



HAL
open science

Influence de la charge thrombotique intracrânienne sur les stratégies thérapeutiques endovasculaires des accidents ischémiques cérébraux par occlusion de larges vaisseaux

François Zhu

► To cite this version:

François Zhu. Influence de la charge thrombotique intracrânienne sur les stratégies thérapeutiques endovasculaires des accidents ischémiques cérébraux par occlusion de larges vaisseaux. Médecine humaine et pathologie. 2019. hal-03404513

HAL Id: hal-03404513

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03404513>

Submitted on 26 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE DE LORRAINE

FACULTE DE MEDECINE DE NANCY

Année 2019

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

François ZHU

Le 20 Décembre 2019

Influence de la charge thrombotique intracrânienne sur les stratégies thérapeutiques endovasculaires des accidents ischémiques cérébraux par occlusion de larges vaisseaux

Examineurs de la thèse :

Président et Directeur de thèse : Professeur Serge Bracard

Juges : Professeur René Anxionnat
Professeur Sébastien Richard
Professeur Benjamin Gory



Président de l'Université de Lorraine :
Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen de la Faculté de Médecine :
Professeur Marc BRAUN

Vice-doyenne
Pr Laure JOLY

Assesseurs :

Premier cycle : Dr Nicolas GAMBIER
Deuxième cycle : Pr Marie-Reine LOSSER
Troisième cycle : Pr Laure JOLY
SIDES : Dr Julien BROSEUS
Formation à la recherche : Pr Nelly AGRINIER
Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER
CUESIM : Pr Stéphane ZUILY

Chargés de mission

Bureau de docimologie : Dr Jacques JONAS
Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER
PACES : Pr Mathias POUSSEL
Relations internationales : Pr Jacques HUBERT
Vie Facultaire : Dr Philippe GUERCI

Présidente du Conseil de la Pédagogie : Pr Louise TYVAERT
Président du Conseil Scientifique : Pr Jean-Michel HASCOET

===== **DOYENS HONORAIRES**

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

===== **PROFESSEURS HONORAIRES**

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL – Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Louis BOUTROY – Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER – Henry COUDANE – Jean-Pierre CRANCE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean-Bernard DUREUX - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE - Bernard FOLIGUET - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER – Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ – Simone GILGENKRANTZ -Gilles GROSDIDIER - Philippe HARTEMANN - Gérard HUBERT - Claude HURIET - Michèle KESSLER - François KOHLER - Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE – Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS – Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - François MARCHAL - Jean-Claude MARCHAL – Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Daniel MOLÉ - Pierre MONIN - Pierre NABET – Patrick NETTER – Jean-Pierre NICOLAS - Francis PENIN - Claude PERRIN - Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Jacques ROLAND – Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Paul VERT – Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER – Denis ZMIROU

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Etienne ALIOT - Pierre BEY - Henry COUDANE - Serge BRIANÇON - Jean-Marie GILGENKRANTZ –
Simone GILGENKRANTZ - Michèle KESSLER - Alain LE FAOU - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS –
Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Pierre VILLEMOT - Faiez ZANNAD

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^e Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

2^e sous-section : (*Histologie, embryologie et cytogénétique*)

Professeur Christo CHRISTOV

3^e sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Guillaume GAUCHOTTE

43^e Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{re} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER –
Professeur Antoine VERGER

2^e sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD –
Professeure Valérie CROISÉ - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Benjamin GORY –
Professeur Damien MANDRY - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

44^e Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER

2^e sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur Mathias POUSSEL

3^e sous-section (*Biologie cellulaire*)

Professeure Véronique DECOT-MAILLERET

4^e sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

45^e Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

2^e sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

3^e sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Bruno HOEN - Professeur Thierry MAY - Professeure Céline PULCINI –
Professeur Christian RABAUD

46^e Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

4^e sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUSSON - Professeur Nicolas JAY

47^e Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

2^e sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur Thierry CONROY - Professeur Frédéric MARCHAL - Professeur Didier PEIFFERT –
Professeur Guillaume VOGIN

3^e sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

4^e sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{re} sous-section : (*Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*)

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

2^e sous-section : (*Médecine intensive-réanimation*)

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY

3^e sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

4^e sous-section : (*Thérapeutique-médecine de la douleur ; addictologie*)

Professeur Nicolas GIRERD - Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{re} sous-section : (*Neurologie*)

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Sébastien RICHARD –
Professeur Luc TAILLANDIER Professeure Louise TYVAERT

2^e sous-section : (*Neurochirurgie*)

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

3^e sous-section : (*Psychiatrie d'adultes ; addictologie*)

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Vincent LAPREVOTE - Professeur Raymund SCHWAN

4^e sous-section : (*Pédopsychiatrie ; addictologie*)

Professeur Bernard KABUTH

5^e sous-section : (*Médecine physique et de réadaptation*)

Professeur Jean PAYSANT

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{re} sous-section : (*Rhumatologie*)

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

2^e sous-section : (*Chirurgie orthopédique et traumatologique*)

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

3^e sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)

Professeure Anne-Claire BURSZTEJN - Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

4^e sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1^{re} sous-section : (*Pneumologie ; addictologie*)

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

2^e sous-section : (*Cardiologie*)

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET –

Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL

3^e sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardiovasculaire*)

Professeur Juan-Pablo MAUREIRA - Professeur Stéphane RENAUD

4^e sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

2^e sous-section : (*Chirurgie viscérale et digestive*)

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD –

Professeure Adeline GERMAIN

3^e sous-section : (*Néphrologie*)

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

4^e sous-section : (*Urologie*)

Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

1^{re} sous-section : (*Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie*)

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY

Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

3^e sous-section : (*Médecine générale*)

Professeur Jean-Marc BOIVIN – Professeur Paolo DI PATRIZIO

54° Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{re} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET
Professeur Emmanuel RAFFO - Professeur Cyril SCHWEITZER

2^e sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^e sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

4^e sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

2^e sous-section : (Ophtalmologie)

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD

3^e sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61° Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64° Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

65° Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeure Céline HUSELSTEIN

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeure associée Sophie SIEGRIST

Professeur associé Olivier BOUCHY

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON

2^e sous-section : (Histologie, embryologie, et cytogénétique)

Docteure Isabelle KOSCINSKI

44° Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Catherine MALAPLATE –

Docteur Marc MERTEN - Docteur Abderrahim OUSSALAH

2^e sous-section : (Physiologie)

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Jacques JONAS

45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

2^e sous-section : (Parasitologie et mycologie)

Docteure Anne DEBOURGOGNE

46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE
Docteur Arnaud FLORENTIN (stagiaire)

2° sous-section (*Médecine et Santé au Travail*)

Docteure Isabelle THAON

3° sous-section (*Médecine légale et droit de la santé*)

Docteur Laurent MARTRILLE

47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Docteur Julien BROSEUS – Docteure Maud D'AVENI

2° sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Docteure Lina BOLOTINE

3° sous-section : (*Immunologie*)

Docteure Alice AARNINK (stagiaire)

4° sous-section : (*Génétique*)

Docteure Céline BONNET

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1° sous-section : (*Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*)

Docteur Philippe GUERCI

2° sous-section : (*Médecine intensive-réanimation*)

Docteur Antoine KIMMOUN

3° sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)

Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

2° sous-section : (*Neurochirurgie*)

Docteur Fabien RECH (stagiaire)

3° sous-section : (*Psychiatrie d'adultes ; addictologie*)

Docteur Thomas SCHWITZER (stagiaire)

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

4° sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3° sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire*)

Docteur Fabrice VANHUYSE

4° sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire*)

Docteure Nicla SETTEMBRE

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)

Docteur Anthony LOPEZ

2° sous-section : (*Chirurgie viscérale et digestive*)

Docteur Cyril PERRENOT

54° Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

4° sous-section : (*Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; Gynécologie médicale*)

Docteure Eva FEIGERLOVA

5° sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*)

Docteur Mikaël AGOPIANTZ (stagiaire)

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : (*Oto-Rhino-Laryngologie*)

Docteur Patrice GALLET

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^e Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

7^e Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19^e Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

64^e Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^e Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Christophe NEMOS

66^e Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

69^e Section : NEUROSCIENCES

Madame Sylvie MULTON

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Cédric BERBE - Docteure Kénora CHAU

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
*Research Institute for Mathematical Sciences de
Kyoto (JAPON)*

Professeure Maria DELIVORIA-
PAPADOPOULOS (1996) *Université de
Pennsylvanie (U.S.A)*
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de Wuhan (CHINE)
Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (U.S.A)
Professeur Martin EXNER (2012)
Université de Bonn (ALLEMAGNE)

A notre Maitre et Président et Directeur de thèse,

Monsieur le Professeur Serge BRACARD

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Radiologie et Imagerie Médicale

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant la présidence de notre thèse.

Votre expérience et votre savoir sont une source d'inspiration inépuisable.

Qu'il nous soit possible d'exprimer ici notre grande reconnaissance et notre profond respect.

A notre Maitre et Juge,

Monsieur le Professeur René ANXIONNAT

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Radiologie et Imagerie Médicale

Vous nous faites l'honneur de juger notre travail.

Votre disponibilité et votre pédagogie est un exemple pour nous tous.

Nous vous remercions de nous permettre de poursuivre notre formation à vos côtés.

Veillez recevoir le témoignage de notre gratitude et de notre plus sincère respect.

A notre Maitre et Juge

Monsieur le Professeur Sébastien RICHARD

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Neurologie

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail et de l'intérêt que vous lui portez.

Apprendre et travailler à vos côtés a toujours été un plaisir, et ce depuis notre externat.

Merci de nous avoir enseigné le versant clinique de notre science.

Veillez trouver ici l'expression de notre profond respect.

A notre Maitre et Juge

Monsieur le Professeur Benjamin GORY

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Radiologie et Imagerie Médicale

Nous vous remercions vivement d'avoir permis la réalisation de ce travail.

Votre dynamisme et votre passion pour la Neuroradiologie Interventionnelle sont une grande source de motivation.

Nous sommes reconnaissants pour votre disponibilité.

Nous tenons à exprimer ici notre amitié, et notre profond respect.

A mes Maitres d'Internat,

Monsieur le Professeur Bracard
Monsieur le Professeur Anxionnat
Monsieur le Professeur Gory
Monsieur le Professeur Braun
Madame le Docteur Mainard-Simard
Monsieur le Professeur Richard
Monsieur le Professeur Debouverie
Monsieur le Professeur Blum
Monsieur le Professeur Gondim-Teixeira
Monsieur le Professeur Régent
Madame le Professeur Laurent
Monsieur le Professeur Claudon
Monsieur le Professeur Mandry
Monsieur le Professeur Felblinger
Monsieur le Professeur Naggara
Madame le Professeur Oppenheim
Monsieur le Professeur Meder

Et à leurs collaborateurs :

Madame le Docteur Anne-Laure Derelle	Monsieur le Docteur J. De Verbizier
Monsieur le Docteur Liang Liao	Monsieur le Docteur O. Grospretre
Monsieur le Docteur Romain Tonnelet	Madame le Docteur Isabelle Petit
Madame le Docteur Charlotte Barbier	Monsieur le Docteur Xavier Orry
Monsieur le Docteur Javier Anon	Madame le Docteur A-S Guerard
Madame le Docteur Emmanuelle Schmitt	Madame le Docteur Stéphanie Bravetti
Madame le Docteur Sophie Planel	Madame le Docteur Auréline Viard
Madame le Docteur Florence Beuret	Madame le Docteur Clémence Burgain
Madame le Docteur Marie-Alexia Ottenin	Madame le Docteur Foteini Filipitzi
Madame le Docteur Laure Rivail-Eloy	Madame le Docteur Marion Mercier
Madame le Docteur Marie-Agnès Galloy	Monsieur le Docteur Rémi Dupres
Madame le Docteur Lisa Humbertjean	Madame le Docteur Gabriella Hossu
Madame le Docteur Gioia Mione	Madame le Docteur Marine Beaumont
Monsieur le Docteur Matthieu Bonnerot	Monsieur le Docteur Grégoire Boulouis
Monsieur le Docteur J-C Lacour	Monsieur le Docteur Denis Trystram
Monsieur le Docteur Matthias Louis	Monsieur de Docteur Wagih Ben Hassen
Monsieur le Docteur Bruno Grignon	Madame le Docteur Christine
Madame le Docteur A-S Formery	Rodriguez-Régent
Monsieur le Docteur Pierre Padoin	
Monsieur le Docteur Omar Bakour	

Veillez recevoir l'assurance de ma gratitude et de mon profond respect.

Remerciements

Aux frères et sœurs de la Malgrange, merci d'avoir fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui, je suis fier d'avoir grandi à vos côtés.

A la Réunion Divine, vous savez déjà tout.

Aux « Cop's », SANS ordre de préférence : Bruce et Lou, Chouchitte et GP, Mika et Chlo', Mat' et Marg', Delph', GJ et Mathi', puis enfin Chris mon pote, pas si discrets mais pourtant si fidèles.

Aux compagnons de l'externat, Thomas, Noémie, PAL, Jean-Charles, Mathieu, Aël, merci d'avoir fait de cette D3 et de cette D4 des années pas si désagréables.

Aux collègues internes radiologues et neurologues, pour votre compagnie, dans la difficulté comme dans la bonne humeur.

A Anne-Laure, Romain, Liang et Benjamin en angio, **à Emmanuelle et Sophie** en diagnostic, pour votre compagnonnage au quotidien, merci de m'apprendre ce si beau métier.

A Sainte-Anne, à Olivier, Wagih, Christine, Denis et Grégoire pour ce si bel été.

Aux amis des Jeunes en Neuroradiologie Interventionnelle, le JENI, pour notre enthousiasme et notre dynamisme.

A toute l'équipe de manipulateurs et infirmières de Neuroradiologie, pour tout ce que vous faites pour nos patients et pour toute l'aide que vous nous apportez tous les jours.

Merci aux équipes de **radiologie pédiatrique, de l'USINV, de Guilloz, de Brabois et du CHSA**.

A toute l'équipe d'IADI et du CIC-IT, merci de m'avoir initié à votre science, source de collaborations futures.

A ma belle-famille, Sophie, Xavier et Julie, pour tout que vous faites pour nous.

A mon frère, David, à toi de jouer !

A mes parents, 你们让我学习长大，让我梦想飞翔。我一步一步向前走，带着感恩的心。爸爸，妈妈，谢谢。

A Berlioz, notre fidèle compagnon.

A Manon, merci pour le bonheur et l'énergie que tu me donnes, merci pour cette famille que l'on construit. A notre Amour, à notre Vie.

A Louis, je ferai tout pour être le meilleur des papas.

SERMENT

“Au moment d’être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d’être fidèle aux lois de l’honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J’interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l’humanité.

J’informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n’exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l’indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire. Admis dans l’intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l’intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l’indépendance nécessaire à l’accomplissement de ma mission. Je n’entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J’apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu’à leurs familles dans l’adversité. Que les hommes et mes confrères m’accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j’y manque.”

