



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة

فakulté de Médecine et de Pharmacie

TRAITEMENT ENDOVASCULAIRE DES ACCIDENTS VASCULAIRES ISCHÉMIQUES À LA PHASE AIGÜE : EXPÉRIENCE DU SERVICE DE RADIOLOGIE CHU HASSAN II DE FÈS

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur **AKAMMAR Amal**
Née le 15/05 /1989 à Meknès

MEMOIRE DE FIN DE SPECIALITE

OPTION : **RADIOLOGIE**

Sous la direction de :

Professeur **ALAOUI LAMRANI MOULAY YOUSSEF**

Session Septembre 2020

Dr Alaoi Lamrani Moulay Youssef
Professeur Agrégé en Radiologie

Pr. Maaroufi Mustapha
Chef de Service de Radiologie
Hôpital des Spécialités
Fès - FES

PLAN

A. INTRODUCTION	7
B. OBJECTIFS	10
C. GENERALITES	12
I. Histoire du traitement interventionnel neurovasculaire	13
II. La thrombectomie mécanique à l'ère des stents retrievers (SR) : dispositifs actuels et techniques	17
III. Moyens d'imagerie de l'AVCi	22
IV. Les indications de la thrombectomie mécanique :	42
V. Le choix de l'anesthésie	46
VI. Complications de la TM:	47
D. RÉSULTATS	48
I. Description de la population d'étude	51
II. Répartition des patients selon l'étiologie.	51
III. Onset-to-door time = ODT	52
IV. National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) avant la thrombolyse et thrombectomie	53
V. Imagerie	54
VI.1. Le scanner cérébral sans injection du PDC	54
VI.2. Angioscanner des troncs supra aortique et du polygone de Willis	54
VI.3. Le temps ponction-recanalisation	58
III. Traitement	59
VII.1. Thrombectomie mécanique avec Thrombolyse intra veineuse	
VII.2. Thrombectomie mécanique sans thrombolyse	59
VIII. Evolution	73
VIII.1. National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) après thrombectomie	72

VIII.2. National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) a la sortie de l'hôpital.....	72
VIII.3. MRS a 3mois.....	73
E. DISCUSSION	75
F. CONCLUSION.....	93
G. RÉSUMÉ.....	96
H. RÉFÉRENCES	100

ABREVEATIONS

- ACI** : Artère carotide interne
- ACM** : Artère cérébrale moyenne
- AG** : Anesthésie générale
- AIC** : Accident ischémique cérébral
- AMM** : autorisation de mise sur le marché
- AnStroke**: Anesthesia During Stroke
- ASPECTS** : The Alberta Stroke Program Early CT Score
- AVC** : Accident vasculaire cérébral
- AVCi** : Accident vasculaire cérébral ischémique
- AVCH** : Accident vasculaire cérébral hémorragique
- C isc** :Cardiopathie ischémique
- DAWN** : Diffusion Weighted Imaging or Computerized Tomography Perfusion Assessment With Clinical Mismatch in the Triage of Wake Up and Late Presenting Strokes Undergoing Neurointervention
- DEFUSE-3** : Endovascular Therapy Following Imaging Evaluation for Ischemic Stroke 3
- DIT** : Door-to-Imaging time
- DSC** : Débit sanguine cérébral
- DWI** : Diffusion weighted Imaging
- ECASS III** : European Cooperative Acute Stroke Study III
- ESCAPE** : Endovascular Treatment for Small Core and Anterior Circulation Proximal Occlusion With Emphasis on Minimizing CT to *Recanalization Times*
- ESO**: European Stroke Organization
- EXTEND-IA** : Extending the Time for Thrombolysis in Emergency Neurological Deficits – Intra-Arterial Using Intravenous Tenecteplase
- Flair** : Fluid attenuated inversion recovery

GCS : Glasgow Coma Scale

GOLIATH : General or Local Anaesthesia in Intra Arterial THERapy

HAS : Haute Autorité de Santé

HERMES : Highly Effective Reperfusion evaluated in Multiple Endovascular Stroke *trials*

IA : Intra artériel

IMS : Interventional Management of Stroke

IRM : Imagerie par résonance magnétique

MERCI : Mechanical Embolus Removal in Cerebral Ischemia

MR CLEAN : Multicenter Randomized Clinical Trial of Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke in the Netherlands.

