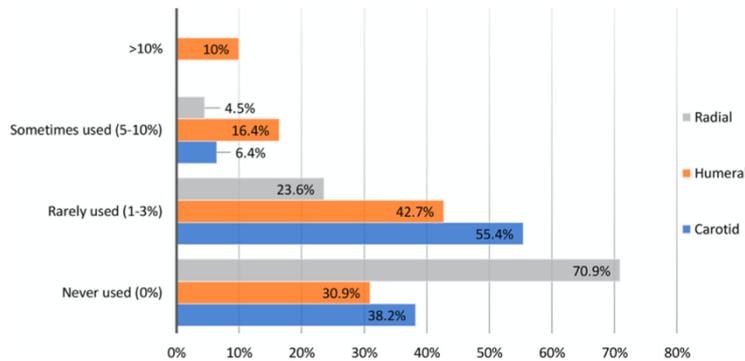


Fig. 3. Proportion of arterial access used for MT per practitioner. Facing a difficult femoral approach, or a difficult carotid catheterization, what percentage of cases do you use carotid, humeral or radial approach for MT?

the globalized response to the challenge of MT in France, with an increased projection of a 38% increase in the workforce at existing centers, in the 2 coming years only.

Formal statistical analyses cannot be performed when comparing declarative data from individual practitioners regarding MT practices, or general data on routine selection and organization methods at the center level. Yet, it is important to note that 85% of the TCSC used MRI versus only 64% in 2012, underlying a better organization for access to acute MRI in France, despite relative low national dotation.

Improvements in patients' selection pathways are also reflected by the higher routine availability of perfusion imaging, especially among MRI users (82.9%, 29/35 versus 35.5%, 11/31 in 2012), a result that should be put in the perspective of the fact that responses were registered before the publication of updated guidelines for patients in the extended time window [5-8].

In that sense, patients' selection was per the results of this survey largely based on expected benefit of mechanical revascularization, rather than strict applications of minimal standards for indication set by international guidelines, and reflecting the

Please cite this article in press as: Forestier G, et al, Mechanical thrombectomy practices in France: Exhaustive survey of centers and individual operators, J Neuroradiol (2020), <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.05.001>

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved. - Document downloaded on 20/08/2020 by FORESTIER Gérard (744334). It is forbidden and illegal to distribute this document.

Table 2
Comparison of 2012 and 2018 similar data elements.

	2012		2018	
	N	Percentage	N	Percentage
Response rate	31/33	93.9	40/40	100
MT around the clock	25/31	80.6	34/40	85
Mean number of INR performing MT	2.9 ± 0.9, median 3		3.7 ± 1.85, median 4	
Mean number of MT per center	Median 30 [IQR: 17–43]		Median 147 [IQR: 101–248]	
Number of centers using only MRI	20/31	64.5	34/40	85
Cervical MRA in routine	11/31	35.5	21/34	61.8
T2*-weighted perfusion imaging in routine	11/26	42.3	26/34	76.5
Cervical vessels CTA in routine	10/11	90.9	6/6	100
CT perfusion in routine	9/11	81.8	6/6	100
No delay for MT in case of DWI-PWI mismatch (anterior circulation)	3/31	9.7	64/110	58.2
No delay for MT in case of diffusion/clinical mismatch (anterior circulation)	5/31	16.1	74/110	67.3
Up to 24 hours for MT (Posterior circulation)	9.5/31	30.6	53/110	48.2
Dedicated anesthesia team available anytime	27/31	87.1	36/40	90
Bridging approach	11/31	35.5	34/40	85
Use of a second device when MT failed with the first device	15/31	48.4	88/108	81.5
Use of a balloon-catheter	17.5/31	56.5	71/110	64.5
Assessment of the whole intracranial circulation at the beginning of MT	11/31	35.5	12/110	10.9
Use of heparin during MT	16.5/31	53.2	22/110	20
Use of intra-arterial fibrinolysis following a MT	16/31	51.6	28/110	25.5

diversity of real-world practices. For instance, time delay since onset of symptoms was not a major determinant for declining MT, since most of INR reported that they did not decline MT when there was clinical mismatch (67.3%) or DWI-PWI mismatch (58.2%) regardless of delay since symptoms onset while it was respectively 16.1% and 9.7% of TCSC in 2012.