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABRÉVIATIONS	17
PRESENTATION DU SUJET DE THESE	18
I) INTRODUCTION.....	19
II) IMAGERIE DE L'OCCLUSION	20
a) <i>IRM</i>	21
b) <i>Angioscanner</i>	24
c) <i>La charge thrombotique</i>	24
III) TECHNIQUES DE THROMBECTOMIE	25
a) <i>La thrombectomie mécanique</i>	26
b) <i>Stent retriever</i>	27
c) <i>Aspiration distale</i>	27
IV) EVALUATION DE LA THROMBECTOMIE MECANIQUE	27
a) <i>Évaluation radiologique</i>	28
b) <i>Évaluation clinique</i>	29
c) <i>Corrélation clinico-radiologique</i>	30
d) <i>Les complications</i>	30
OBJECTIF DE TRAVAIL	34
ARTICLE	36
PERSPECTIVES ET CONCLUSION	47
I) Perspectives	48
a) <i>Composition du Caillot et association avec l'Étiologie de l'AVC</i>	49
b) <i>Composition du Caillot et association avec le délai, le taux de recanalisation et le pronostic clinique</i>	51
c) <i>Phénotype angiographique de l'occlusion</i>	51
d) <i>L'essai VECTOR</i>	52
II) Conclusion	53
ANNEXES	54
RÉFÉRENCES	57

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ASTER : Contact Aspiration versus Stent Retriever for Successful Revascularization

AIC : Accident Ischémique Cérébral

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

CBS: Clot Burden Score

ECASS: European Cooperative Acute Stroke Study

GRE : Echo de Gradient

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

mRS : modified Rankin Scale

mTICI : modified Thrombolysis in Cerebral Infarction

NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale

TDM : Tomodensitométrie

THRACE : THRomnectomie des Artères CErebrales

TIV: Thrombolyse Intra Veineuse

TM : Thrombectomie Mécanique

SVS: Susceptibility Vessel Sign

SWI: Susceptibility Weighted Imaging

TE: Temps d'Echo

TR: Temps de Répétition

PRÉSENTATION DU SUJET DE THÈSE

I) INTRODUCTION

Les accidents vasculaires cérébraux (AVC) sont la première cause de handicap, la seconde cause de démence et la troisième cause de mortalité en France. Problème majeur de santé publique, il s'agit d'une pathologie fréquente : plus de 120000 patients sont victimes d'un AVC par année, et grave. Avant l'ère des thérapies de reperfusion, la mortalité concernait un patient sur quatre à 6 mois. 85% des AVC sont ischémiques et 40% d'entre eux sont dues à une occlusion artérielle proximale (1). L'ischémie cérébrale est causée par l'interruption du flux sanguin artériel à destination encéphalique, un caillot étant le plus souvent à l'origine de l'occlusion. L'arrêt de la circulation, ne permettant plus l'apport suffisant en oxygène et en éléments nutritifs, entraîne la baisse du débit sanguin cérébral et ainsi la mort tissulaire. Trois étapes se succèdent lors du processus ischémique : un cœur nécrotique, central, irréversiblement lésée, et cliniquement symptomatique ; une zone de pénombre ischémique, hypoperfusée, cliniquement symptomatique pouvant évoluer vers la nécrose ; et une zone d'oligémie, modérément hypoperfusée, cliniquement asymptomatique.

La gravité de l'AVC dépendra de la localisation et de l'étendue de l'atteinte ischémique (2), tandis que le pronostic dépendra du délai de la prise en charge médicale et de l'efficacité des techniques de revascularisation. Ces thérapies ont pour rationnel la désobstruction artérielle permettant la reperfusion du territoire cérébral irrigué et ainsi de limiter la progression de la pénombre ischémique vers la nécrose qui se produit essentiellement au cours des premières heures suivant l'apparition des premiers symptômes, représentant ainsi la fenêtre thérapeutique indiquant les traitements de revascularisation.

Deux techniques de revascularisation sont disponibles à ce jour : la première, historiquement depuis les années 2000, médicamenteuse par thrombolyse intra veineuse et la seconde, par voie endovasculaire : la thrombectomie mécanique depuis 2015. A ce jour, deux techniques endovasculaires sont disponibles pour la thrombectomie mécanique : le stent retriever et l'aspiration distale

La thrombectomie mécanique et la thrombolyse intra veineuse étant des thérapies non sans risque, le bilan diagnostique par imagerie non invasive se doit d'être rapide et fiable afin d'éliminer un processus hémorragique, de déterminer l'étendue de l'ischémie et de localiser l'occlusion afin de décider de la meilleure stratégie thérapeutique possible. L'occlusion, comme cible thérapeutique primaire, hormis les thérapies de neuroprotection, peut être quantifiée à l'imagerie, par l'estimation de la charge thrombotique.

L'objectif de ce travail a été de comparer l'efficacité des deux techniques de thrombectomie existante actuelle, selon la charge thrombotique intra crânienne à la phase aiguë des accidents ischémiques cérébraux par occlusion proximale de la circulation antérieure.

II) IMAGERIE DE L'OCCLUSION

Les progrès de l'imagerie par résonance magnétique et la récente possibilité de récupérer le matériel thrombotique après thrombectomie mécanique ont permis des recherches sur le caillot en lui-même. Les études sur l'imagerie de l'occlusion artérielle intra crânienne ont ouvert un nouveau champ d'exploration dans l'imagerie de l'AVC

permettant une estimation de la composition du thrombus et en prédire ainsi l'étiologie de l'AVC. La composition habituelle d'un caillot en cas d'accident ischémique est un mélange de fibrine, plaquettes, globules blancs et de globules rouges (3). Une meilleure caractérisation de l'occlusion et du thrombus est essentielle dans l'hypothèse d'adapter au mieux la stratégie thérapeutique en fonction. En effet en plus de l'étiologie de l'AVC, la caractérisation à l'imagerie de l'occlusion, véritable biomarqueur à IRM, semble être corrélé au succès des thérapies de recanalisation selon la littérature (4,5).

a) IRM

La séquence T2 Écho de Gradient (GRE), plus communément nommé T2* et les séquences de susceptibilité magnétiques font parties intégrantes du protocole d'imagerie initial diagnostique d'accident ischémique cérébral. Leur utilité première est d'éliminer un processus hémorragique avant d'éventuellement débiter une stratégie de revascularisation. Ces séquences permettent également de localiser l'occlusion et de visualiser le thrombus dans certains cas.

La relaxation T2* correspond à la décroissance exponentielle de la relaxation transversale, accélérée, en écho de gradient c'est à dire suivant un pulse de radiofréquence, sans le pulse de 180° (à la différence de la relaxation T2) (**Figure 1**).

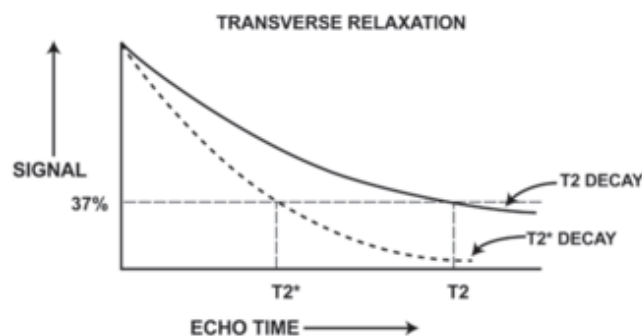


Figure 1 : Schéma de la relaxation T2 et T2*. D'après Chavhan et al. (6)

La susceptibilité magnétique, grandeur adimensionnelle notée χ_m (khi) désigne la capacité d'un matériau à s'aimanter en présence d'un champ magnétique externe. Il est le reflet des propriétés magnétiques du matériau ou du tissu. Sous l'action d'un champ magnétique (B_0), les moments magnétiques électroniques et nucléaires d'un matériau vont se diviser en différents niveaux d'énergie, parallèle ou anti-parallèle, en résulte dans le milieu une aimantation. Lorsque χ_m est négatif, le corps dans lequel apparait l'aimantation est diamagnétique. Lorsque χ_m est positif, le corps est dit paramagnétique et lorsque χ_m est très élevé, le corps est dit ferromagnétique. Un thrombus, à l'origine de l'occlusion artérielle dans les accidents ischémiques, est en partie composé de désoxyhémoglobine. Il s'agit d'une protéine avec une structure quaternaire constituée de 4 chaînes de globines et de quatre hèmes accueillant en son centre un atome de fer, destiné à lier les molécules d'oxygène. En l'absence de liaison à l'oxygène, l'écart d'énergie devient plus faible, conférant un caractère paramagnétique à la désoxyhémoglobine.

Les principes du signal recueilli en $T2^*$ sont basés sur les interactions spin-spin et la sensibilité de la séquence aux inhomogénéités du champ magnétique induites par l'imperfection de l'aimant mais surtout par les perturbations locales de champ créées par l'environnement moléculaire. Ces inhomogénéités, causant des distorsions géométriques, seront traduites par des artefacts en hyposignal en $T2^*$ (6).

Ainsi, un thrombus par ces caractéristiques peut être visualisé par ces techniques d'IRM, par l'intermédiaire d'un hyposignal correspondant au « blooming effect artefact » au sein d'une artère cérébrale, que l'on nomme « Susceptibility Vessel Sign » (SVS) (7) **(Figure 2)**.

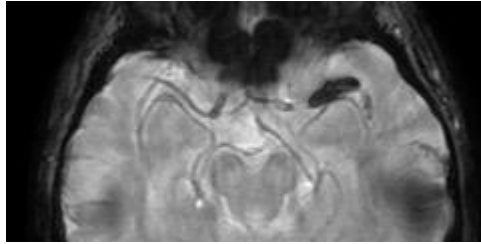


Figure 2 : IRM cérébrale - Séquence pondérée T2* avec SVS au sein de l'artère cérébrale moyenne gauche

Récemment, les nouvelles séquences de susceptibilité SWAN (*General Electric*), SWI (*Siemens, Erlangen, Allemagne*) et VenoBOLD (*Philips*), sont acquises en écho de gradient, avec un Temps d'Echo (TE) élevé, favorisent le phénomène de susceptibilité (8). Ces séquences sont en 3D, à haute résolution spatiales, permettent une analyse vasculaire et sont plus sensible pour la détection du SVS (9).

La caractérisation morphologique de ce SVS Two layered (TL-SVS), et l'overestimated ratio (OverR) correspondant au ratio entre l'épaisseur du SVS sur le diamètre de l'artère (10) (**Figure 3**), permettent d'obtenir une valeur quantitative de cet artefact. L'analyse du temps de relaxation T2*, couramment utilisé en IRM cardiaque et hépatique, permet une cartographie de ce paramètre et ainsi estimer la quantification de la charge ferrique, à l'origine de l'artefact (11)



Figure 3 : TL-SVS à gauche et OverR à droite. D'après Bourcier et al. (10)

b) Angioscanner

La tomodensitométrie (TDM) cérébrale est une technique validée et hautement disponible pour poser le diagnostic initial d'AVC ischémique. L'imagerie de l'occlusion en TDM se fait par l'intermédiaire d'une acquisition spiralée avec injection de produit de contraste au temps artériel, angioscanner, proposée dans notre centre selon le protocole suivant : Volume : 25cc Débit : 5cc/s Durée d'injection : 5 secondes. L'occlusion est ainsi déterminée par l'absence d'opacification, dans le cas d'une occlusion proximale, par un défaut endoluminal (**Figure 4**).

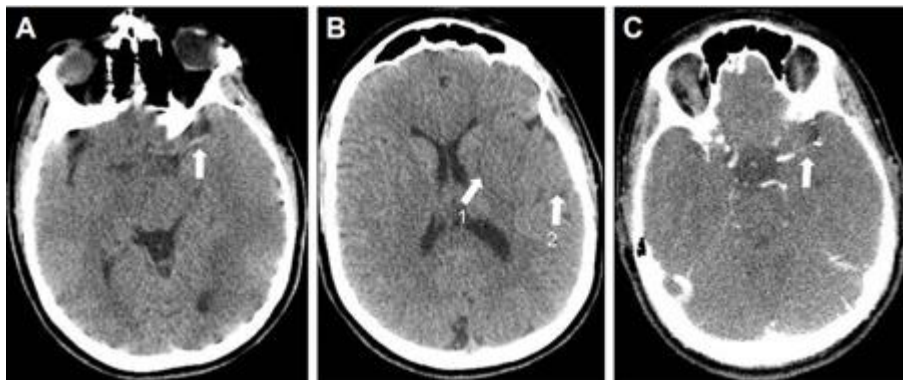


Figure 4 : TDM cérébrale en contraste spontané avec hyperdensité au sein de l'artère cérébrale moyenne gauche (flèche blanche) (A) et défaut d'opacification en angioscanner (C). Effacement du noyau lenticulaire gauche (flèche 1), et des sillons corticaux (flèche 2) (B). D'après Zhu et al. (12)

c) La charge thrombotique

Résultant du SVS à l'IRM, et du défaut d'opacification en angioscanner, le Clot Burden Score (CBS) caractérise de manière simple et reproductible la charge thrombotique intracranienne. Le CBS est un score côté de 0 à 10, selon Puetz et al (13). 2 points sont soustraits, lorsque le thrombus est situé au sein de la portion terminale de l'artère carotide interne, 2 points également au sein de la portion proximale ou distale de l'artère cérébrale moyenne, et 1 point pour les branches M2 et de l'artère cérébrale antérieure. Ainsi un score de 10 points représente l'absence de thrombus tandis qu'un score de 0 signifie l'occlusion totale et étendue de la circulation antérieure (**Figure 5**).

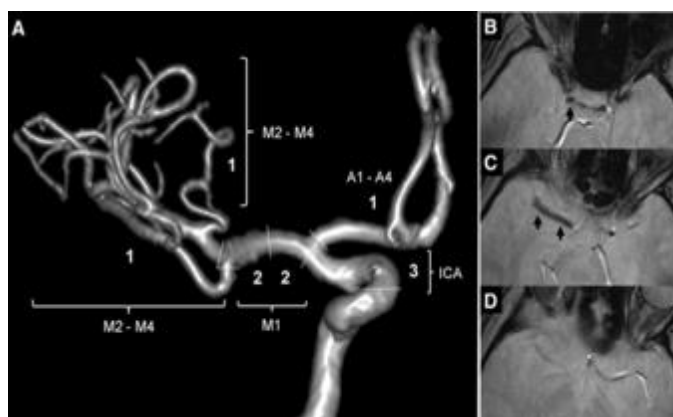


Figure 5 : Schéma de la cotation du CBS d'après Legrand et al. (14)

Cependant le CBS ne peut être établi à l'IRM uniquement lors de la présence d'un SVS. En effet, le SVS est inconstant, il est retrouvé dans 70% des IRM des patients inclus dans l'étude ASTER (4), ce dernier ayant comparé les deux techniques existantes de thrombectomie mécanique dans les occlusions aiguës proximales intra crâniennes. Les propriétés magnétiques du caillot en imagerie de susceptibilité est donc variable et semble être corrélé avec la composition du thrombus selon la littérature (5).

A l'angiographe, l'estimation de la charge thrombotique dépend de la circulation collatérale rétrograde jusqu'au niveau de l'occlusion, déterminant le défaut d'opacification, limitant la fiabilité de cette estimation par cette modalité.