MR RESCUE : Mechanical Retrieval and Recanalization of Stroke Clots Using Embolectomy

mRs : Score de Rankin modifié

NINDS : National Institute of Neurological Disorders and Stroke

NST : Nombre de sujet à traiter

NIHSS : National Institute of Health Stroke Score

OGT : Occlusion d'un gros tronc

ODT : Onset-to-door time

PEC : Prise en charge

PROACT : Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism

PPC : Pression de perfusion cérébrale

PW : Polygone de Willis

RM : rétrécissement mitral

Rt-PA : recombinant tissue Plasminogen activator

SARIS : Stent-assisted recanalization in acute ischemic stroke

SIESTA : Sedation vs. Intubation for Endovascular Stroke Treatment

SITS : Safe Implementation of Treatments in Stroke

SR : Stent retriever

SW I: Susceptibility weighted Imaging

SWIFT-PRIME: Solitaire FR With the Intention For Thrombectomy as Primary Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke

Ter : terminaison carotidienne

TDM : Tomodensitométrie

TENSION : Efficacy and Safety of Thrombectomy in Stroke With Extended Lesion and Extended Time Window

TESLA : Thrombectomy for Emergent Salvage of Large Anterior Circulation Ischemic Stroke

THRACE : Trial and Cost Effectiveness Evaluation of Intra-arterial Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke

TIV : Thrombolyse intra veineuse

TM : Thrombectomie mécanique

TOF : Time of flight

TTM : Temps moyen de transit vasculaire

TSA : Troncs supra aortiques

USNIV : Unité de soins intensifs neurovasculaires

VSC : Volume sanguin cerebral

INTRODUCTION

Les AVC constituent un problème majeur de santé publique avec le taux de mortalité et de morbidité le plus élevé des affections neuro-vasculaires : ils représentent la 3^{ème} cause de mortalité globale derrière l'infarctus du myocarde et les cancers dans les pays développés [1,2]. Ainsi que la première cause d'handicap acquis chez le sujet adulte et la 2^{ème} cause de démence après la maladie d'Alzheimer au MAROC [3,4,5]. Compte tenu de leur gravité, les AVC sont des urgences médicales dont la prise en charge se fait contre le temps car chaque minute de retard limite les chances de récupération et de survie des patients [6,7].

Les accidents vasculaires cérébraux sont ischémiques (AVCI) dans 80% et hémorragique (AVCH) dans 20%), les AVCI correspondent à une pathologie multifactorielle dominée par l'athérosclérose, dont la fréquence augmente en particulier avec l'âge, et les cardiopathies emboligènes [7].



Le pronostic vital et fonctionnel des AVCI dépend de la rapidité et la qualité de la prise en charge, cette dernière est considérée comme une véritable course contre le temps puisqu'on estime qu'environ 1,9 million de neurones meurent chaque minute pendant cette urgence vitale, d'où vient d'ailleurs le fameux aphorisme "Time is brain" [8].

La prise en charge passe en prime abord par la sensibilisation de la population générale pour déclencher une alerte AVC le plus rapidement possible après l'installation brutale du déficit neurologique focal, puis dans un deuxième temps, par l'amélioration de la phase pré-hospitalière pour acheminer la victime au centre hospitalier le plus proche et adapté à l'urgence qu'il présente. Une fois à l'hôpital, son admission doit se faire dans un stroke center ou unité de soins intensifs neurovasculaires (USINV) car la création seule de cette unité permettra de réduire les complications de la phase initiale, d'instaurer la prévention secondaire et réduire ainsi la morbi-mortalité de façon significative de 62% à 56.4% avec un nombre de sujet à traiter (NST) pour améliorer le pronostic fonctionnel d'un patient évalué à 18 [9].

En effet, l'objectif thérapeutique en urgence est le rétablissement de la perméabilité artérielle avant l'installation d'une souffrance cérébrale irréversible et trop étendue. La décision d'administration des traitements endovasculaires de l'AVC en phase aiguë est prise suite à une approche tissulaire basée sur l'évaluation de la viabilité du parenchyme cérébral qui au lieu de l'approche temporelle classique tournant autour des délais, ce qui exige un plateau technique d'imagerie cérébrale disponible immédiatement, 24 heures sur 24, et à proximité.