In the survey, four predominant situations were perceived as a non-indication for endovascular treatment by operators: previous autonomy loss (mRS > 2) (61.3%), hemorrhagic transformation (57.5%), no DWI-PWI mismatch (45.3%), and midline displacement (44.3%).

A limitation of this study is that declarations of the respondents cannot be controlled, and a single INR per center was designated to complete the online questionnaire for collecting general center-based informations. This potential bias is limited by the use of protocols and standardization of MT at most TCSC. Also, we were unable to include patients' radiation exposure during MT. Future studies comparing MT in France should include dosimetry comparison, while MT is not yet included in the last French Diagnostic Reference Levels of the 23 May 2019 [9,10].

Furthermore, the results of this survey present a snapshot of MT practices in France at a specific time point and might be different at the time of results publication.

Conclusions

This survey, with an exhaustive response rate of 40/40 TCSC (100%) and 74.3% of INR (110/148) provides a snapshot of MT practices and adherences to guidelines by interventional neuroradiologists in France. Further, it yields a framework for appreciating local needs, regional organizations and national training and position needs at thrombectomy capable centers. Future efforts should be aimed at opening more senior positions at active TCSCs, so as to ensure long term sustainability and adequate staffing.

Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

Acknowledgments

The authors thank all their colleagues who agreed to participate to this survey, the JENI-RC and the SFNR. The whole list of participating centers is available in the [Appendix A](#).

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.05.001>.

References

- [1] Bracad S, Ducrocq X, Mas JL, Soudant M, Oppenheim C, Moulin T, et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial. *Lancet Neurol*. 2016;15:1138–1147. [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30177-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30177-6).
- [2] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, Dippel DWJ, Mitchell PJ, Demchuk AM, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *The Lancet*. 2016;387:1723–1731. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00163-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00163-X).
- [3] A call for junior interventional neuroradiologists to join the JENI-Research Collaboration. *J Neuroradiol*. 2018;45:341–342. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neurad.2018.06.001>.
- [4] Soize S, Naggara O, Desal H, Costalat V, Ricolfi F, Pierot L. Endovascular treatment of acute ischemic stroke in France: a nationwide survey. *J Neuroradiol*. 2014;41:71–79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neurad.2013.12.002>.
- [5] Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, Bonafe A, Budzik RF, Bhuva P, et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct. *N Engl J Med*. 2018;378:11–21. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1706442>.
- [6] Albers GW, Marks MP, Kemp S, Christensen S, Tsai JP, Ortega-Gutierrez S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging. *N Engl J Med*. 2018;378:708–718. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1713973>.
- [7] Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, Adeoye OM, Bambakidis NC, Becker K, et al. Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Acute

Please cite this article in press as: Forestier G, et al, Mechanical thrombectomy practices in France: Exhaustive survey of centers and individual operators, *J Neuroradiol* (2020), <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.05.001>

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved. - Document downloaded on 20/08/2020 by FORESTIER Gérard (744334). It is forbidden and illegal to distribute this document.

- Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2019;50:e1-e75, <http://dx.doi.org/10.1161/STR.0000000000000211>.
- [8]. Turc G, Bhogal P, Fischer U, Khatri P, Lobotesis K, Mazighi M, et al. European Stroke Organisation (ESO) - European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) Guidelines on Mechanical Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke. *J NeuroInterventional Surg*. 2019;0:1-30, <http://dx.doi.org/10.1136/neurintsurg-2018-014569> [neurintsurg-2018-014569].
- [9]. Ognard J, Bourhis D, Anxionnat R, Ben Salem D. New French diagnostic reference levels: Let's take stock of our daily practices! *J Neuroradiol*. 2019;46(6):341-342, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neurad.2019.08.001>.
- [10]. Farah J, Rouchaud A, Henry T, Regen C, Mihalea C, Moret J, Spelle L. Dose reference levels and clinical determinants in stroke neuroradiology interventions. *Eur Radiol*. 2019;29(2):645-653, <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-018-5593-x>.

Please cite this article in press as: Forestier G, et al, Mechanical thrombectomy practices in France: Exhaustive survey of centers and individual operators, *J Neuroradiol* (2020), <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.05.001>

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved. - Document downloaded on 20/08/2020 by FORESTIER Gérard (744334). It is forbidden and illegal to distribute this document.