III) TECHNIQUES DE THROMBECTOMIE

Dans les années 2000, l'apparition de la thrombolyse intra veineuse (TIV) par rT-PA, a permis une amélioration du pronostic fonctionnel. En 2014, une méta-analyse de 6756 patients, comparant la TIV versus placebo ou groupe contrôle ouvert, a montré que la TIV, administrée dans les premières 4 h 30 après le début des symptômes, améliorait significativement le pronostic fonctionnel, et ce d'autant plus qu'il est administré précocement (odd ratio (OR) = 1,75 ; Intervalle de Confiance à 95 % (IC95%) =1,35 –

2,27) (15). Suite à l'avènement de la thrombectomie mécanique, en 2015, six essais multicentriques controlés et randomisés (16-21), étudiés dans une méta analyse (22), ont validés ce traitement combiné comme étant le traitement de référence des accidents ischémiques cérébraux par occlusion proximale à la phase aiguë.

a) La thrombectomie mécanique

La thrombolyse intra veineuse (TIV), associée à la thrombectomie mécanique (TM) (**Figure 6**) a récemment démontré leur efficacité en cas d'occlusion proximale de la circulation artérielle cérébrale comparativement à la TIV seule (22). Il faut traiter, en moyenne, 2,6 patients pour qu'un patient soit autonome (score de Rankin modifié [mRS] 0-2) à 3 mois (1). La TM permet une réduction significative du niveau de handicap fonctionnel comparativement à la TIV appliquée seule.

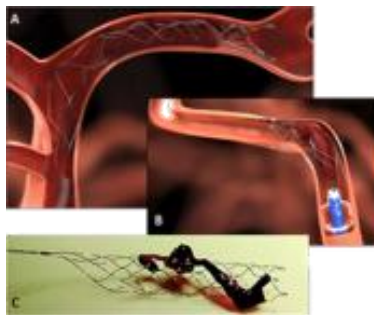


Figure 6 : Thrombectomie mécanique par Stent Retriever (*CHU de Grenoble*)

La TM peut être pratiquée sous sédation ou anesthésie locale, ou nécessiter le recours à l'anesthésie générale, le choix de la technique d'anesthésie étant décidé pour chaque patient conjointement par l'anesthésiste et le neuroradiologue interventionnel. Après une ponction artérielle fémorale commune, un cathéter porteur de large calibre (6 à 8 French), est placé dans l'artère carotide interne ou l'artère vertébrale, à l'étage cervical en amont de l'artère cérébrale occluse. Une série artériographique avec injection de

produit de contraste iodé au sein de ce cathéter confirme et précise le degré de l'occlusion intracrânienne. La thrombectomie est ensuite réalisée selon trois techniques : soit par aspiration, soit par déploiement transitoire d'un stent-retriever, soit une combinaison de ces deux techniques.

b) Stent retriever

Le stent retriever est un dispositif en nitinol maillé et tubulaire, placé au sein du thrombus afin de le capturer dans ses mailles. Dans ce dernier cas, une aspiration peut être réalisée via le cathéter porteur au moment du retrait du stent, afin d'éviter la fragmentation du thrombus dans le réseau artériel d'aval.

c) Aspiration distale

La technique de TM par aspiration distale se fait par l'intermédiaire de cathéter souples et de bon calibre permettant, au contact du caillot, une aspiration générée par une pompe ou une seringue manuelle.

Par ailleurs, ces deux techniques peuvent être associée, appelée technique combinée.

L'échec répété d'une technique incitera l'opérateur à procéder à un changement de technique.

IV) EVALUATION DE LA THROMBECTOMIE MECANIQUE

Le succès de la TM est naturellement associé à une reperfusion angiographique, et ainsi fortement associé au pronostic clinique, deux critères sur lesquels la thérapie de recanalisation est évaluée.

a) Évaluation radiologique

La reperfusion complète et précoce est l'objectif premier du traitement de l'AIC en phase aiguë afin de limiter l'extension du volume nécrotique et les séquelles neurologiques fonctionnelles. La perfusion cérébrale initiale s'évalue dès la première acquisition angiographique, confirmant par ailleurs l'occlusion, sa localisation, ainsi que la qualité de la circulation collatérale. Le score mTICI, retenu de manière consensuelle en 2013 comme le critère le plus pertinent (23), évalue la perfusion antérograde en pourcentage du territoire vascularisé par l'artère occluse, et s'applique principalement au niveau du territoire de l'artère cérébrale moyenne. Il est dérivé du score TIMI (Thrombolysis In Myocardial Infarction) appliqué en coronarographie pour les occlusions/sténoses coronaires et TICI (Thrombolysis In Cerebral Infarction). Il permet ainsi de standardiser l'évaluation de la qualité de la reperfusion compte tenu d'une bonne reproductibilité inter-observateur. Il s'évalue en artériographie sur le blush capillaire au temps parenchymateux. Il est coté de 0 (absence) à 3 (complète) avec une dichotomisation en 2a et 2b (plus ou moins 50% du territoire) (**Annexe 1**) (**Figure 7**). La cotation 2c, correspondant à une reperfusion de plus de 90% du territoire, a été récemment décrit (24). Les dispositifs actuels permettent une reperfusion mTICI \geq 2b dans 70% des cas (22). Cependant, le score mTICI ne prend pas en compte la localisation éloquente ou non du territoire incriminé, avec des conséquences cliniques variables selon le territoire concerné. De plus, le score mTICI a été validé pour les occlusions de la circulation antérieure alors que d'autres scores, tel que l'Arterial Occlusive Lesion (AOL), semblent avoir une meilleure reproductibilité pour les occlusions de la circulation postérieure.

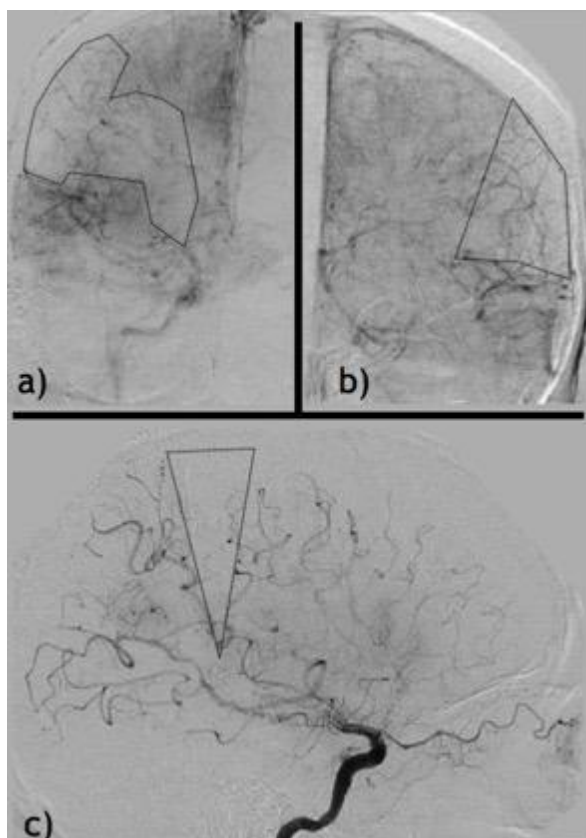


Figure 7. Le score mTICI : a) 2a, b) 2b, c) 2c. D'après Zhu et al. (25).

b) Évaluation clinique

La récupération clinique permet d'évaluer le succès technique de la TM. Elle est évaluée par le score National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) (**Annexe 2**), score diagnostic et pronostic utilisé à la phase aiguë des AIC, reprenant un examen neurologique exhaustif de 15 items. Le niveau d'autonomie à la phase chronique est évalué à 3 mois par le mRS (**Annexe 3**). L'évolution clinique est considérée comme favorable lorsque le mRS est compris entre 0 et 2 à 3 mois, correspondant à une autonomie dans les activités de la vie courante. Le score NIHSS à 24 heures est fortement corrélé au score mRS à 3 mois.

c) Corrélation clinico-radiologique

Le succès de la TM s'évalue sur un faisceau d'argument clinico-radiologique associant reperfusion angiographique et récupération clinique. Le score mTICI est fortement corrélé à l'évolution clinique. Il a été ainsi démontré qu'un score mTICI \geq 2b, considéré comme un succès technique, s'associe à une évolution clinique favorable à 3 mois, faisant de la reperfusion angiographique le plus puissant facteur pronostic (23), l'ensemble étant naturellement corrélé au volume infarcté final. Des travaux récents ont montré que les patients avec une reperfusion mTICI \geq 2c présentaient un meilleur pronostic (mRS 0-2) que les patients présentant un score mTICI \geq 2b, mais similaire à ceux avec un score mTICI 3. L'obtention d'une reperfusion mTICI 2c/3 en fin de procédure semblerait donc être l'objectif final d'une TM (26). La recanalisation seule n'est cependant pas synonyme de reperfusion, soulevant ainsi la question de la recanalisation futile, ce pourquoi les indications de revascularisation sont actuellement discutées, en privilégiant le mismatch clinico-radiologique plutôt que des arguments exclusivement radiologiques.

d) Les complications

La TM s'évalue également sur l'absence de complication durant le geste et au cours des premières heures.

1) Les complications hémorragiques

Les complications hémorragiques se distinguent par deux types. La première, la transformation hémorragique d'un AIC, extrinsèque au geste endovasculaire, concerne toute stratégie de reperfusion et s'explique par des mécanismes hémodynamiques et cellulaires altérant la barrière hémato-encéphalique lors du rétablissement de la

reperfusion du territoire concerné. La seconde, bien que rare, est directement liée au geste par traumatisme direct de la paroi artérielle. En effet, les cathéters utilisés, jusqu'à 9 French de diamètre au sein de la carotide interne, et la navigation intracrânienne, exposent au risque iatrogène de perforation estimée à 1% quel que soit la technique utilisée, (**Figure 8**) et de dissection artérielle estimée à 3% dans l'essai THRACE (16). Ces complications sont à différencier d'une suffusion hémorragique sous-arachnoïdienne, asymptomatique, fréquemment observé sur les scanners de contrôle précoces et expliquée par les phénomènes de traction exercées sur les artères lors des manœuvres mécaniques de retrait du thrombus. L'ensemble des complications hémorragiques, estimé à 4-5% dans la méta-analyse HERMES, n'est pas plus élevé comparativement à la TIV appliquée seule (22). Elles peuvent être classifiées selon l'European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS) (**Annexe 3**) à l'imagerie de contrôle réalisée à 24 heures du geste de reperfusion (27). L'imagerie par résonnance magnétique est plus sensible que le scanner avec les séquences de susceptibilité magnétique, de type T2* ou SWAN. Les complications hémorragiques sont considérées comme symptomatiques si elles sont associées à une dégradation clinique mesuré par une augmentation d'au moins 4 points du score NIHSS à 24 heures comparativement au score NIHSS d'admission, ou au décès (27).

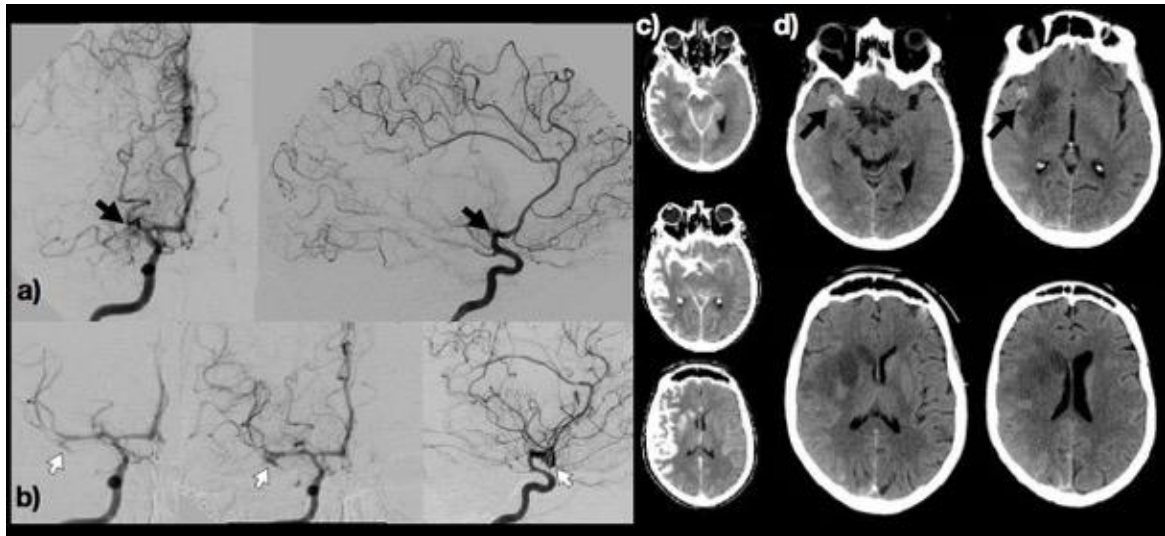


Figure 8. Complication hémorragique : a) Occlusion proximale de l'ACM droite (flèches noires) b) Extravasation de produit de contraste témoignant d'une perforation vasculaire après recanalisation (flèches blanches) c) Scanner de contrôle post thérapeutique. Signes d'extravasation sous arachnoïdienne diffuse de produit de contraste iodé d) Scanner de contrôle à 72 heures. Constitution de l'AVC sylvien droit et hématome spontanément hyperdense en lieu et place de la perforation (flèches noires). D'après Zhu et al. (25).

2) Les complications thrombo-emboliques

Le retrait mécanique du thrombus combiné au flux circulatoire antérograde provenant de la carotide interne expose au risque de fragmentation et de migration du caillot. Par conséquent, la complication principale est la migration d'un ou de plusieurs embolies au niveau du même territoire ou au niveau d'un nouveau territoire indemne de toute atteinte ischémique. L'atteinte d'un nouveau territoire est estimée à 6% des complications procédurales (16). Elles surviennent majoritairement au niveau du territoire de l'artère cérébrale antérieure homolatérale dans le cas d'une occlusion de l'artère cérébrale moyenne, et vice versa (**Figure 9**). L'utilisation d'un cathéter à ballon, permettant une occlusion transitoire de la carotide interne durant le retrait du thrombus, réduirait ce risque embolique et semble corrélé à une meilleure reperfusion et un meilleur pronostic clinique. Par ailleurs, les dispositifs mécaniques actuels peuvent être responsables d'un vasospasme, qui ne nécessite dans la plupart des cas aucun traitement.

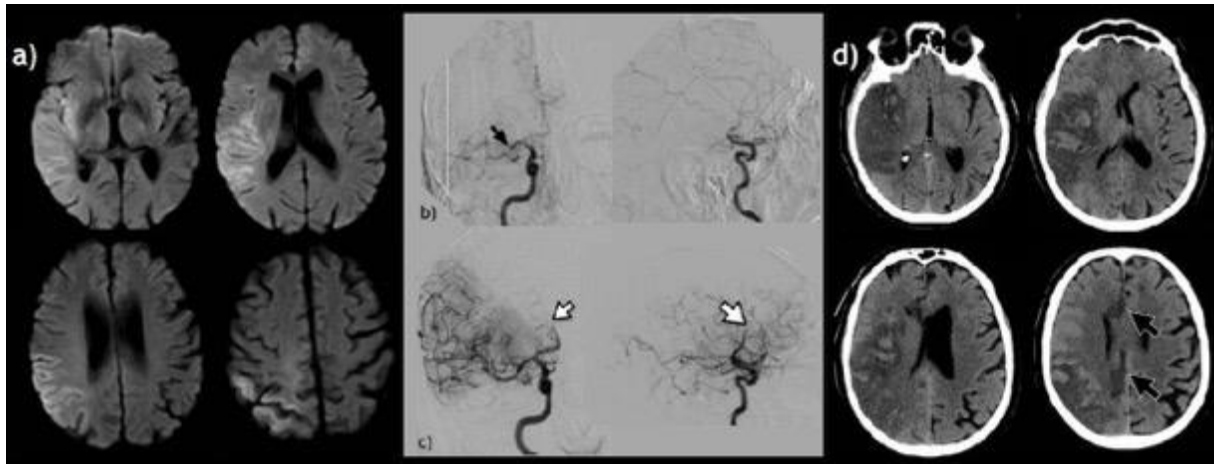


Figure 9. Embolisation d'un nouveau territoire : a) Séquence de Diffusion : AVC ischémique sylvien droit
 b) Angiographie initiale. Occlusion proximale de l'ACM droite (flèche noire) c) Angiographie post
 procédure. Apparition d'un nouvel embole dans la portion A2 de l'artère cérébrale antérieure droite
 (flèches blanches). Recanalisation mTICI 2b du territoire de l'ACM droite c) Scanner de contrôle :
 Constitution de l'AVC sylvien droit et apparition de lésion ischémiques du territoire de l'artère cérébrale
 antérieure droite (flèches noires). D'après Zhu et al. (25).