L'imagerie cérébrale en phase aiguë d'un AVC ischémique tient par conséquence une place centrale dans la filière de soins car elle a pour objectifs de poser le diagnostic d'AVC ischémique, d'éliminer un saignement intracrânien, de localiser le niveau de l'occlusion artérielle, d'évaluer le volume de l'infarctus et d'estimer la présence de pénombre ischémique et guider la thérapeutique. Elle joue un rôle d'autant plus important avec l'évolution des traitements de l'AVC ischémique dans sa phase aiguë et notamment la validation récente de la thrombectomie mécanique.

Au cours de l'année 2015, la prise en charge de l'accident vasculaire cérébral ischémique a connu un bouleversement des pratiques [10] avec la démonstration de l'efficacité de la thrombectomie mécanique (TM) lors de la phase aiguë de l'AVC ischémique [11–15].

La TM est un geste de neuroradiologie interventionnelle qui consiste à recanaliser, à l'aide d'un dispositif mécanique de retrait de caillot introduit par voie endovasculaire sous contrôle radioscopique, une artère cérébrale proximale occluse. La recanalisation artérielle permet la reperfusion et la revascularisation du parenchyme cérébral en souffrance.

Recommandée jusqu'à six heures après le début des symptômes [16], le délai d'intervention pourrait être étendu à vingt-quatre heures sous certaines conditions [17].

OBJECTIFS

1. Objectif général :

Exposer l'expérience du service d'imagerie du C.H.U. de Fès en matière de prise en charge endovasculaire des AVCI

2. Objectifs spécifiques :

1. Analyser les caractéristiques diagnostiques de l'AVCI.
2. Identifier le siège de l'occlusion intra crânienne et la collatéralité
3. Déterminer le territoire et l'étendue de la lésion cérébrale.
4. Décrire les indications de la thrombectomie.

GÉNÉRALITÉS

I. Histoire du traitement interventionnel neurovasculaire

Les thérapeutiques endovasculaires ont connu une évolution progressive depuis le début des années 90 et pourtant elles n'ont pas apporté de résultats significatifs jusqu'à 2014. Avant cette date, le seul traitement homologué pour l'AVCi ayant fait preuve de son efficacité était la TIV, et ce depuis 1995 avec la publication phare du NINDS. Les auteurs proposeront une revue des différentes techniques endovasculaires antérieures aux dispositifs actuels.

Avant de détailler les thérapeutiques endovasculaires de l'AVCi, il faut assimiler que la prise en charge d'un AVCi passe en prime abord par la sensibilisation de la population générale pour déclencher une alerte AVC, puis dans un deuxième temps, par l'amélioration de la phase pré hospitalière pour acheminer la victime au centre le plus proche et adéquat au tableau clinique. La prise en charge hospitalière se base sur la création d'un stroke center ou unité de soins intensifs neurovasculaire (USINV). La création seule de cette unité permettra de réduire les complications de la phase initiale, d'instaurer la prévention secondaire et réduire ainsi la morbi-mortalité de façon significative de 62 % à 56.4 %, avec un nombre de sujet à traiter (NST) évalué à 18 afin d'améliorer le pronostic fonctionnel d'un patient. Avec les USINV et la TIV, le NST passe à 7 (TIV <3H) et à 14 avec la fenêtre élargie de la TIV à 4.5H [18].

a. thrombolyse intra-artérielle

L'historique des thérapeutiques endovasculaires remonte à la fin des années 90', avec la publication de l'étude PROACT II, rapportant les résultats de l'administration intra-artérielle de la pro urokinase associée à l'héparine contre héparine seule chez des patients présentant une occlusion de l'artère cérébrale moyenne sur M1 ou M2. Les résultats ont montré une recanalisation plus importante du bras endovasculaire à 67 % contre 18 % du bras témoin avec amélioration du score de Rankin à 3 mois, mais avec un taux plus élevé d'hémorragie intra-crânienne symptomatique à 10 % versus 2 % dans le bras témoin [19].