Annexe 2. Abréviations

ADC : Coefficient de diffusion apparent

ASPECTS : Alberta stroke program early CT score

AIC : Accident ischémique constitué

AVC : Accidents Vasculaires Cérébraux

C-NRI : Centre(s) de neuroradiologie interventionnelle

JENI : Jeunes en neuroradiologie interventionnelle

IRM : Imagerie par résonance magnétique

MER : Manipulateur en électroradiologie

MRS : Modified Rankin Scale

mTICI : Modified Thrombolysis In Cerebral Infarction

NIHSS : National Institutes of Health Stroke Scale

NRI : Neuroradiologue Interventionnel

SFNR : Société Française de Neuroradiologie

TIV : Thrombolyse intraveineuse

TM : Thrombectomie Mécanique

UNV : Unité Neurovasculaire

Annexe 3. Questionnaire adressé aux centres de Neuroradiologie interventionnelle

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Dans quel centre exercez-vous ? (Une seule réponse acceptée)

- Amiens
- Angers
- Bayonne
- Besançon
- Bordeaux
- Brest
- Caen
- Clermont-Ferrand
- Colmar
- Créteil - Hôpital Henry Mondor
- Dijon
- Fort-de-France (Martinique)
- Grenoble
- Kremlin Bicêtre
- Lille CHRU
- Limoges
- Lyon
- Marseille - Clinique Clairval
- Marseille - Hôpital La Timone Montpellier
- Nancy
- Nantes
- Nice
- Paris - Fondation Ophtalmologique Rothschild
- Paris - Lariboisière
- Paris - Pitié Salpêtrière
- Paris - Sainte-Anne
- Poitiers
- Reims
- Rennes
- Rouen
- Saint-Étienne
- Saint-Pierre (Réunion)
- Strasbourg
- Suresnes - Hôpital Foch
- Toulon - Hôpital Sainte Anne
- Toulouse
- Tours
- Vannes
- Autre :

Dans votre centre, la thrombectomie est-elle disponible 7/7j et 24/24h ? (Une seule réponse acceptée)

- Oui
- Non

Combien de thrombectomies ont été réalisées dans votre centre en 2018 ? (Une seule réponse acceptée)

- Moins de 50
- 50 à 100
- 100 à 150
- 150 à 200
- 200 à 250
- 250 à 300
- Plus de 300

Combien de thrombectomies avez-vous précisément réalisé en 2018 ? (Répondre en valeurs numériques)

.....

Combien de neuroradiologues interventionnels effectuent les thrombectomies dans votre centre ? (Une seule réponse acceptée)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Quel est le nombre de neuroradiologues interventionnels en équivalent temps plein (ETP) ? (Répondre en valeurs numériques)

(Exemple : 5 praticiens, avec 3 à mi- temps = 3,5 ETP)

.....

Combien de neuroradiologues interventionnels assurent la permanence des soins ? (Répondre en valeurs numériques)

.....

Merci de préciser le pourcentage de neuroradiologue interventionnel issu de la filière neurologie (et participants aux thrombectomies au sein de votre centre : (Répondre en valeurs numériques)

.....

Merci de préciser le pourcentage de neuroradiologue interventionnel issu de la filière neurochirurgicale (et participants aux thrombectomies au sein de votre centre) : (Répondre en valeurs numériques)

.....

Combien formez-vous de neuroradiologues interventionnels actuellement (interne, CCA/AH, Fellowship ou FFI) ? (Une seule réponse acceptée)

- 1
- 2
- 3

- 4
- 5
- 6

Combien formez-vous de neuroradiologues interventionnels destinés à travailler en France (interne, CCA/AH, Fellowship ou FFI) ? (Une seule réponse acceptée)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Combien d'UNV sont-elles rattachées à votre centre ? (Une seule réponse acceptée)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Les patients bénéficiant d'une thrombectomie mécanique dans votre centre sont-ils inclus dans : (Plusieurs réponses acceptées)

- Une étude randomisée multicentrique
- Une étude randomisée monocentrique
- Un observatoire/registre
- Aucune de ces propositions

A combien d'études participez-vous actuellement ? (Une seule réponse acceptée)

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Plus de 5

IMAGERIE/PLATEAU TECHNIQUE

Quelle modalité d'imagerie utilisez-vous en routine pour la prise en charge des patients susceptibles de bénéficier d'une thrombectomie ? (Une seule réponse acceptée)

- IRM 1,5 T
- IRM 3 T
- IRM 1,5 et 3T
- Scanner

Si vous utilisez l'IRM, quel type d'acquisition réalisez-vous ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Séquence de diffusion
- Séquence pondérée en FLAIR
- Séquence pondérée en T2*
- Séquence SWAN, SWI ou VenobOLD Séquence EPI
- Séquence pondérée en T1
- Séquence pondérée en T2
- Séquence pondérée en DP
- Séquence de perfusion avec injection (T2*)
- Séquence de perfusion sans injection (ASL)
- Angio IRM cérébrale
- Autre:.....