OBJECTIF DE TRAVAIL

La relation entre la charge thrombotique et l'efficacité thérapeutique a déjà été établie essentiellement pour la thrombolyse intra veineuse et, est actuellement discutée pour la thrombectomie mécanique. La corrélation a été étudiée pour les deux techniques de thrombectomie, cependant de manière distincte et avec des résultats discordants dans la littérature.

L'objectif de ce travail a été de comparer l'efficacité angiographique, l'efficacité clinique et le taux de complication des deux techniques de thrombectomie en fonction de la charge thrombotique intra crânienne quantifiée par le CBS, dans une analyse post-hoc de l'essai ASTER (Contact Aspiration versus Stent Retriever for Successful Revascularization) (28).

ASTER, était un essai prospectif multicentrique randomisé français, mené d'octobre 2015 à octobre 2016, ayant comparé l'efficacité du stent retriever face à l'aspiration distale sur la recanalisation angiographique, la récupération clinique et les risques de complications (28). La stratégie de première ligne par aspiration distale n'a pas démontré de supériorité face à la technique par stent-retriever.

Le travail présenté ci-dessous a été publié dans la revue *Stroke* en Juillet 2018 (29).

ARTICLE

Original Contribution

Similar Outcomes for Contact Aspiration and Stent Retriever Use According to the Admission Clot Burden Score in ASTER

François Zhu, MD; Bertrand Lapergue, MD, PhD; Maéva Kyheng, BST; Raphael Blanc, MD, MSc; Julien Labreuche, BST; Malek Ben Machaa, MSc; Alain Duhamel, PhD; Gautier Marnat, MD; Suzana Saleme, MD; Vincent Costalat, MD, PhD; Serge Bracard, MD; Sébastien Richard, MD, PhD; Hubert Desal, MD, PhD; Mikael Mazighi, MD, PhD; Arturo Consoli, MD; Michel Piotin, MD, PhD; Benjamin Gory, MD, PhD; for the ASTER Trial Investigators*

Background and Purpose—The clot burden score (CBS) at admission reliably evaluates the thrombus burden in acute ischemic stroke patients with anterior circulation large vessel occlusion. Mechanical thrombectomy has been diversified, especially with contact aspiration technique, and its efficiency with respect to the thrombus burden is not known. We compared reperfusion, adverse events, neurological recovery, and 90-day functional outcome of stent retriever use versus contact aspiration according to the admission CBS.

Methods—This is a post hoc analysis of the ASTER (Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization) randomized trial. The primary outcome was successful reperfusion after all procedures, defined as modified Thrombolysis in Cerebral Infarction scores 2b/3. Secondary outcomes were 90-day functional outcome, assessed with the modified Rankin Scale. Safety outcomes included 90-day mortality and any intracerebral hemorrhage.

Results—A total of 231 randomized patients were included in this study: 114 patients had a CBS of 0 to 6 and 117 a CBS ≥ 7 at admission. Successful reperfusion at procedure end was achieved more frequently in patients with CBS ≥ 7 (88.9%) than patients with a CBS 0 to 6 (81.6%; fully adjusted risk ratio, 1.09; 95% confidence interval, 1.01–1.28). Favorable outcome (modified Rankin Scale score, 0–2) at 90 days was achieved in significantly more patients with CBS ≥ 7 (61.9%) than in patients with CBS 0 to 6 (41.8%; fully adjusted risk ratio, 1.19; 95% confidence interval, 1.02–1.40). No outcome differences of first-line mechanical thrombectomy strategy (aspiration versus stent) on any angiographic or clinical outcomes were observed between the 2 groups. We also found no evidence of interaction between first-line mechanical thrombectomy strategy and CBS groups regarding safety.

Conclusions—First-line mechanical thrombectomy with contact aspiration compared with stent retriever did not result in an increased successful reperfusion rate in acute ischemic stroke patients with large vessel occlusion of the anterior circulation according to the admission CBS. The latter, however, seems to be a reliable prognostic indicator of angiographic and clinical outcome. (*Stroke*. 2018;49:00-00. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.021120.)

Key Words: clot burden score ■ endovascular treatment ■ ischemic stroke ■ outcomes ■ thrombectomy

The clot burden score (CBS), evaluated at admission on computed tomography or magnetic resonance imaging, characterizes simply and reliably the intracranial arterial thrombus extent, located in the proximal anterior circulation.^{1,2} A relationship between CBS and recanalization success

has been demonstrated but mainly for intravenous thrombolysis. Concerning mechanical thrombectomy, the impact of CBS is not well known and is still under debate. Several trials have demonstrated the additional benefits of mechanical thrombectomy based on stent retrievers. The advent of new

Received February 8, 2018; final revision received April 9, 2018; accepted May 4, 2018.

From the Department of Diagnostic and Therapeutic Neuroradiology (F.Z., S.B., B.G.) and Department of Neurology (S.R.), Stroke Unit, University Hospital of Nancy, University of Lorraine, INSERM U1254, IADI, Nancy, France; Department of Stroke Center (B.L.) and Department of Neuroradiology (A.C.), Foch Hospital, Suresnes, France; Department of Interventional Neuroradiology, Rothschild Foundation, Paris, France (R.B., M.B.M., M.M., M.P.); Department of Biostatistics, University Lille, CHU Lille, EA 2694–Santé Publique: Epidémiologie et Qualité des Soins, France (M.K., J.L., A.D.); Department of Neuroradiology, University Hospital of Bordeaux, France (G.M.); Department of Interventional Neuroradiology, University Hospital of Limoges, France (S.S.); Department of Neuroradiology, Hôpital Gui de Chauliac, Montpellier, France (V.C.); and Department of Neuroradiology, Guillaume et René Laennec University Hospital, Nantes, France (H.D.).

*A list of ASTER Trial Investigators is given in the Appendix.

Guest Editor for this article was Giuseppe Lanzino, MD.

Correspondence to Benjamin Gory, MD, PhD, Department of Diagnostic and Therapeutic Neuroradiology, CHRU Nancy, Hôpital Central, 29 Ave du Maréchal de Lattre de Tassigny, 54035 Nancy, France. E-mail b.gory@chru-nancy.fr

© 2018 American Heart Association, Inc.

Stroke is available at <http://stroke.ahajournals.org>

DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.021120

thrombectomy techniques, such as contact aspiration, has diversified endovascular approaches and raises the question of the optimal approach for a large intracranial clot burden.² There are currently no comparative studies assessing and comparing the efficiency of these 2 different techniques according to the intracranial thrombus extent. This post hoc study of the randomized ASTER trial (Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization) aims to evaluate the efficiency of mechanical thrombectomy according to the admission CBS, on the 2 approaches, stent retriever versus contact aspiration.

Methods

The authors declare that all supporting data are available within the article.

Patient Selection

ASTER trial³ was a prospective, multicenter, randomized trial comparing efficacy and adverse events using the contact aspiration technique versus the standard stent retriever technique as first-line therapy in acute ischemic stroke patients with a large vessel occlusion, within 8 hours of symptom onset. The ASTER trial protocol¹ and consent form was approved by a central medical ethics committee. Additional inclusion and exclusion criteria have been reported previously.

Outcomes

The primary study outcome was the percentage of patients who achieved a successful reperfusion at the procedure end, defined as an modified Thrombolysis in Cerebral Infarction 2b/3. Secondary angiographic efficacy outcomes included the percentage of patients with near-complete reperfusion (modified Thrombolysis in Cerebral Infarction 2c/3) and complete reperfusion (modified Thrombolysis in Cerebral Infarction 3) at the end of the assigned first-line procedure, the successful, near-complete and complete revascularization at the end of all endovascular procedures, the rate of ≥ 2 passes of the device, and the rate of use of rescue therapy. The secondary efficacy clinical outcomes were 24-hour change in National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score, favorable and excellent outcomes (defined as a modified Rankin Scale score 0–2 and a modified Rankin Scale score 0–1, respectively) at 90 days, 90-day all-cause mortality, and hemorrhagic complications (any intracranial hemorrhage and parenchymal hematoma).

Data Analysis

All patients underwent computed tomography or magnetic resonance angiography at admission, before thrombectomy, to confirm occlusion of the intracranial carotid artery or the M1 or M2 branches of the middle cerebral artery. The clot burden was scored on a scale of 0 to 10, according to Puetz et al.¹ by an independent core laboratory, with a score of 2 subtracted if the thrombus was found in either of the supraclinoid intracranial carotid arteries, the proximal or the distal half of the middle cerebral artery trunk, and a score of 1 subtracted if the thrombus was found in the infraclinoid intracranial carotid artery, anterior cerebral artery, and for each affected M2 branch. Thus, a score of 10 indicates the absence of thrombus and a score of 0, a complete multisegment occlusion of the anterior circulation.

Statistical Analysis

Quantitative variables were expressed as means (SD) in the case of normal distribution or medians (interquartile range) otherwise. Categorical variables were expressed as numbers (percentage). Normality of distributions was assessed using histograms and the Shapiro-Wilk test. To assess the selection bias because of absence of CBS assessment by the core laboratory ($n=105$), baseline characteristics and outcomes were described according to patients with and

without core laboratory CBS assessment and the magnitude of the between-group differences was assessed by calculating the absolute standardized differences; an absolute standardized difference $>20\%$ was interpreted as a meaningful difference.⁴ Further analyses were performed on 231 patients who were treated with a first-line mechanical thrombectomy device and who underwent core laboratory assessment of CBS.

Primary analysis was conducted by dividing patients into 2 groups at a CBS value of 6 (0–6 versus ≥ 7). Bivariate comparisons in baseline characteristics between the 2 study groups were made using the Student *t* test for Gaussian continuous variables, the Mann-Whitney *U* test for non-Gaussian continuous variables, and the χ^2 test (or Fisher exact test when expected cell frequency was <5) for categorical variables, as appropriate. In addition, absolute standardized differences were calculated. Comparisons in angiographic and clinical binary outcomes between the 2 study groups were performed using generalized estimating equation models to take into account the center effect⁵; in addition to center, a prespecified adjustment for use of intravenous thrombolysis before mechanical thrombectomy and first-line strategy was applied. Adjusted relative risks for CBS ≥ 7 versus 0 to 6 were derived from the generalized estimating equation model as effect size using a Poisson distribution and a log function. Comparison in 24-hour changes in NIHSS score was performed using a linear mixed model with center as a random effect, intravenous thrombolysis before mechanical thrombectomy, first-line strategy, and baseline NIHSS as fixed effects; the mean difference in 24-hour change in NIHSS was derived from a linear mixed model as effect size. Comparisons between outcomes were further adjusted for meaningful baseline differences (except the site of intracranial occlusion because CBS incorporates occlusion location in its calculation). To avoid case deletion in multivariate analyses because of missing data, missing values were handled by multiple imputation using a regression switching approach (chained equations with $m=10$).⁶ The imputation procedure was performed under the missing at random assumption using all variables listed in Table 1 and outcomes with a predictive mean matching method for continuous variables and multinomial or binary logistic regression model for categorical variables. Estimates obtained in the different imputed data sets were combined using Rubin rules.⁷

Finally, we assessed the effect of the first-line strategy (contact aspiration versus stent retriever) on each outcome according to clot burden subgroups using generalized estimating equation or linear mixed models adjusted for center and intravenous thrombolysis before mechanical thrombectomy by including in models the corresponding multiplicative term. Statistical testing was conducted at the 2-tailed α -level of 0.05. No adjustment for multiple testing was applied, and thus results are considered exploratory. Data were analyzed using the SAS software, version 9.3 (SAS Institute, Cary, NC).

Results

From October 2015 to October 2016, a total of 381 patients were randomized in the ASTER trial, and 336 were treated by either contact aspiration or stent retriever as a first-line device. Of these, 231 patients with a CBS assessed by core laboratory were included in the present study after excluding patient with poor quality images, incomplete exams, or nondetected clot (Figure 1). One hundred sixty-eight patients were assessed by magnetic resonance imaging, 48 by computed tomography, and 15 by both. Baseline characteristics and outcomes of patients treated by first-line strategy with and without core laboratory assessment of CBS are available in the Table 1.

A total of 114 patients had a CBS of 0 to 6 and 117, a CBS ≥ 7 . Baseline characteristics according to the 2 study groups are shown in Table 2, and several meaningful differences were found. Patients in the lower CBS group were older, had a higher baseline NIHSS, and a longer time from symptom

Table 1. Baseline Characteristics and Outcomes in Patients With and Without Assessment of CBS by Core Laboratory

	Core Laboratory Assessment of CBS		ASD, %
	Yes (n=231)	No (n=105)	
Age, y; mean (SD)	69.3 (14.7)	69.9 (14.5)	4.0
Men	124/231 (53.7)	50/105 (47.6)	12.4
Direct admission	84/231 (36.4)	31/105 (29.5)	14.6
Medical history			
Hypertension	134/226 (59.3)	64/104 (61.5)	4.6
Diabetes mellitus	44/226 (19.5)	24/104 (23.1)	8.8
Hypercholesterolemia	87/225 (38.7)	33/103 (32.0)	13.9
Current smoking	42/194 (21.6)	15/88 (17.0)	11.7
Previous antithrombotic medications	107/225 (47.6)	54/105 (51.4)	7.7
Antiplatelet use	77/225 (34.2)	27/105 (25.7)	18.7
Anticoagulation	36/225 (16.0)	29/105 (27.6)	28.4
Coronary artery disease	38/222 (17.1)	21/105 (20.0)	7.4
Previous stroke or TIA	39/228 (17.1)	20/104 (19.2)	5.5
Current stroke event			
NIHSS score, median (IQR)*	18.0 (12.0 to 20.0)	18.0 (13.0 to 20.0)	10.6
ASPECTS, median (IQR)†	7.0 (5.0 to 9.0)	8.0 (6.0 to 9.0)	13.3
Prestroke Rankin Scale score ≥1	35/230 (15.2)	22/105 (21.0)	14.9
Site of occlusion			7.1
M1-MCA	167/231 (72.3)	76/105 (72.4)	
M2-MCA	28/231 (12.1)	11/105 (10.5)	
ICA	31/231 (13.4)	16/105 (15.2)	
Other‡	5/231 (2.2)	2/105 (1.9)	
Favorable collaterals	44/183 (24.0)	22/82 (26.8)	6.4
Suspected stroke cause			5.3
Large-artery atherosclerosis	20/231 (8.7)	8/105 (7.6)	
Cardioembolic	96/231 (41.6)	46/105 (43.8)	
Others	115/231 (49.8)	51/105 (48.6)	
Endovascular treatment			
Onset to groin puncture, min; median (IQR)‡	219 (180 to 270)	251 (187 to 298)	30.2
Onset to imaging§	110 (82 to 146)	115 (83 to 151)	3.1
Imaging to groin puncture¶	107 (63 to 142)	118 (70 to 164)	24.6
General anesthesia	25/231 (10.8)	20/105 (19.0)	23.2
First-line stent retriever strategy	112/231 (48.5)	57/105 (54.3)	11.6
Angiographic outcomes			
Reperfusion after first-line strategy			
mTICI 3	85/231 (36.8)	34/105 (32.4)	9.3
mTICI 2c/3	117/231 (50.6)	49/105 (46.7)	8.0
mTICI 2b/3	154/231 (66.7)	71/105 (67.6)	2.0
No. of passes >2	102/231 (44.2)	39/105 (37.1)	14.3
Use of rescue therapy	67/231 (29.0)	32/105 (30.5)	3.2
Reperfusion at the end of procedure			