L'étude menée par Ducrocq et al. et publiée en 2005 a comparé l'urokinase donnée par voie veineuse à son administration intra-artérielle. Elle a été interrompue de façon prématurée en raison du taux de mortalité qui était de 26 % (n=7 patients) dans les deux bras sans apporter des résultats significatifs [20].

b. Le stenting primaire

Le recours au stenting primaire à la phase aiguë d'un AVCi a été évalué sur l'essai SARIS en 2009 sur un petit échantillon portant sur 20 patients, soit en cas de contre-indication à la TIV ou comme technique de sauvetage de seconde ligne sur échec de la TIV au décours précoce (<1H). Malgré un taux important de recannalisation estimé à 95 %, le stenting ne s'est pas imposé en intracrânien comme le révèle son histoire glorieuse avec les coronaires. Dénouement lié à la différence claire entre la circulation intracrânienne et myocardique. Le déploiement d'un stent peut occlure les artères perforantes du tronc basilaire ou les lenticulo-striées sur la cérébrale moyenne soit directement par ses mailles ou en plaquant le thrombus contre leurs ostias. Le deuxième ricochet est lié à la majoration du risque de transformation hémorragique avec la double anti-agrégation plaquettaire et le troisième est représenté par les ré-occlusions secondaires [21,22].

c. Dispositifs d'extraction de thrombus

Parmi ces thérapeutiques, deux ont été validées par la FDA pour l'extraction d'un thrombus dans les 8 premières heures suivant l'installation d'un AVCi. Ces deux dispositifs, supportés par l'étude MERCI en 2004 et la technique Penumbra en 2007 étaient reconnus utiles pour la recannalisation d'une artère occluse à un taux supérieur à celui rapporté par la TIV, mais avec un résultat fonctionnel moins bon que celui des études de la TIV. Le dispositif MERCI était fait d'un fil en Nitinol ayant la

forme d'un tire-bouchon qu'on déployait au sein du thrombus avant de le retirer. Le taux de recanalisation était estimé à 46 %. La seconde technique Penumbra est un système d'aspiration continue et de fragmentation du caillot à l'aide d'une pompe d'aspiration. Le taux de recanalisation de cette technique était de 81 %. Pour les deux dispositifs, les résultats fonctionnels des patients étaient moins bons que ceux de la TIV, en rapport en partie avec la sévérité clinique initiale et le délai tardif de recrutement des patients sélectionnés au-delà des délais de la TIV [22].

d. Approche combinée / Bridging therapy IV/IA

La combinaison des deux approches (thrombolyse IV et approche endovasculaire) permet d'utiliser les avantages de ces deux techniques, rapidité et facilité d'administration du rt-PA IV ainsi que l'efficacité de l'abord endovasculaire sur la recanalisation, que ce soit par thrombectomie ou par rt-PA IA. L'étude Interventional Management of Stroke (IMS) I [23] a testé l'efficacité et la tolérance de la combinaison des deux techniques : une dose moindre de rt-PA IV (0,6 mg/kg sur 30 minutes) suivie d'une thrombolyse IA (0,3 mg/kg, avec dose maximale de 22 mg sur deux heures), en cas d'occlusion artérielle persistante documentée en angiographie. L'ensemble de la procédure devait se dérouler dans les trois premières heures après le début des symptômes. Le taux de recanalisation était de 55%, avec un taux de transformation hémorragique de 9,9%. Près de la moitié (42%) des patients avec un NIHSS initial supérieur à 20 étaient indépendants à trois mois. En comparaison avec les patients de l'étude NINDS, les taux d'hémorragie intracrânienne étaient identiques dans les trois groupes mais les patients de l'étude IMS I avaient un devenir clinique significativement meilleur à 3 mois [23].

La deuxième étude, IMS II, a évalué l'efficacité, la tolérance et la faisabilité d'une approche combinée, thrombolyse IV suivie d'une thrombolyse IA potentialisée

par les ultrasons, grâce à l'utilisation d'un cathéter dont l'extrémité était équipée d'un transducteur à 2 Mhz. Parmi les 34 patients traités, 69% avaient une recanalisation complète ou partielle et 46% avaient un bon devenir clinique à 3 mois. Le taux de mortalité à 3 mois était de 16%, mais les complications hémorragiques s'élevaient à 11% (versus 6% dans IMS I). Il apparaît donc que les ultrasons augmentent le taux de recanalisation, mais au prix d'une augmentation des complications hémorragiques. Depuis cette étude, plusieurs dispositifs de thrombectomie utilisant des ultrasons ou la technique laser ont été développés mais sans large diffusion en pratique clinique [24].