Combien de temps dure votre protocole IRM ? (Une seule réponse acceptée)

- Moins de 15 minutes
- Entre 15 et 20 minutes
- Plus de 20 minutes

Si vous utilisez le scanner, quel type d'acquisition réalisez-vous ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Scanner sans injection
- Scanner de perfusion
- Angioscanner cérébral
- Angioscanner cervical des troncs supra-aortiques
- Acquisition thoracique (recherche de thrombus auriculaire)

Combien de temps dure votre protocole scanner ? (Une seule réponse acceptée)

- Moins de 10 minutes
- Entre 10 et 15 minutes
- Entre 15 et 20 minutes
- Plus de 20 minutes

PRISE EN CHARGE ANESTHÉSIQUE

Dans votre centre, disposez-vous d'une équipe d'anesthésie disponible 24/24h 7/7j pour le traitement endovasculaire des AVC ischémiques ? (Une seule réponse acceptée)

- Oui
- Non

Dans votre centre, quelle modalité anesthésique utilisez-vous en pratique courante en cas d'occlusion carotidienne ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Anesthésie générale uniquement
- Sédation consciente uniquement
- Anesthésie générale ou sédation consciente en fonction de la clinique
- Anesthésie locale uniquement

Dans votre centre, quelle modalité anesthésique utilisez-vous en pratique courante en cas d'occlusion sylvienne ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Anesthésie générale uniquement
- Sédation consciente uniquement
- Anesthésie générale ou sédation consciente en fonction de la clinique
- Anesthésie locale uniquement

Dans votre centre, quelle modalité anesthésique utilisez-vous en pratique courante en cas d'occlusion basilaire ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Anesthésie générale uniquement
- Sédation consciente uniquement
- Anesthésie générale ou sédation consciente en fonction de la clinique
- Anesthésie locale uniquement

PROCÉDURE ENDOVASCULAIRE

En journée, les procédures sont-elles systématiquement réalisées en binôme avec un autre sénior/junior de neuroradiologie interventionnelle ? (Une seule réponse acceptée)

- Oui
- Non

En garde/astreinte, pour effectuer une thrombectomie, votre équipe se compose systématiquement de : (Une seule réponse acceptée)

- 2 Seniors (NRI) + 1 Junior (NRI) + 1 Manipulateur en électroradiologie (MER)
- 2 Seniors (NRI) + 1 Manipulateur en électroradiologie (MER)
- 1 Senior (NRI) + 1 Junior (NRI) + 1 Manipulateur en électroradiologie (MER)
- 1 Sénior (NRI) + 2 MER (l'un des 2 MER étant là en seconde main)
- 1 Sénior (NRI) + 1 MER
- Autre :

Quelle est la place du traitement endovasculaire à la phase aiguë de l'AVC ischémique dans votre centre ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Thrombectomie mécanique seule en première intention
- Thrombectomie mécanique sans délai après la thrombolyse IV ("Bridging")
- Thrombectomie en l'absence de récupération neurologique après un certain temps de thrombolyse IV ("Rescue")
- En première intention chez les patients éligibles et ayant une contre-indication à la thrombolyse IV

En cas de thrombolyse intra-veineuse, précisez quel médicament est utilisé : (Une seule réponse acceptée)

- Alteplase
- Tenecteplase

Dans quel délai conduisez-vous le patient au bloc NRI s'il est thrombolysé par voie veineuse ? (Une seule réponse acceptée)

- D'emblée
- 15 minutes après la thrombolyse intra-veineuse
- 30 minutes après la thrombolyse intra-veineuse
- Au terme de la thrombolyse intra-veineuse
- Au terme de la thrombolyse intra-veineuse ET si pas d'amélioration clinique ("Rescue")

SUIVI

A la fin de la procédure, réalisez-vous un scanner sur table : *(Une seule réponse acceptée)*

- De façon systématique
- Si complication per procédure uniquement

Quelle imagerie réalisez-vous en post-procédure : *(Plusieurs réponses acceptées)*