(Continued)

Table 1. Continued

	Core Laboratory Assessment of CBS		ASD, %
	Yes (n=231)	No (n=105)	
mTICI 3	101/231 (43.7)	38/105 (36.2)	15.4
mTICI 2c/3	142/231 (61.5)	59/105 (56.2)	10.8
mTICI 2b/3	197/231 (85.3)	93/105 (88.6)	9.8
Procedural complications	44/231 (19.0)	15/105 (14.3)	12.8
Clinical outcomes			
ΔNIHSS at 24 h, mean (95% CI)¶	6.0 (0 to 11.0)	4.0 (-1.0 to 11.0)	21.4
Favorable outcome	116/223 (52.0)	37/99 (37.4)	29.8
Excellent outcome	92/223 (41.3)	29/99 (29.3)	25.2
90-d mortality	37/223 (16.6)	25/99 (25.3)	21.4
Hemorrhagic complications			
Any ICH	109/230 (47.4)	49/100 (49.0)	3.2
Parenchymal hematoma	37/230 (16.1)	15/100 (15.0)	3.0

ASD indicates absolute standardized difference; ASPECTS, Alberta Stroke Program Early CT Score; CBS, clot burden score; CI, confidence interval; ICA, intracranial carotid artery; ICH, intracerebral hemorrhage; IQR, interquartile range; MCA, middle cerebral artery; mTICI, modified Thrombolysis in Cerebral Infarction score; NIHSS, National Institutes of Health Stroke Scale; and TIA, transient ischemic attack.

- *Three missing values (2 group with clot burden score).
- †Four missing values in group with missing clot burden score.
- ‡Three missing values (in group with clot burden score).
- §One missing values in group with missing clot burden score.
- ¶Two missing values in group with clot burden score.
- ¶¶Twenty-two missing values (8 in group with missing clot burden score).



onset to groin puncture, with a higher incidence diabetes mellitus, prior antithrombotic medications, and favorable collaterals (all absolute standardized differences >20%).

Angiographic Outcomes

Figure 2 shows the distribution of the reperfusion grades and the 90-day functional outcome according to the study groups. Successful reperfusion at the procedure end was

achieved more frequently in patients with CBS ≥7 (88.9%) than in patients with CBS 0 to 6 (81.6%). This difference was significant after prespecified adjustment (center, intravenous thrombolysis, and first-line strategy) and after additional adjustment for meaningful baseline differences with a fully adjusted risk ratio (RR) of 1.09 (95% confidence interval [CI], 1.01–1.28). The number of patients with modified Thrombolysis in Cerebral Infarction 2c/3 reperfusion after

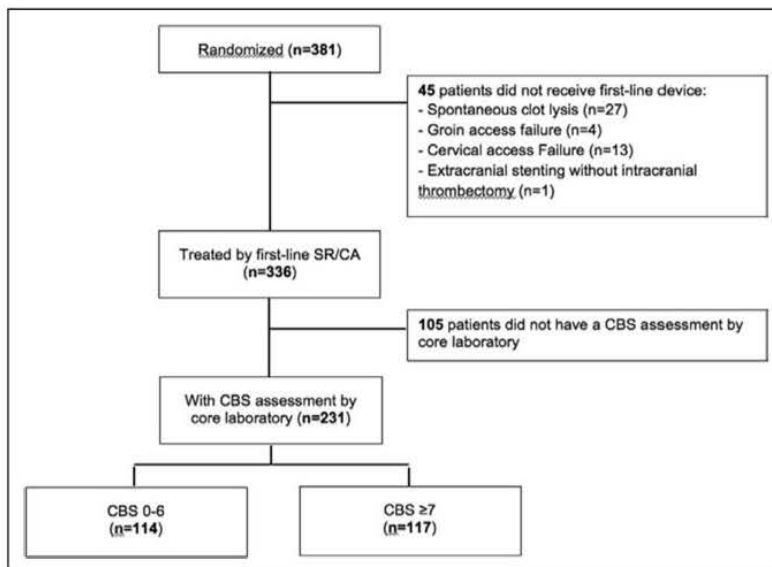


Figure 1. Study flowchart. CA indicates contact aspiration; CBS, clot burden score; and SR, stent retriever.

Table 2. Baseline Characteristics According to CBS in the ASTER Trial

Characteristics	CBS 0–6 (n=114)	CBS ≥7 (n=117)	ASD, %	P Value
Age, y; mean (SD)	71.1 (14.5)	67.5 (14.7)	25.1*	0.058
Men	61/114 (53.5)	63/117 (53.8)	0.7	0.96
Direct admission	33/114 (28.9)	51/117 (43.6)	30.8*	0.021
Medical history				
Hypertension	72/114 (63.2)	62/112 (55.4)	15.9	0.23
Diabetes mellitus	28/112 (25.0)	16/114 (14.0)	27.9*	0.037
Hypercholesterolemia	48/112 (42.9)	39/113 (34.5)	17.2	0.20
Current smoking	15/101 (14.9)	27/93 (29.0)	34.8*	0.017
Previous antithrombotic medications	61/112 (54.5)	46/113 (40.7)	27.8*	0.039
Antiplatelet use	44/112 (39.3)	33/113 (29.2)	21.4	0.11
Anticoagulations	20/112 (17.9)	16/113 (14.2)	10.1	0.45
Coronary artery disease	21/111 (18.9)	17/111 (15.3)	9.6	0.48
Previous stroke or TIA	21/113 (18.6)	18/116 (15.7)	7.8	0.56
Current stroke event				
NIHSS score, median (IQR)†	18.0 (14.0–21.0)	16.0 (10.0–19.0)	42.1*	0.002
ASPECTS, median (IQR)	7.0 (5.0–9.0)	7.0 (5.0–9.0)	12.1	0.36
Prestroke Rankin Scale score ≥1	21/114 (18.4)	14/116 (12.1)	17.7	0.18
Site of occlusion				
M1-MCA	81/114 (71.1)	86/117 (73.5)	51.5	0.002
M2-MCA	7/114 (6.1)	21/117 (17.9)		
ICA	22/114 (19.3)	9/117 (7.7)		
Other‡	4/114 (3.5)	1/117 (0.9)		
Favorable collaterals	28/87 (32.2)	16/96 (16.7)	36.7*	0.014
Suspected stroke cause				
Large-artery atherosclerosis	8/114 (7.0)	12/117 (10.3)	18.0	0.40
Cardioembolic	52/114 (45.6)	44/117 (37.6)		
Others	54/114 (47.4)	61/117 (52.1)		
Endovascular treatment				
Onset to groin puncture, min; median (IQR)§	230 (190–278)	210 (166–267)	30.4*	0.023
Onset to imaging	116 (83.0–150)	105 (81.0–136)	16.5	0.21
Imaging to groin puncture¶	117 (76.0–154)	95 (55.0–137)	33.6	0.012
General anesthesia	13/114 (11.4)	12/117 (10.3)	3.7	0.78
First-line stent retriever strategy	58/114 (50.9)	61/117 (52.1)	2.5	0.85

Values expressed as n/total n (%) unless otherwise indicated. ASD indicates absolute standardized difference; ASPECTS, Alberta Stroke Program Early CT Score; ASTER, Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization; CBS, clot burden score; ICA, intracranial carotid artery; IQR, interquartile range; MCA, middle cerebral artery; NIHSS, National Institutes of Health Stroke Scale; and TIA, transient ischemic attack.

*Factors with absolute standardized difference >20% used as confounding factors in adjustment models.

†Two missing values (1 in clot burden <7 group).

‡Tandem extracranial carotid artery stenosis/occlusion and intracranial proximal occlusion.

§Two missing values in clot burden ≥7 group.

the procedure was also significantly higher in the CBS ≥7 group with an adjusted RR of 1.24 (95% CI, 1.01–1.54). There was no significant difference in other secondary angiographic outcomes in both prespecified and fully adjusted models (Table 3).

In addition, there was no significant difference in time from groin puncture to successful reperfusion, with a median time of 37 minutes (interquartile range, 26–57) in patients with CBS 0 to 6 and 46 minutes (interquartile range, 26–70) in patients with CBS ≥7 ($P=0.19$).

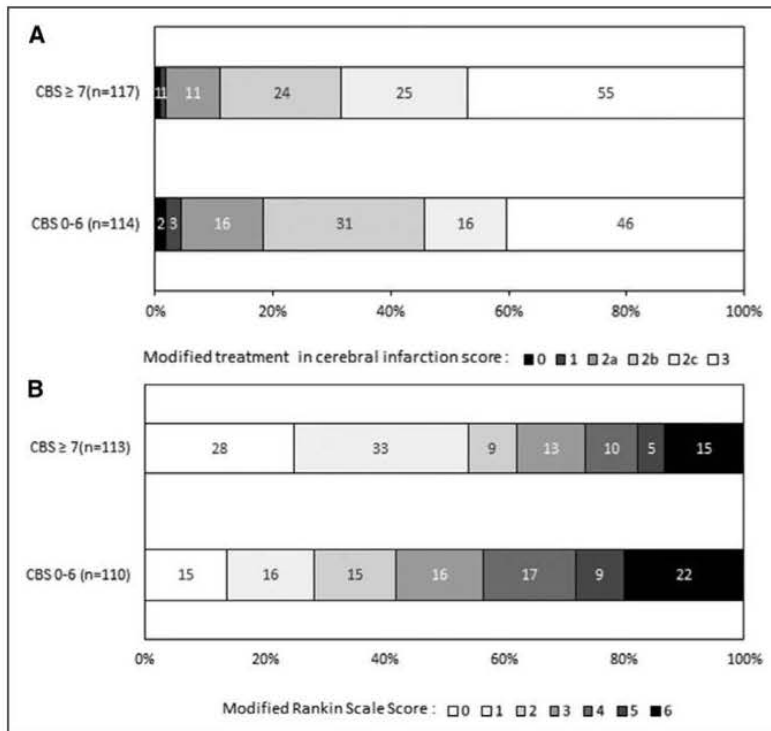


Figure 2. Distribution of modified Thrombolysis in Cerebral Infarction grades (A) and 90-day modified Rankin Scale (B) according to admission clot burden score (CBS).

Clinical Outcomes

Similar to successful reperfusion outcome, 90-day favorable outcome was significantly more often achieved in patients with CBS ≥7 than in patients with CBS 0 to 6 (with a pre-specified adjusted RR of 1.48; 95% CI, 1.24–1.77). After additional adjustment for meaningful baseline differences, the difference was attenuated but remained significant (fully adjusted RR, 1.19; 95% CI, 1.02–1.40). The rate of excellent outcome was also greater in the CBS ≥7 group in both pre-specified and fully adjusted models (Table 3). We found no difference between the 2 study groups regarding the change in NIHSS score at 24 hours, 90-day mortality, and hemorrhagic complication rates (Table 3).

Impact of CBS on Efficacy/Safety of First-Line Strategy

When efficacy of first-line strategy was compared according to the CBS subgroups (0–6 and ≥7), no heterogeneity was found on any angiographic or clinical outcomes (Figure 3). The mean difference in 24-hour change in NIHSS score between first-line contact aspiration versus first-line stent retriever was similar in patients with CBS 0 to 6 (1.0; 95% CI, –2.3 to 4.3) and those with CBS ≥7 (0.7; 95% CI, –2.5 to 4.0; *P* for heterogeneity, 0.92). Regarding the safety outcomes (mortality and hemorrhagic complications), we also found no evidence of interaction between first-line strategy and CBS subgroups (Figure 3).

Discussion

In this post hoc study, we found a higher rate of reperfusion and 90-day favorable outcome after mechanical thrombectomy

for small thrombus burden (CBS, ≥7) and that similar angiographic and clinical outcomes were observed after first-line strategy and at the end of all procedures with stent retriever and contact aspiration for both small and large thrombus burdens (CBS, 0–6 and ≥7).

At the end of all the endovascular procedures, reperfusion rate was overall significantly greater in patients with high CBS in our study. This association has already been demonstrated, and essentially after intravenous thrombolysis,^{7–10} but the debate is still ongoing after thrombectomy. Outcomes reported in other ancillary studies are inconsistent and are less clear-cut for thrombectomy than for intravenous thrombolysis. In the post hoc analysis of the MR CLEAN trial (Multicenter Randomized Clinical Trial of Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke in the Netherlands), authors found similar results, that is, that a higher CBS is associated with a higher likelihood of reperfusion.¹¹ On the other hand, Mokin et al¹² reported that combined therapy by intravenous thrombolysis and stent retriever thrombectomy was highly effective throughout the entire range of CBS values in the SWIFT PRIME trial (Solitaire™ With the Intention for Thrombectomy as Primary Endovascular Treatment Trial). Contact aspiration was evaluated by Yoo et al,¹³ and the authors found no significant relationship between thrombus length and successful angiographic reperfusion in the THERAPY trial (The Randomized, Concurrent Controlled Trial to Assess the Penumbra System's Safety and Effectiveness in the Treatment of Acute Stroke). The disparity in these findings could be related to the different types and generations of thrombectomy devices used, the small number of cases included, and the different methods used to determine thrombus size.¹⁴