L'étude Recanalise a comparé une approche combinée (thrombolyse IV + geste endovasculaire) par rapport à une thrombolyse IV seule. Cette thrombolyse combinée a été réalisée avec l'administration de rt-PA IV (0,6 mg/kg), suivie par une thrombolyse IA de rt-PA (0,3 mg/kg), puis si nécessaire, d'une thrombectomie. Dans cette étude monocentrique, 160 patients avec une occlusion artérielle intracrânienne documentée à l'imagerie ont été inclus (107 patients traités par thrombolyse IV seule et 53 par thrombolyse combinée). Les résultats montraient que, non seulement l'approche combinée thrombolyse IV + endovasculaire augmentait considérablement le taux de recanalisation (87% versus 52%), mais confirmait aussi que la recanalisation était étroitement associée à une meilleure évolution clinique à trois mois (57% versus 44%). Cette approche combinée thrombolyse IV + endovasculaire n'a pas été associée à un excès de morbi-mortalité (17% dans les deux groupes pour la mortalité ; 11% versus 9% pour les hémorragies symptomatiques, respectivement pour la thrombolyse IV et l'approche combinée) [25].

L'étude randomisée IMS III (Interventional Management of Stroke III) comparait la thrombolyse IV par rt-PA (à posologie habituelle) à une approche combinée associant une thrombolyse IV et une prise en charge endovasculaire.

Cette étude a cependant été interrompue prématurément (après inclusion de 656 patients sur 50 centres) en avril 2012, après une analyse intermédiaire, car elle ne semblait pas pouvoir mettre en évidence le bénéfice de la prise en charge endovasculaire [26].

Les résultats indiquaient qu'un traitement intra-artériel, comme dans cette étude, n'offrait pas la supériorité de 10% attendue en termes d'indépendance fonctionnelle (score modifié de Rankin de 0-2 à trois mois) comparé à la thrombolyse IV seule. En revanche, le traitement endovasculaire s'était avéré être tout aussi sûr et efficace que la thrombolyse IV (pas de différence statistiquement significative en termes de mortalité, de complication hémorragique ou d'indépendance fonctionnelle), même avec plusieurs restrictions. En effet, le temps de recanalisation dans le bras endovasculaire était plus long que dans les essais précédents (IMS I : 84 minutes / IMS III: 127 minutes). De plus, la plupart des patients pris en charge par voie endovasculaire l'ont été avec des dispositifs maintenant obsolètes (Merci, Penumbra), ce qui limite la portée de ces résultats, surtout depuis l'avènement de la dernière génération de dispositifs de thrombectomie mécanique (stent-retrievers).

II. La thrombectomie mécanique à l'ère des stents retrievers

(SR) : dispositifs actuels et techniques

On rappelle que La thrombectomie mécanique est un geste de neuroradiologie interventionnelle qui consiste à recanaliser, à l'aide d'un dispositif mécanique de retrait de caillot introduit par voie endovasculaire sous contrôle radioscopique, une artère cérébrale proximale occluse.

L'objectif était de palier aux faiblesses de la thrombolyse intraveineuse, notamment en augmentant le taux de recanalisation des occlusions des gros troncs, et en diminuant les complications hémorragiques. La thrombectomie permet également de fragmenter le thrombus, potentialisant ainsi l'action de la thrombolyse complémentaire en augmentant la surface de contact avec le fibrinolytique.

La thrombectomie pourrait alors être utilisée en combinaison avec la fibrinolyse IV, mais aussi comme traitement de première intention en cas de contre-indication de la thrombolyse IV.

II.1. : Dispositifs et techniques

L'objectif du traitement endovasculaire est d'éliminer en une seule pièce le thrombus occlusif de l'artère cérébrale dans laquelle il se trouve sans endommager le système vasculaire et sans fragmenter le caillot

Le progrès du traitement endovasculaire a été atteint par les « stent retrievers » (figure 01), qui sont des stents cérébrovasculaires, auto-expansibles, attachés à un fil de livraison. Le dispositif est déployé à travers un microcathéter au niveau de l'occlusion. En s'ouvrant, par expansion radiale le long de l'axe longitudinal du dispositif, la structure du stent pénètre dans le caillot. Dans cette position ouverte, le stent est ensuite retiré, entraînant également le thrombus attaché [27,28].

Cet effet augmentait avec la taille du vaisseau occlus. Le degré de la revascularisation est mesuré avec les scores TICI (Treatment In Cerebral Ischemia Scale), les scores TICI 2b et 3 correspondant à un succès radiologique.