	24H	48H	À la sortie du patient	À 3 mois	Pas d'imagerie
IRM					
Scanner					

GESTION DE LA THROMBECTOMIE / ORGANISATION DU SERVICE D'IMAGERIE MÉDICALE

Dans votre centre, combien de salles de radiologie interventionnelle sont-elles dédiées exclusivement à la NRI ? *(Une seule réponse acceptée)*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

Dans votre centre, combien de salles partagez-vous avec d'autres spécialités (radiologie interventionnelle périphérique, cardiologie...Etc) ? *(Une seule réponse acceptée)*

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4

Comment gérez-vous l'arrivée d'une 2ème thrombectomie en garde/astreinte, quand une 1ère thrombectomie est en cours de réalisation ? *(Plusieurs réponses acceptées)*

- Appel d'un deuxième neuroradiologue interventionnel senior, et ouverture d'une seconde salle
- Mise en attente de la 2nde thrombectomie, tant que la 1ère thrombectomie n'est pas finie
- Préparation de la 2nde thrombectomie par un manipulateur dans une 2nde, en attendant que la 1ère thrombectomie soit finie
- Si thrombectomie effectuée en binôme (avec junior), début de la 2nde thrombectomie par le junior
- Autre :.....

Quelle est la proportion de neuroradiologues interventionnels participant à des vacations de neuroradiologie diagnostique ? *(Une seule réponse acceptée)*

- ≤ 25 %
- 25 à 50 %
- 50 à 75 %
- 75 à 100 %
- 100 %

Quelle est la proportion de neuroradiologues interventionnels participant à des vacations autre que la neuroradiologie (diagnostique ou interventionnel) ? Exemple : imagerie des urgences. *(Une seule réponse acceptée)*

- ≤ 25 %

- 25 à 50 %
- 50 à 75 %
- 75 à 100 %
- 100 %

Dans votre centre, combien de postes supplémentaires jugez-vous nécessaire pour répondre aux besoins actuels et futurs de notre métier ? (Une seule réponse acceptée)

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Depuis la publication des recommandations sur la thrombectomie, un/des postes supplémentaires ont-ils été créé ?

- Non
- Non car pas de candidat(e)
- Oui, poste permanent (PH, MCU, PU)
- Oui, poste d'assistant ou chef de clinique dédié
- Oui, poste d'interne dédié
- Autre :

Merci pour votre aide.

Annexe 4. Questionnaire destiné aux Neuroradiologues Interventionnels

SÉLECTION DES PATIENTS

Parmi les situations suivantes, cochez celle(s) correspondant à une non-indication de la thrombectomie mécanique ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Score NIHSS bas (< 3 ou 5)
- Score NIHSS élevé (> 25 environ)
- Age \geq 90 ans
- Perte d'autonomie antérieure (mRS>2)
- Score ASPECT < 5 en diffusion
- Score ASPECT < 6 au scanner
- Volume > 70 cc (en diffusion)
- Positivité du parenchyme en Flair
- Absence de mismatch diffusion perfusion
- Transformation hémorragique de l'ischémie
- Leucoaraïose sévère
- Occlusion en Tandem
- Occlusion en T
- Déplacement de la ligne médiane
- Autre:.....

Pour une occlusion de la circulation antérieure, dans quelle fenêtre réalisez-vous la thrombectomie mécanique ? (Ce qui implique de démarrer la procédure avant ce délai) (Plusieurs réponses acceptées)

- Dans les 6 heures
- Dans les 8 heures
- Dans les 12 heures
- Dans les 24 heures
- Quelle que soit l'heure si mismatch diffusion/perfusion
- Quelle que soit l'heure si mismatch diffusion/examen clinique

Pour une occlusion de la circulation postérieure, dans quelle fenêtre réalisez-vous la thrombectomie mécanique ? (Ce qui implique de démarrer la procédure avant ce délai) (Plusieurs réponses acceptées)

- Dans les 6 heures
- Dans les 8 heures
- Dans les 12 heures
- Dans les 24 heures
- Quel que soit le délai

En cas d'amélioration clinique nette ou de déficit minime (NIHSS<3) malgré une occlusion artérielle présente, réalisez-vous tout de même une thrombectomie ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Jamais
- Oui, en cas d'occlusion du tiers supérieur de l'artère basilaire
- Oui, en cas d'occlusion du tiers inférieur de l'artère basilaire
- Oui, en cas d'occlusion carotidienne
- Oui, en cas d'occlusion de M1
- Oui, en cas d'occlusion de M2

- Oui, en cas d'occlusion de A1
- Oui, en cas d'occlusion de P1
- Autre:.....