Table 3. Outcomes in the ASTER Trial According to CBS

Outcomes	CBS 0–6 (n=114)	CBS ≥7 (n=117)	RR (95% CI)*	P Value	RR (95% CI)†	P Value
Angiographic outcomes						
Reperfusion after first-line strategy						
mTICI 3	44/114 (38.6)	41/117 (35.0)	0.91 (0.57 to 1.43)	0.67	0.92 (0.57 to 1.47)	0.73
mTICI 2c/3	59/114 (51.8)	58/117 (49.6)	0.96 (0.72 to 1.27)	0.77	0.98 (0.69 to 1.41)	0.92
mTICI 2b/3	79/114 (69.3)	75/117 (64.1)	0.93 (0.77 to 1.12)	0.43	0.93 (0.73 to 1.18)	0.54
First-pass mTICI 2b/3	44/114 (38.6)	39/117 (33.3)	0.87 (0.65 to 1.14)	0.31	0.79 (0.54 to 1.15)	0.22
No. of passes >2	44/114 (38.6)	58/117 (49.6)	1.28 (0.89 to 1.85)	0.18	1.22 (0.84 to 1.79)	0.30
Use of rescue therapy	29/114 (25.4)	38/117 (32.5)	1.27 (0.79 to 2.06)	0.32	1.36 (0.79 to 2.35)	0.27
Reperfusion at the end of procedure						
mTICI 3	46/114 (40.4)	55/117 (47.0)	1.16 (0.78 to 1.72)	0.47	1.12 (0.79 to 1.60)	0.53
mTICI 2c/3	62/114 (54.4)	80/117 (68.4)	1.25 (1.04 to 1.51)	0.017	1.24 (1.01 to 1.54)	0.045
mTICI 2b/3	93/114 (81.6)	104/117 (88.9)	1.09 (1.01 to 1.19)	0.049	1.09 (1.01 to 1.18)	0.018
Procedural complications	20/114 (17.5)	24/117 (20.5)	1.17 (0.69 to 1.97)	0.56	1.31 (0.59 to 2.92)	0.51
Clinical outcomes						
ΔNIHSS at 24 h, mean (95% CI)‡	5.2 (3.1 to 7.3)§	6.1 (4.2 to 8.0)§	0.9 (–1.5 to 3.3)¶	0.47	1.1 (–1.4 to 3.6)¶	0.38
Favorable outcome	46/110 (41.8)	70/113 (61.9)	1.48 (1.24 to 1.77)	<0.0001	1.19 (1.02 to 1.40)	0.028
Excellent outcome	31/110 (28.2)	61/113 (54.0)	1.92 (1.52 to 2.43)	<0.0001	1.48 (1.24 to 1.77)	<0.001
90-d mortality	22/110 (20.0)	15/113 (13.3)	0.66 (0.30 to 1.49)	0.32	0.82 (0.43 to 1.54)	0.54
Hemorrhagic complications						
Any ICH	50/113 (44.2)	59/117 (50.4)	1.14 (0.89 to 1.46)	0.29	1.25 (0.93 to 1.67)	0.14
Parenchymal hematoma	19/113 (16.8)	18/117 (15.4)	0.92 (0.50 to 1.69)	0.78	1.05 (0.49 to 2.22)	0.91

Values expressed as n/total n (%), unless otherwise stated. RR and mean difference were calculated using patients with CBS <7 as reference group. ASTER indicates Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization; CBS, clot burden score; CI, confidence interval; ICH, intracranial hemorrhage; IVT, intravenous thrombolysis; mTICI, modified Thrombolysis in Cerebral Infarction score; NIHSS, National Institutes of Health Stroke Scale; RR, risk ratio; and TIA, transient ischemic attack.

*Adjusted for center, first-line strategy and IVT.

†Calculated after multiple imputation procedure and adjustment on center, first-line strategy, IVT, age, direct admission, diabetes mellitus, current smoking, previous use of antithrombotic medications, admission NIHSS favorable collaterals, and time from onset to groin puncture.

‡Fourteen missing values (8 in CBS <7 group).

§Mean change (95% CI) adjusted for admission NIHSS, center, first-line strategy, and IVT.

¶Adjusted mean between-group difference.

The CBS scoring system provides an easy and rapid estimation of thrombus burden in patients with acute ischemic stroke, and was initially described with the use of computed tomographic angiography. It is based on the lack of contrast opacification and is also influenced by backflow from the collateral circulation on computed tomographic angiography but can be overestimated.¹⁵ In contrast, here, we assessed the CBS with the susceptibility vessel sign on T2*-magnetic resonance imaging¹⁶ in addition to computed tomographic angiography. CBS subgroups were defined according a cutoff value of 7 for comparison with previous studies evaluating the association of CBS with clinical outcomes.^{8,16,17} Moreover, we dichotomized CBS into 2 groups, losing the semicontinuous variable. Another limitation concerns a possible selection bias because of the lack of core laboratory assessment for 105 patients. In fact, T2*-CBS is assessed according to the susceptibility vessel sign. However, it depends on clot composition, especially by high red blood cells burden, and it is not systematically present.

In another ancillary study of ASTER trial, the absence of susceptibility vessel sign was noticed in 29.2%.¹⁸ This raises the question of the estimation of the thrombus burden in magnetic resonance imaging for these kinds of clots. In addition, regarding the study sample size and the low incidence in several outcomes, we could not exclude that some differences could have been overlooked because of the lack of adequate statistical power. In a posterior power calculation, we calculated the smallest significant between-group difference (expressed as RR) that our study sample size allowed us to detect with a 80% power. Assuming an incidence of outcome of 10% and 50% in reference group, we could respectively detect an odds ratio of 2.38 and 1.36 (or 0.15 and 0.64 for protective effect).

Thrombus imaging is now an integral part of imaging assessment in patients with acute ischemic stroke and is used in clinical practice to guide physicians to the best reperfusion strategy. Reperfusion strategy is no longer limited to the choice between mechanical thrombectomy

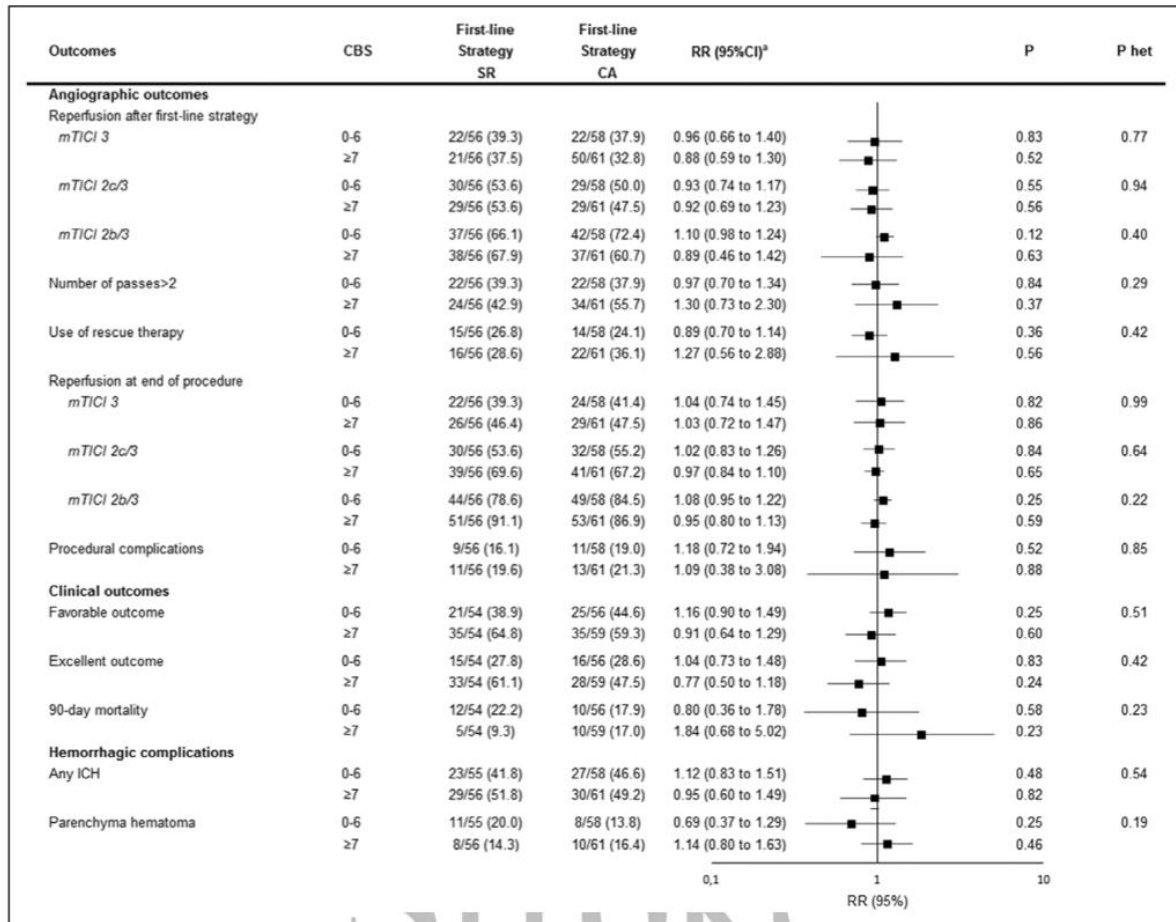


Figure 3. Outcomes in the ASTER trial (Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization) according to clot burden score (CBS) and first-line strategy (contact aspiration vs stent retriever). Values expressed as n/total n (%) unless otherwise indicated. P het indicates P values for heterogeneity in first-line strategy effect sizes across CBS subgroups. CA indicates contact aspiration; CI, confidence interval; ICH, intracranial hemorrhage; mTICI, modified Thrombolysis in Cerebral Infarction score; RR, risk ratio; and SR, stent retriever. ^aCalculated using first-line stent retriever group as reference after adjustment for center and intravenous thrombolysis.

and intravenous thrombolysis. Mechanical devices are now diversified, and their efficiency is being studied in various clinical situations. On the angiographic outcomes, despite the mechanical differences between the 2 approaches, the efficiency of neither stent retriever nor contact aspiration was shown to depend on the CBS. Moreover, CBS was not associated with the difficulty of endovascular procedure because the number of passes and use of rescue therapy rates are approximately the same in the 2 arms. Finally, there were no differences in procedural complications according to the CBS or according to the endovascular technique. These findings are also consistent with the published reports, in particular from studies comparing the 2 approaches.¹⁹ Concerning clinical outcomes, strongly related to reperfusion rates,²⁰ we found that a higher CBS was associated with a favorable and excellent outcome at 90 days confirming the prognostic value of the initial thrombus burden^{1,8,16} and the endovascular treatment

benefits combined with intravenous thrombolysis.²¹ In this context, where the choice of the mechanical thrombectomy technique of reperfusion is still left up to the physician, recent publications do not lead up to one or the other. The first results of the COMPASS trial²² showed that the aspiration was not inferior to stent retriever use as a first-line strategy for treatment of large vessel occlusion of the anterior circulation. Combined therapy with stent retriever and contact aspiration in first-line strategy are evaluated on the ongoing ASTER 2 trial.

Conclusions

The CBS at admission, which seems to be a reliable prognostic indicator, is associated with reperfusion efficiency and 90-day favorable outcome after mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke. No difference was observed between contact aspiration and stent retriever used as first-line strategies.

Appendix

ASTER Trial (Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization) Investigators: Rothschild Foundation: Michel Piotin, Raphael Blanc, Hocine Redjem, Gabriele Ciccio, Stanislas Smajda, Mikael Mazighi, Robert Fahed, Jean Philippe Desilles, Malek Ben Maacha; Foch Hospital: Bertrand Lapergue, Georges Rodesch, Arturo Consoli, Oguzhan Coskun, Federico Di Maria, Frédéric Bourdain, Jean Pierre Decroix, Adrien Wang, Maya Tchikviladze, Serge Evrard; Hospices Civils de Lyon: Francis Turjman, Benjamin Gory, Paul Emile Labeyrie, Roberto Riva; Limoges University Hospital: Charbel Mounayer, Suzanna Saleme; Montpellier University Hospital: Vincent Costalat, Alain Bonafé, Omer Eker, Grégory Gascou, Cyril Dargazanli; Nancy University Hospital: Serge Bracard, Romain Tonnelet, Anne Laure Derelle, René Anxionnat; Nantes University Hospital: Hubert Desal, Romain Bourcier, Benjamin Daumas-Duport; Bordeaux University Hospital: Jérôme Berge, Xavier Barreau, Gauthier Marnat; University Hospital Lille: Lynda Djemmane, Julien Labreuche, Alain Duhamel.

Acknowledgments

We thank Mary Osborne-Pellegrin for her help in editing the final draft of this article.

Sources of Funding

This research was sponsored by the Fondation Ophtalmologique Adolphe de Rothschild. An unrestricted research grant was provided by Penumbra, Alameda, CA.

Disclosures

Dr Lapergue received a significant (>\$10K or 5%) research grant for ASTER Trial (Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization) and had modest (<\$10K or <5%) speaking engagements. The other authors report no conflicts.

References

- Puetz V, Dzialowski I, Hill MD, Subramaniam S, Sylaja PN, Krol A, et al; Calgary CTA Study Group. Intracranial thrombus extent predicts clinical outcome, final infarct size and hemorrhagic transformation in ischemic stroke: the clot burden score. *Int J Stroke*. 2008;3:230–236. doi: 10.1111/j.1747-4949.2008.00221.x.
- Lapergue B, Blanc R, Gory B, Labreuche J, Duhamel A, Marnat G, et al; ASTER Trial Investigators. 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. *JAMA*. 2017;318:443–452. doi: 10.1001/jama.2017.9644.
- Lapergue B, Labreuche J, Blanc R, Barreau X, Berge J, Consoli A, et al; ASTER Trial Investigators. First-line use of contact aspiration for thrombectomy versus a stent retriever for recanalization in acute cerebral infarction: the randomized ASTER study protocol. *Int J Stroke*. 2018;13:87–95. doi: 10.1177/1747493017711948.
- Cohen J. A power primer. *Psychol Bull*. 1992;112:155–159.
- Mattei A. Estimating and using propensity score in presence of missing background data: an application to assess the impact of childbearing on wellbeing. *Stat Methods Appl*. 2009;18:257–273.
- Rubin DB. *Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys*. New York, NY: John Wiley & Sons; 2004, Ch.3.
- Puetz V, Dzialowski I, Hill MD, Steffenhagen N, Coutts SB, O'Reilly C, et al; Calgary CTA Study Group. Malignant profile detected by CT angiographic information predicts poor prognosis despite thrombolysis within three hours from symptom onset. *Cerebrovasc Dis*. 2010;29:584–591. doi: 10.1159/000311079.
- Tan IY, Demchuk AM, Hopyan J, Zhang L, Gladstone D, Wong K, et al. CT angiography clot burden score and collateral score: correlation with clinical and radiologic outcomes in acute middle cerebral artery infarct. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2009;30:525–531. doi: 10.3174/ajnr.A1408.
- Fanou EM, Knight J, Aviv RI, Hojjat SP, Symons SP, Zhang L, et al. Effect of collaterals on clinical presentation, baseline imaging, complications, and outcome in acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2015;36:2285–2291. doi: 10.3174/ajnr.A4453.
- Rohan V, Baxa J, Tupy R, Cerna L, Sevcik P, Friesl M, et al. Length of occlusion predicts recanalization and outcome after intravenous thrombolysis in middle cerebral artery stroke. *Stroke*. 2014;45:2010–2017. doi: 10.1161/STROKEAHA.114.005731.
- Treurniet KM, Yoo AJ, Berkhemer OA, Lingsma HF, Boers AM, Franssen PS, et al; MR CLEAN Investigators. Clot burden score on baseline computerized tomographic angiography and intra-arterial treatment effect in acute ischemic stroke. *Stroke*. 2016;47:2972–2978. doi: 10.1161/STROKEAHA.116.014565.
- Mokin M, Levy EI, Siddiqui AH, Goyal M, Nogueira RG, Yavagal DR, et al. Association of clot burden score with radiographic and clinical outcomes following Solitaire stent retriever thrombectomy: analysis of the SWIFT PRIME trial. *J Neurointerv Surg*. 2017;9:929–932. doi: 10.1136/neurintsurg-2016-012631.
- Yoo AJ, Khatri P, Mocco J, Zaidat OO, Gupta R, Frei D, et al; THERAPY Trial Investigators. Impact of thrombus length on outcomes after intra-arterial aspiration thrombectomy in the THERAPY trial. *Stroke*. 2017;48:1895–1900. doi: 10.1161/STROKEAHA.116.016253.
- Heo JH, Kim K, Yoo J, Kim YD, Nam HS, Kim EY. Computed tomography-based thrombus imaging for the prediction of recanalization after reperfusion therapy in stroke. *J Stroke*. 2017;19:40–49. doi: 10.5853/jos.2016.01522.
- Kaschka IN, Kloska SP, Struffert T, Engelhorn T, Göllitz P, Kurka N, et al. Clot Burden and collaterals in anterior circulation stroke: differences between single-phase CTA and multi-phase 4D-CTA. *Clin Neuroradiol*. 2016;26:309–315. doi: 10.1007/s00062-014-0359-6.
- Légrand L, Naggara O, Turc G, Mellerio C, Roca P, Calvet D, et al. Clot burden score on admission T2*-MRI predicts recanalization in acute stroke. *Stroke*. 2013;44:1878–1884. doi: 10.1161/STROKEAHA.113.001026.
- Sillanpää N, Saarinen JT, Rusanen H, Hakomaki J, Lahteela A, Numminen H, et al. The clot burden score, the Boston acute stroke imaging scale, the cerebral blood volume ASPECTS, and two novel imaging parameters in the prediction of clinical outcome of ischemic stroke patients receiving intravenous thrombolytic therapy. *Neuroradiology*. 2012;54:663–672. doi: 10.1007/s00234-011-0954-z.
- Bourcier R, Mazighi M, Labreuche J, Fahed R, Blanc R, Gory B, et al. Thrombus composition matters: results of the ASTER trial according to susceptibility vessel sign status on MRI. In press. *J Stroke*. 2018;20. doi: 10.5853/jos2018.00192.
- Gory B, Armoiry X, Sivan-Hoffmann R, Piotin M, Mazighi M, Lapergue B, et al. A direct aspiration first pass technique for acute stroke therapy: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Neurol*. 2018;25:284–292. doi: 10.1111/ene.13490.
- Dargazanli C, Consoli A, Barral M, Labreuche J, Redjem H, Ciccio G, et al. Impact of modified TIC1 3 versus modified TIC1 2b reperfusion score to predict good outcome following endovascular therapy. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2017;38:90–96. doi: 10.3174/ajnr.A4968.
- Bracard S, Ducrocq X, Mas JL, Soudant M, Oppenheim C, Moulin T, et al; THRACE Investigators. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial. *Lancet Neurol*. 2016;15:1138–1147. doi: 10.1016/S1474-4422(16)30177-6.
- Mocco J, Siddiqui A, Turk A. A Comparison of direct aspiration vs. stent retriever as a first approach (COMPASS): a randomized trial. *International Stroke Congress*. 2018. Abstract LB4.