Une autre technique de désobstruction encore en développement est la thromboaspiration, qui connaît aujourd'hui un deuxième souffle [29]. A travers la grande lumière du cathéter, une force d'aspiration plus élevée peut être exercée, soit par une pompe d'aspiration, soit à l'aide d'une seringue. Ceci conduira à l'élimination

du thrombus, soit par ingestion, soit de par sa capture par le cathéter, qui sera ensuite retiré. L'inconvénient de la thromboaspiration est le risque de fragmentation du thrombus. Les avantages sont la rapidité de la procédure et l'effet traumatique moins important sur la paroi du vaisseau [30].

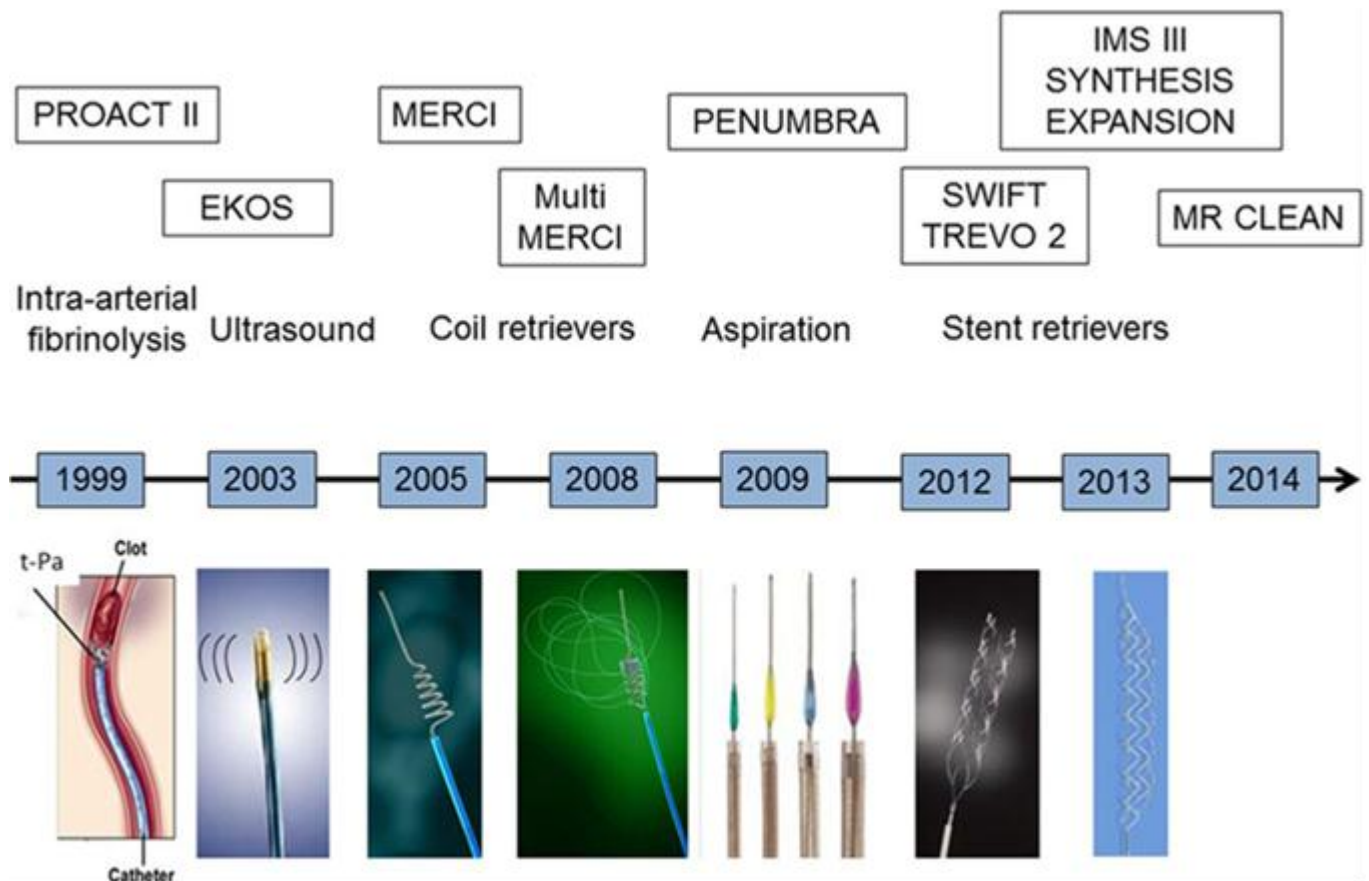


Figure n°01 : Frise chronologique historique illustrée en ligne d'évolution des thérapies endovasculaires [30].