PROCEDURE ENDOVASCULAIRE

Quelle technique de ponction utilisez-vous majoritairement ? (Une seule réponse acceptée)

- Repère scopique
- Repère anatomique et palpation
- Palpation uniquement
- Echoguidée

En cas d'abord fémoral difficile, sténose, occlusion ou navigation difficile, dans quel pourcentage de cas avez-vous recours à la ponction carotidienne directe :

(Une seule réponse acceptée)

- 0%
- 1%
- 3%
- 5%
- 10%
- >10%

En cas d'abord fémoral difficile, sténose, occlusion ou navigation difficile, dans quel pourcentage de cas avez-vous recours à la ponction humérale :

(Une seule réponse acceptée)

- 0%
- 1%
- 3%
- 5%
- 10%
- >10%

En cas d'abord fémoral difficile, sténose, occlusion ou navigation difficile, dans quel pourcentage de cas avez-vous recours à la ponction radiale : (Une seule réponse acceptée)

- 0%
- 1%
- 3%
- 5%
- 10%
- >10%

Parmi les systèmes suivants, lequel/lesquels utilisez-vous en pratique courante ? (Plusieurs réponses acceptées)

- Solitaire FR™ (ev3/Covidien)
- Trevo™ (Concentric europe/Stryker)
- Revive™ (Codman/ Johnson & Johnson)
- Penumbra™ (Penumbra europe GmbH)
- Catch (Balt extrusion)

- Capture LP (Mindframe/Covidien)
- Embotrap I ou II (Cerenovus)
- Autre :

En cas d'échec de la thrombectomie avec un premier device, en utilisez-vous un second ? (Une seule réponse acceptée)

- Oui
- Non

Utilisez-vous un cathéter à ballon occlusif ? (Une seule réponse acceptée)

- 100% des cas
- > 75% des cas
- 50% des cas
- < 25% des cas
- 0% des cas

Utilisez-vous une aspiration ? (Une seule réponse acceptée)

- Manuelle (seringue)
- Dispositif dédié (ex: *Penumbra*)
- Aucune

Dans votre centre, quelle technique est généralement utilisée en première intention ? (Une seule réponse acceptée)

- Thrombo-aspiration seule
- Stent-retriever
- Technique combinée : Stent-retriever en association à la thrombo-aspiration

Dans le cadre de la thrombectomie mécanique, à combien de passages vous limitez-vous avec le même dispositif ? (Une seule réponse acceptée)

- Moins de 3
- 3
- 4
- 5
- Plus de 5

En début de procédure endovasculaire, réalisez-vous une exploration : (Une seule réponse acceptée)

- Uniquement de l'axe occlus
- Complète de la circulation intracrânienne (pour évaluer la circulation collatérale)

En cas de lésion en tandem, quelle est votre stratégie de traitement ? (2 réponses autorisées)

- Traitement exclusif de la lésion distale
- Traitement de la lésion distale puis de la lésion proximale si besoin
- Traitement de la lésion distale puis de la lésion proximale toujours
- Traitement de la lésion proximale puis de la lésion distale toujours
- Si accès distal limité par sténose proximale, traitement de la lésion proximale puis de la lésion distale

Réalisez-vous pour certains patients une thrombolyse intra-artérielle chimique après thrombectomie mécanique ? (Une seule réponse acceptée)

- Oui

Non

Si oui, quelles sont alors les indications ? (Plusieurs réponses acceptées)

A titre systématique

En cas d'embols distaux

En cas d'échec de la thrombectomie mécanique

Mettez-vous de l'héparine pendant la procédure endovasculaire ? (Une seule réponse acceptée)

Oui, bolus et entretien

Oui, bolus uniquement

Non

En cas de thrombolyse IV associée à la thrombectomie, et si la procédure endovasculaire se termine avant la fin de la perfusion de thrombolytique, quelle est votre attitude pour un score TICI 3 sans complication hémorragique ? (Une seule réponse acceptée)

Vous interrompez la perfusion de thrombolyse dès la fin de la procédure

Vous poursuivez systématiquement la thrombolyse jusqu'à la fin de la perfusion

La décision est prise en fonction du score TICI

Autre :