Similar Outcomes for Contact Aspiration and Stent Retriever Use According to the Admission Clot Burden Score in ASTER

François Zhu, Bertrand Lapergue, Maéva Kyheng, Raphael Blanc, Julien Labreuche, Malek Ben Machaa, Alain Duhamel, Gautier Marnat, Suzana Saleme, Vincent Costalat, Serge Bracard, Sébastien Richard, Hubert Desal, Mikael Mazighi, Arturo Consoli, Michel Piotin and Benjamin Gory

Stroke. published online June 7, 2018;
Stroke is published by the American Heart Association, 7272 Greenville Avenue, Dallas, TX 75231
Copyright © 2018 American Heart Association, Inc. All rights reserved.
Print ISSN: 0039-2499. Online ISSN: 1524-4628

The online version of this article, along with updated information and services, is located on the World Wide Web at:

<http://stroke.ahajournals.org/content/early/2018/06/06/STROKEAHA.118.021120>

Permissions: Requests for permissions to reproduce figures, tables, or portions of articles originally published in *Stroke* can be obtained via RightsLink, a service of the Copyright Clearance Center, not the Editorial Office. Once the online version of the published article for which permission is being requested is located, click Request Permissions in the middle column of the Web page under Services. Further information about this process is available in the [Permissions and Rights Question and Answer](#) document.

Reprints: Information about reprints can be found online at:
<http://www.lww.com/reprints>

Subscriptions: Information about subscribing to *Stroke* is online at:
<http://stroke.ahajournals.org/subscriptions/>

PERSPECTIVES ET CONCLUSION

I) Perspectives

Nous avons démontré dans cette étude des résultats similaires de la TM quel que soit la stratégie de première ligne (technique de stent retriever ou d'aspiration distale) en fonction du CBS. Le CBS apparaît cependant comme un marqueur fiable du succès thérapeutique, en concordance avec les données existantes de la littérature.

Les limites de cette étude portent essentiellement sur l'inconstance du SVS et ainsi du CBS. En effet, il peut être indéterminé à l'IRM du fait de sa non-visibilité en fonction de sa composition, dans 30% des cas (4). A l'angioscanner, il peut être sur-estimé, l'opacification artérielle rétrograde jusqu'au thrombus étant dépendant de la circulation collatérale, variable selon chaque patient (30).

De plus, le rôle de la thrombolyse intraveineuse associée à la procédure endovasculaire n'a pas été étudié dans cette analyse bien que peu efficace sur les volumineux thrombus. Les dernières études histologiques mettent en évidence une coque autour du caillot, rendant moins efficace la thrombolyse (31). L'effet de l'association de ces deux thérapies sur les occlusions par larges vaisseaux reste débattu actuellement, bien qu'en théorie, un effet synergique peut être attendu par fragilisation du caillot suite à la thrombolyse intraveineuse.

Les études COMPASS (32) et ASTER ne révélant pas de technique supérieure pour une occlusion intra crânienne proximale, affiner la comparaison de ces techniques, en fonction de critères iconographiques et histologique de l'occlusion, est nécessaire afin d'adapter la stratégie endovasculaire.

Depuis ce travail, l'essai ASTER 2 a été mené. Cette étude a comparé la technique combinée de stent retriever associé à l'aspiration avec la technique d'aspiration distale seule et n'a pas démontré de différence.

Comme mis en évidence ci-dessus, la caractérisation architecturale de l'occlusion permettait d'adapter au mieux la prise en charge thérapeutique des AVC ischémiques, tant sur le plan pharmacologique que sur le plan endovasculaire. Le développement constant de nouveaux dispositifs de *clot-retrieving* permettent, au fil des innovations, une amélioration des performances endovasculaires ayant pour objectif la recanalisation artérielle. Certaines techniques semblent être plus efficace sur tel ou tel type de caillot d'après la littérature. Une adaptation optimale et personnalisée du traitement pourrait être ainsi définie selon l'occlusion.

A ce jour, peu de signes radiologiques ne permettent de nous orienter vers telle ou telle stratégie de thrombectomie mécanique.

Dans l'objectif d'une revascularisation personnalisée et adaptée, outre la charge thrombotique, des études rétrospectives ont démontré que la caractérisation de l'occlusion en le considérant comme un biomarqueur était associé à l'étiologie de l'AVC et au taux de recanalisation. La corrélation clinico-radiologique des AVC selon l'occlusion est détaillée dans les paragraphes suivants.

a) Composition du Caillot et association avec l'Étiologie de l'AVC

Les sous-types d'AVC sont classés selon la classification Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment (TOAST) (33). Le type I représente l'étiologie athéromateuse, le type II l'origine cardio-embolique, le type III les AVC lacunaires, le type IV les autres causes, comprenant les dissections, et le type V les AVC dits « cryptogéniques », sans étiologie

retrouvée. Les étiologies athéromateuses et cardio-emboliques représentent à eux seuls environ 40% des étiologies des AVC.

L'athérosclérose est définie selon l'OMS par l'association variable de remaniements de l'intima des artères de gros et moyen calibre consistant en une accumulation focale de lipides, glucides complexes, de sang et de produit sanguins, de tissu fibreux et de dépôts calcaires.

Les origines cardio-emboliques proviennent de la stase sanguine dans les cas de fibrillation atriale et d'anévrisme ventriculaire à l'origine des caillots.

Les essais contrôlés randomisés ont démontré la supériorité de la thrombectomie mécanique associée à la thrombolyse intra veineuse comparativement à la thrombolyse intraveineuse seule pour les occlusions artérielles proximales, sans avoir pris en compte les caractéristiques iconographiques de l'occlusion. Comme démontré précédemment, les deux étiologies les plus fréquentes d'AVC par occlusion proximale sont l'athérosclérose et les causes cardio-emboliques, et le SVS est la représentation iconographique d'un thrombus riche en désoxyhémoglobine. Dans l'hypothèse que les caractéristiques de l'occlusion peuvent orienter vers l'étiologie de l'AVC, les données de la littérature suggèrent qu'il existe une association entre le SVS avec un thrombus riche en globule rouge. Ainsi, dans l'étude THRACE, l'étiologie cardio-embolique était associée à la présence d'un SVS sur l'IRM à l'admission. Une analyse histopathologique a démontré que les caillots riches en globules blancs étaient également associés à l'étiologie cardio-embolique suggérant leurs rôles immunologiques et dans la coagulation (34). De plus, les analyses morphologiques du SVS ont démontré que l'OverR était associé à une étiologie cardio-embolique (10). Les techniques d'imagerie avancées permettent une quantification des propriétés magnétiques du matériel utilisé. Ainsi, le calcul du temps

de relaxation T2* a permis d'associer des caillots à fort concentration de globule rouge avec un temps de relaxation élevé sur du matériel thrombotique in vitro (35).

b) Composition du Caillot et association avec le délai, le taux de recanalisation et le pronostic clinique

Au-delà de la charge thrombotique, le délai de recanalisation satisfaisante était associé à la simple présence du SVS et à un temps de relaxation plus court dans l'étude ASTER. Cette étude comparant l'efficacité de l'aspiration distale au stent retriever, le stent retriever semble avoir de meilleurs résultats sur une occlusion traduite par un SVS à l'IRM comparativement à l'aspiration distale (4). Concernant le pronostic clinique, il a été observé dans la même analyse une meilleure récupération clinique à 3 mois de l'AVC lorsque l'IRM initiale retrouvait un SVS.

A l'inverse, les occlusions non visibles en l'absence de SVS, en lien avec la présence d'un thrombus riche en fibrine, seraient plus difficile à extraire (36). Ces résultats peuvent être expliqués par les propriétés biomécaniques de ces caillots par un coefficient de friction plus élevé (3).

La charge thrombotique, quant à elle est un puissant facteur pronostic de la recanalisation, et ainsi de la récupération clinique. Naturellement, plus le CBS sera élevé, moins la recanalisation sera bonne (29).

c) Phénotype angiographique de l'occlusion

En angiographie, selon Consoli et al., le phénotype de l'occlusion décrit comme régulier et irrégulier sur l'arrêt du produit de contraste à hauteur de l'occlusion lors de l'acquisition de face, par injection carotidienne interne (**Figure 10**) serait associé à une

réponse différente des deux techniques endovasculaires sur une étude préliminaire (37). 100% des patients chez qui un phénotype régulier a été décrit, traités par aspiration distale ont bénéficié d'une recanalisation satisfaisante, contre 33,3% chez les patients traités par stent retriever ($p=0.001$). Une tendance inverse a été observée dans les cas d'occlusions dites « irrégulières » avec 73,9% de recanalisation satisfaisantes chez les patients traités par stent contre 38,5% chez les patients traités par aspiration ($p=0.036$).

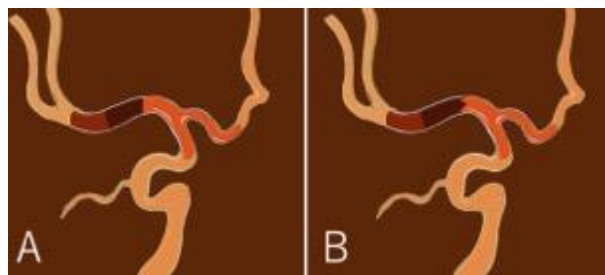


Figure 10. Schéma d'un phénotype d'occlusion régulier (A) et irrégulier (B) selon Consoli et al. (38)

d) L'essai VECTOR

Enfin, l'essai multicentrique français randomisé VECTOR (adaptative Endovascular strategy to the CloT MRI in large intracranial vessel Occlusion) (39), a pour objectif de comparer un stent-retriever (EmboTrap II, Cerenovus, Galway, Ireland) associé à une aspiration distale versus aspiration distale seule lors d'un AVC ischémique par occlusion de large vaisseau à condition qu'un SVS soit visible en T2* sur l'imagerie initiale. Le critère de jugement principal sera la recanalisation complète et à plus de 90% (mTICI 2c/3) à la fin de la procédure après, au maximum, 3 passages de la technique. L'hypothèse principale de cet essai, tiré des résultats d'analyses rétrospectives précédemment décrits, étant la supériorité du stent retriever combiné à l'aspiration lors d'une occlusion visible en T2*, traduite par un SVS, comparativement à l'aspiration seule.

II) CONCLUSION

La charge thrombotique intra crânienne, quantifiée par le Clot Burden Score est fortement pronostique des résultats angiographiques de la thrombectomie mécanique et de la récupération clinique. Cependant, elle ne permet pas de privilégier une technique de thrombectomie mécanique. L'analyse détaillée des caractéristiques histomorphologique de l'occlusion, considéré comme biomarqueur, pourrait le permettre, ouvrant la voie à de futurs essais randomisés contrôlés compte tenu des découvertes à l'imagerie et des avancées techniques en matière de techniques de revascularisation. Une stratégie de revascularisation dite « personnalisée » pourrait être ainsi proposée, associant les thérapies médicamenteuses et endovasculaires permettant de meilleurs résultats angiographiques pour un délai de prise en charge plus rapide.

ANNEXES

Annexe 1. Le score mTICI

0	Pas de perfusion
1	Reperfusion antérograde au-delà de l'occlusion, proximale, limitée dans les branches distales avec circulation faible et lente
2a	Reperfusion antérograde de moins 50% du territoire (par exemple une branche de division de l'artère cérébrale moyenne)
2b	Reperfusion antérograde de plus 50% du territoire (par exemple deux branches de division ou plus de l'artère cérébrale moyenne)
2c	Reperfusion antérograde de plus 90% du territoire
3	Reperfusion antérograde complète

Annexe 2. Le score mRS

0	Aucun symptôme
1	Pas d'incapacité en dehors des symptômes : activités et autonomie conservées
2	Handicap faible : incapable d'assurer les activités habituelles mais autonomie
3	Handicap modéré : besoin d'aide mais marche possible sans assistance
4	Handicap modérément sévère : marche et gestes quotidiens impossibles sans aide
5	Handicap majeur : alitement permanent, incontinence et soins de nursing permanent

Annexe 3. La classification ECASS

HI1	Pétéchie de petite taille.
HI2	Hyperdensité confluyente au sein du territoire infarci sans effet de masse.
PH1	Hyperdensité homogène occupant moins de 30% du territoire infarci, avec discret effet de masse.
PH2	Hyperdensité homogène occupant plus de 30% du territoire infarci avec effet de masse, ou débordant du territoire infarci.

Annexe 4. Le score NIHSS

Score NIHSS

Item	Intitulé	cotation	score
1a	vigilance	0 vigilance normale, réactions vives 1 trouble léger de la vigilance : obnubilation, éveil plus ou moins adapté aux stimulations environnantes 2 coma ; réactions adaptées aux stimulations nociceptives 3 coma grave : réponse stéréotypée ou aucune réponse motrice	
1b	orientation (mois, âge)	0 deux réponses exactes 1 une seule bonne réponse 2 pas de bonne réponse	
1c	commandes (ouverture des yeux, ouverture du poing)	0 deux ordres effectués 1 un seul ordre effectué 2 aucun ordre effectué	
2	oculomotricité	0 oculomotricité normale 1 ophtalmoplégie partielle ou déviation réductible du regard 2 ophtalmoplégie horizontale complète ou déviation forcée du regard	
3	champ visuel	0 champ visuel normal 1 quadransopie latérale homonyme ou hémianopsie incomplète ou négligence visuelle unilatérale 2 hémianopsie latérale homonyme franche 3 cécité bilatérale ou coma (la=3)	
4	paralysie faciale	0 motricité faciale normale 1 asymétrie faciale modérée (paralysie faciale unilatérale incomplète) 2 paralysie faciale unilatérale centrale franche 3 paralysie faciale périphérique ou diplégie faciale	
5	motricité membre supérieur	0 pas de déficit moteur proximal 1 affaissement dans les 10 secondes, mais sans atteindre le plan du lit. 2 effort contre la pesanteur, mais le membre chute dans les 10 secondes sur le plan du lit. 3 pas d'effort contre la pesanteur (le membre chute mais le patient peut faire un mouvement tel qu'une flexion de hanche ou une adduction.) 4 absence de mouvement (coter 4 si le patient ne fait aucun mouvement volontaire) X cotation impossible (amputation, arthrodèse)	Dt G
6	motricité membre inférieur	0 pas de déficit moteur proximal 1 affaissement dans les 5 secondes, mais sans atteindre le plan du lit. 2 effort contre la pesanteur, mais le membre chute dans les 5 secondes sur le plan du lit. 3 pas d'effort contre la pesanteur (le membre chute mais le patient peut faire un mouvement tel qu'une flexion de hanche ou une adduction.) 4 absence de mouvement (le patient ne fait aucun mouvement volontaire) X cotation impossible (amputation, arthrodèse)	Dt G
7	ataxie	0 ataxie absente 1 ataxie présente pour 1 membre 2 ataxie présente pour 2 membres ou plus	
8	sensibilité	0 sensibilité normale 1 hypoesthésie minimale à modérée 2 hypoesthésie sévère ou anesthésie	
9	langage	0 pas d'aphasie 1 aphasie discrète à modérée : communication informative 2 aphasie sévère 3 mutisme ; aphasie totale	
10	dysarthrie	0 normal 1 dysarthrie discrète à modérée 2 dysarthrie sévère X cotation impossible	
11	extinction, négligence	0 absence d'extinction et de négligence 1 extinction dans une seule modalité, visuelle ou sensitive, ou négligence partielle auditive, spatiale ou personnelle. 2 négligence sévère ou anosognosie ou extinction portant sur plus d'une modalité sensorielle	
		TOTAL	

RÉFÉRENCES

1. Bamford J, Sandercock P, Dennis M, Burn J, Warlow C. Classification and natural history of clinically identifiable subtypes of cerebral infarction. *Lancet Lond Engl*. 1991 Jun 22;337(8756):1521–6.
2. Xie Y, Oppenheim C, Guillemin F, Gautheron V, Gory B, Raoult H, et al. Pretreatment lesional volume impacts clinical outcome and thrombectomy efficacy. *Ann Neurol*. 2018 Jan;83(1):178–85.
3. Brouwer PA, Brinjikji W, De Meyer SF. Clot Pathophysiology: Why Is It Clinically Important? *Neuroimaging Clin N Am*. 2018 Nov;28(4):611–23.
4. Bourcier R, Mazighi M, Labreuche J, Fahed R, Blanc R, Gory B, et al. Susceptibility Vessel Sign in the ASTER Trial: Higher Recanalization Rate and More Favourable Clinical Outcome after First Line Stent Retriever Compared to Contact Aspiration. *J Stroke*. 2018 May;20(2):268–76.
5. Bourcier R, Derraz I, Delasalle B, Beaumont M, Soize S, Legrand L, et al. Susceptibility Vessel Sign and Cardioembolic Etiology in the THRACE Trial. *Clin Neuroradiol*. 2018 Jun 12;
6. Chavhan GB, Babyn PS, Thomas B, Shroff MM, Haacke EM. Principles, techniques, and applications of T2*-based MR imaging and its special applications. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc*. 2009 Oct;29(5):1433–49.
7. Naggara O, Raymond J, Domingo Ayllon M, Al-Shareef F, Touzé E, Chenoufi M, et al. T2* “Susceptibility Vessel Sign” Demonstrates Clot Location and Length in Acute Ischemic Stroke. Kleinschnitz C, editor. *PLoS ONE*. 2013 Oct 11;8(10):e76727.
8. Hodel J, Rodallec M, Gerber S, Blanc R, Maraval A, Caron S, et al. [Susceptibility weighted magnetic resonance sequences “SWAN, SWI and VenobOLD”: technical aspects and clinical applications]. *J Neuroradiol J Neuroradiol*. 2012 May;39(2):71–86.
9. Hodel J, Leclerc X, Khaled W, Tamazyan R, Rodallec M, Gerber S, et al. Comparison of 3D multi-echo gradient-echo and 2D T2* MR sequences for the detection of arterial thrombus in patients with acute stroke. *Eur Radiol*. 2014 Mar;24(3):762–9.
10. Bourcier R, Legrand L, Soize S, Labreuche J, Beaumont M, Desal H, et al. Validation of overestimation ratio and TL-SVS as imaging biomarker of cardioembolic stroke and time from onset to MRI. *Eur Radiol*. 2018 Nov 12;

11. Bourcier R, Brecheteau N, Costalat V, Daumas-Duport B, Guyomarch-Delasalle B, Desal H, et al. MRI quantitative T2* mapping on thrombus to predict recanalization after endovascular treatment for acute anterior ischemic stroke. *J Neuroradiol J Neuroradiol*. 2017 Jul;44(4):241–6.
12. Zhu F, Gory B, Mione G, Humbertjean L, Derelle A-L, Richard S. Combined reperfusion therapy to treat cryptogenic acute ischemic stroke during the first trimester of pregnancy: case report and literature review. *Ther Clin Risk Manag*. 2018;14:1677–83.
13. Puetz V, Dzialowski I, Hill MD, Subramaniam S, Sylaja PN, Krol A, et al. Intracranial thrombus extent predicts clinical outcome, final infarct size and hemorrhagic transformation in ischemic stroke: the clot burden score. *Int J Stroke Off J Int Stroke Soc*. 2008 Nov;3(4):230–6.
14. Legrand L, Naggara O, Turc G, Mellerio C, Roca P, Calvet D, et al. Clot Burden Score on Admission T2*-MRI Predicts Recanalization in Acute Stroke. *Stroke*. 2013 Jul 1;44(7):1878–84.
15. Emberson J, Lees KR, Lyden P, Blackwell L, Albers G, Bluhmki E, et al. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from randomised trials. *Lancet Lond Engl*. 2014 Nov 29;384(9958):1929–35.
16. Bracard 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 Oct 1;15(11):1138–47.
17. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, Diener H-C, Levy EI, Pereira VM, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med*. 2015 Jun 11;372(24):2285–95.
18. Berkhemer OA, Fransen PSS, Beumer D, van den Berg LA, Lingsma HF, Yoo AJ, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015 Jan 1;372(1):11–20.

19. Campbell BCV, Mitchell PJ, Kleinig TJ, Dewey HM, Churilov L, Yassi N, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med*. 2015 Mar 12;372(11):1009–18.
20. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, Eesa M, Rempel JL, Thornton J, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015 Mar 12;372(11):1019–30.
21. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, de Miquel MA, Molina CA, Rovira A, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015 Jun 11;372(24):2296–306.
22. 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. *Lancet Lond Engl*. 2016 Apr 23;387(10029):1723–31.
23. Zaidat OO, Yoo AJ, Khatri P, Tomsick TA, Kummer R von, Saver JL, et al. Recommendations on Angiographic Revascularization Grading Standards for Acute Ischemic Stroke: A Consensus Statement. *Stroke*. 2013 Sep 1;44(9):2650–63.
24. Dargazanli C, Consoli A, Barral M, Labreuche J, Redjem H, Ciccio G, et al. Impact of Modified TICI 3 versus Modified TICI 2b Reperfusion Score to Predict Good Outcome following Endovascular Therapy. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2017 Jan;38(1):90–6.
25. Zhu F, Anxionnat R, Derelle AL, Liao L, Tonnelet R, Schmitt E, et al. Comment j'évalue la réussite d'une thrombectomie mécanique intracrânienne ? *J Imag Diagn Interv* [Internet]. 2018 Nov 2 [cited 2018 Nov 6]; Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543343118301751>
26. Dargazanli C, Fahed R, Blanc R, Gory B, Labreuche J, Duhamel A, et al. Modified Thrombolysis in Cerebral Infarction 2C/Thrombolysis in Cerebral Infarction 3 Reperfusion Should Be the Aim of Mechanical Thrombectomy: Insights From the ASTER Trial (Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization). *Stroke*. 2018 Apr 6;STROKEAHA.118.020700.

27. Neuberger U, Möhlenbruch MA, Herweh C, Ulfert C, Bendszus M, Pfaff J. Classification of Bleeding Events: Comparison of ECASS III (European Cooperative Acute Stroke Study) and the New Heidelberg Bleeding Classification. *Stroke*. 2017;48(7):1983–5.
28. Lapergue B, Blanc R, Gory B, Labreuche J, Duhamel A, Marnat G, et al. 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. *JAMA*. 2017 Aug 1;318(5):443–52.
29. Zhu F, Lapergue B, Kyheng M, Blanc R, Labreuche J, Machaa MB, et al. Similar Outcomes for Contact Aspiration and Stent Retriever Use According to the Admission Clot Burden Score in ASTER. *Stroke*. 2018 Jan 1;STROKEAHA.118.021120.
30. Heo JH, Kim K, Yoo J, Kim YD, Nam HS, Kim EY. Computed Tomography-Based Thrombus Imaging for the Prediction of Recanalization after Reperfusion Therapy in Stroke, Computed Tomography-Based Thrombus Imaging for the Prediction of Recanalization after Reperfusion Therapy in Stroke. *J Stroke J Stroke*. 2017 Jan 31;19(1):40–9.
31. Di Meglio L, Desilles J-P, Ollivier V, Nomenjanahary MS, Di Meglio S, Deschildre C, et al. Acute ischemic stroke thrombi have an outer shell that impairs fibrinolysis. *Neurology*. 2019 Sep 20;
32. Turk AS, Siddiqui A, Fifi JT, De Leacy RA, Fiorella DJ, Gu E, et al. Aspiration thrombectomy versus stent retriever thrombectomy as first-line approach for large vessel occlusion (COMPASS): a multicentre, randomised, open label, blinded outcome, non-inferiority trial. *Lancet Lond Engl*. 2019 Mar 9;393(10175):998–1008.
33. Adams HP, Bendixen BH, Kappelle LJ, Biller J, Love BB, Gordon DL, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. *Stroke*. 1993 Jan;24(1):35–41.
34. Boeckh-Behrens T, Schubert M, Förchler A, Prothmann S, Kreiser K, Zimmer C, et al. The Impact of Histological Clot Composition in Embolic Stroke. *Clin Neuroradiol*. 2016 Jun;26(2):189–97.

35. Bourcier R, Pautre R, Mirza M, Castets C, Darcourt J, Labreuche J, et al. MRI Quantitative T2* Mapping to Predict Dominant Composition of In Vitro Thrombus. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2019 Jan;40(1):59–64.
36. Hashimoto T, Hayakawa M, Funatsu N, Yamagami H, Satow T, Takahashi JC, et al. Histopathologic Analysis of Retrieved Thrombi Associated With Successful Reperfusion After Acute Stroke Thrombectomy. *Stroke*. 2016;47(12):3035–7.
37. Consoli A, Rosi A, Coskun O, Nappini S, Di Maria F, Renieri L, et al. Thrombectomy for M1-Middle Cerebral Artery Occlusion: Angiographic Aspect of the Arterial Occlusion and Recanalization: A Preliminary Observation. *Stroke*. 2018 May;49(5):1286–9.
38. Consoli A, Zhu F, Bourcier R, Dargazanli C, Marnat G, Duhamel A, et al. Effect of the phenotype of the M1-middle cerebral artery occlusion on the recanalization rates in the ASTER trial. *J Neurointerv Surg*. 2019. doi:10.1136/neurointsurg-2019-015002
39. K Janot, F Zhu, B Kerleroux, G Boulouis, E Shotar, K Premat, et al. “adaptatiVe Endovascular Strategy to the CloT MRI in Large Intracranial Vessel Occlusion” (VECTOR): Study Protocol of a Randomized Control Trial. *Journal Of Neuroradiology* 2019. DOI: 10.1016/j.neurad.2019.11.001

RESUME DE LA THESE

Introduction - Le Clot Burden Score (CBS) à l'admission, en IRM et au scanner, reflète de manière fiable et reproductible la charge thrombotique en cas d'accident vasculaire cérébral ischémique par occlusion de la circulation proximale. Les techniques de thrombectomie mécanique se diversifient, avec l'apparition récente de l'aspiration distale, leurs efficacités selon la charge thrombotique n'est pas encore établie. Nous avons comparé la qualité de la recanalisation, de la récupération neurologique ainsi que le risque de complication des différentes techniques de revascularisation mécanique que sont le stent-retriver et l'aspiration distale, en fonction du CBS à l'admission.

Matériel et Méthodes - Cette étude post hoc d'ASTER a pour critère de jugement principal le taux de recanalisation satisfaisante défini par un score mTICI 2b-3. Les critères de jugement secondaires étaient le score de Rankin à 90 jours et la survenue de complication hémorragique.

Résultats - Au total, 231 des patients randomisés ont été inclus dans l'étude. 114 patients ont eu un CBS compris entre 0 et 6 et 117 patients supérieur ou égal à 7. Le taux de recanalisation satisfaisante en fin de procédure était supérieur dans le groupe CBS 7 (88,9%) comparativement au groupe CBS 0-6 (81.6% ; Risque Relatif, 1.09 ; Intervalle de Confiance à 95%, 1.01-1.28). La récupération clinique a été significativement supérieure dans le groupe CBS 7 (61,9%) que dans le groupe CBS 0-6 (41.8% ; Risque Relatif, 1.19; Intervalle de Confiance à 95%, 1.02-1.40)

Aucune différence n'a été observée en comparant la stratégie de première ligne (stent-retriver versus aspiration distale) tant sur les résultats angiographiques que cliniques, ni sur la survenue de complications, entre les deux groupes.

Conclusion - Le choix de la stratégie endovasculaire de première ligne ne semble pas influencer le taux de recanalisation chez les patients présentant une occlusion intra crânienne proximale selon le CBS à l'admission, ce dernier pouvant cependant être considéré comme un marqueur pronostic fiable du résultat angiographique final et du pronostic clinique à 3 mois.

TITRE EN ANGLAIS : Similar Outcomes for Contact Aspiration and Stent Retriever use according to the Admission Clot Burden Score in the ASTER Trial

THÈSE : Radiodiagnostic et Imagerie Médicale – 2019

MOT CLÉS : Accident vasculaire cérébral, Ischémie, Thrombectomie, Clot Burden Score.

INTITULÉ ET ADRESSE :

Université de Lorraine - Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 Vandœuvre-Lès-Nancy Cedex