En cas de thrombolyse IV associée à la thrombectomie, et si la procédure endovasculaire se termine avant la fin de la perfusion de thrombolytique, quelle est votre attitude pour un score TICI < 3 sans complication hémorragique ? (Une seule réponse acceptée)

Vous interrompez la perfusion de thrombolyse dès la fin de la procédure

Vous poursuivez systématiquement la thrombolyse jusqu'à la fin de la perfusion

La décision est prise en fonction du score TICI

Autre :

Quel système de fermeture utilisez-vous en pratique courante après une thrombectomie ? (Une seule réponse acceptée)

Compression manuelle suivi d'un pansement compressif

AngioSeal

ExoSeal

FemoSeal

StarClose

Autre :

Merci pour votre aide.

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.

Évolution des pratiques en thrombectomie mécanique dans l'infarctus cérébral en France : une enquête nationale auprès des centres et des opérateurs

Objectif: La thrombectomie mécanique (TM) a radicalement changé la prise en charge des infarctus cérébraux ainsi que l'organisation de la filière AVC. Les institutions de santé publique sont confrontées au défi de maintenir un accès équivalent à cette procédure complexe à l'ensemble de la population sur le territoire alors que ses indications continuent de croître et que cette technique est en constante évolution. L'objectif de cette étude était de présenter un aperçu national actualisé des pratiques de la TM à l'échelle du centre et des opérateurs.

Méthode: Les centres de Neuroradiologie Interventionnelle, et les neuroradiologues interventionnelles (NRI) étaient invités à participer à une enquête nationale, diffusée par le biais d'un groupe de recherche collaboratif (JENI-RC) sous l'égide de la Société Française de Neuroradiologie. L'enquête comportait 64 questions permettant de recueillir les pratiques individuelles et les données du centre.

Résultats: Tous les centres français (100%) ont répondu à l'enquête et 74% (110/148) des NRI pratiquant la TM ont participé. Le nombre moyen de NRI (pratiquant la TM) par centre était de $3,7 \pm 1,85$, et 85% des centres étaient organisés pour assurer la continuité des soins. L'IRM était la modalité d'imagerie la plus couramment utilisée pour le diagnostic d'AVC, et l'imagerie de perfusion était disponible dans 85% des centres. La moitié des centres réalisaient annuellement entre 100 et 200 TM. Les données concernant la prise en charge anesthésique des patients et les considérations techniques sont également développées dans le manuscrit.

Conclusion: Cette enquête nationale met en évidence l'effort considérable entrepris par l'ensemble des équipes pour faire face à la réorganisation des soins dans le cadre de la prise en charge de l'AVC en phase aiguë pouvant bénéficier d'une revascularisation mécanique en France. Des disparités techniques et organisationnelles persistent, et la plupart des centres manquent de personnel pour fonctionner correctement à long terme. Toutefois l'engouement des jeunes médecins pour la NRI est considérable.

Mots-clés : AVC, thrombectomie, endovasculaire, Enquête

Mechanical thrombectomy practices in France: exhaustive survey of centers and individual operators

Background/Purpose: Mechanical thrombectomy (MT) has dramatically changed the landscape of stroke care as well as stroke care organization. Public health institutions are faced with the challenge of swiftly providing equal access to this high technical level procedure with rapidly broadening indications, and constantly developing techniques. The aim of this study was to present a current nationwide overview of technical MT practices as well as local organizations.

Materials and methods: Thrombectomy capable French stroke centers, and physicians performing MT were invited to participate to a nationwide survey, disseminated through an existing trainee-led research network (JENI-RC) under the aegis of the French Society of Neuroradiology. The survey was composed of 64 questions to collect individual practices and general center-based information.

Results: All French centers (100%) answered the survey, and 74% (110/148) of active interventional neuroradiologists (INR) performing MT completed individual questionnaires. The mean number of INR per center performing MT was 3.7 ± 1.85 , and 85% of the centers were organized for 24/7 continuity of care. MRI was the most commonly used imaging modality for stroke diagnosis, and perfusion imaging was routinely available in 85% of the centers. Half of centers performed yearly between 100 and 200 MT. Anesthesiologic, and technical considerations are also developed in the manuscript.

Conclusions: This nationwide survey highlights the impressive response to the challenge of reorganization of stroke care with regards to MT in France. Technical and management disparities remain. Most centers remain understaffed to properly function in the long term, but the inflow of INT trainees is substantial.

Keywords : Stroke, Thrombectomy, Endovascular, Report Survey