En pratique, une fois l'indication d'une TM posée par une équipe pluridisciplinaire (neurologue, neuroradiologue interventionnel, réanimateur), le candidat sera admis en salle d'angiographie, dans les plus brefs délais, sans retarder une TIV ni attendre la fin de la perfusion du thrombolytique.

L'abord artériel sera de préférence fémoral droit avec un introducteur 8 ou 9 F. L'extraction du thrombus proprement dite sera faite soit directement par un stent récupérable ou stent-retriever SR (figure n°02), par thrombo-aspiration, ou par une technique combinant les deux (SR et thrombo-aspiration).

L'accès au vaisseau occlus se fera à travers le tronc supra-aortique carotidien ou vertébral intéressé à l'aide d'un cathéter porteur à ballonnet. Ce cathéter guide permettra d'acheminer le micro-cathéter à travers lequel le SR à maille large sera déployé pour inclure le thrombus. Le SR sera récupéré après quelques minutes d'attentes (~5min), tout en rendant le flux rétrograde soit dans la carotide interne ou l'artère vertébrale grâce au ballonnet qui va améliorer l'aspiration manuelle en stoppant le flux antérograde (figure n°03). Cette dernière procédure limite le risque d'embols erratiques vers une autre artère lors du retrait du thrombus.

La deuxième technique ou thrombo-aspiration (Penumbra Device) consiste à faire monter un cathéter intermédiaire armé de gros calibre (4-5-6 F) jusqu'au niveau du thrombus et qui sera lié à un système d'aspiration pour évacuer le thrombus. Cette dernière technique est réputée rapide, moins douloureuse pour le patient lors de l'extraction du thrombus, et réduisant la fragmentation du thrombus et le risque d'embolies distales. Le pourcentage de recanalisation est presque similaire entre les deux techniques 80 % [31].

La troisième technique combine le SR à la thromboaspiration et semble être associée à une meilleure recanalisation. Le contrôle angiographique final après TM sera évalué selon les critères TICI (Thrombolysis In Cérébral Infarction, par analogie au TIMI myocardique). Un score 2b ou 3 était considéré comme un succès angiographique.

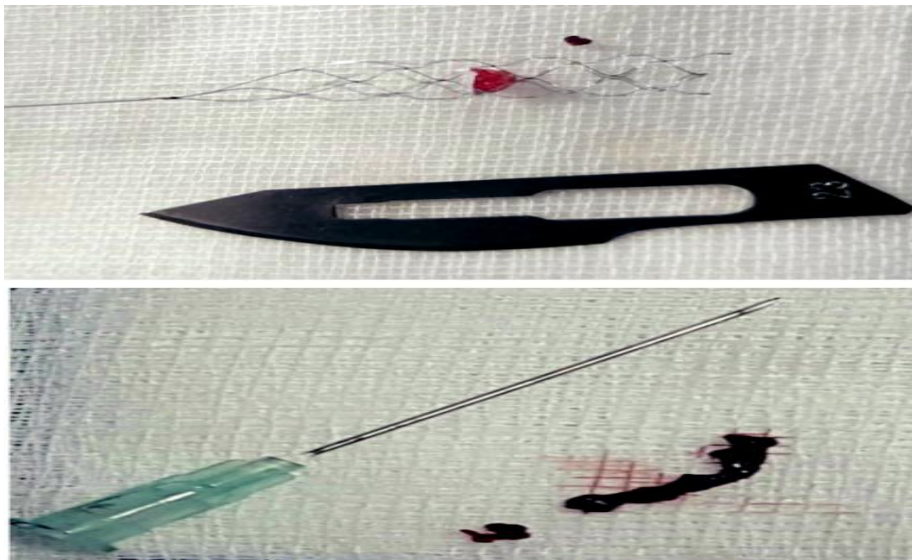


Figure n°02 : Aspect d'un Stent récupérable avec des thrombi amarés sur ses mailles (A) et aspect d'un thrombus récupéré (B)

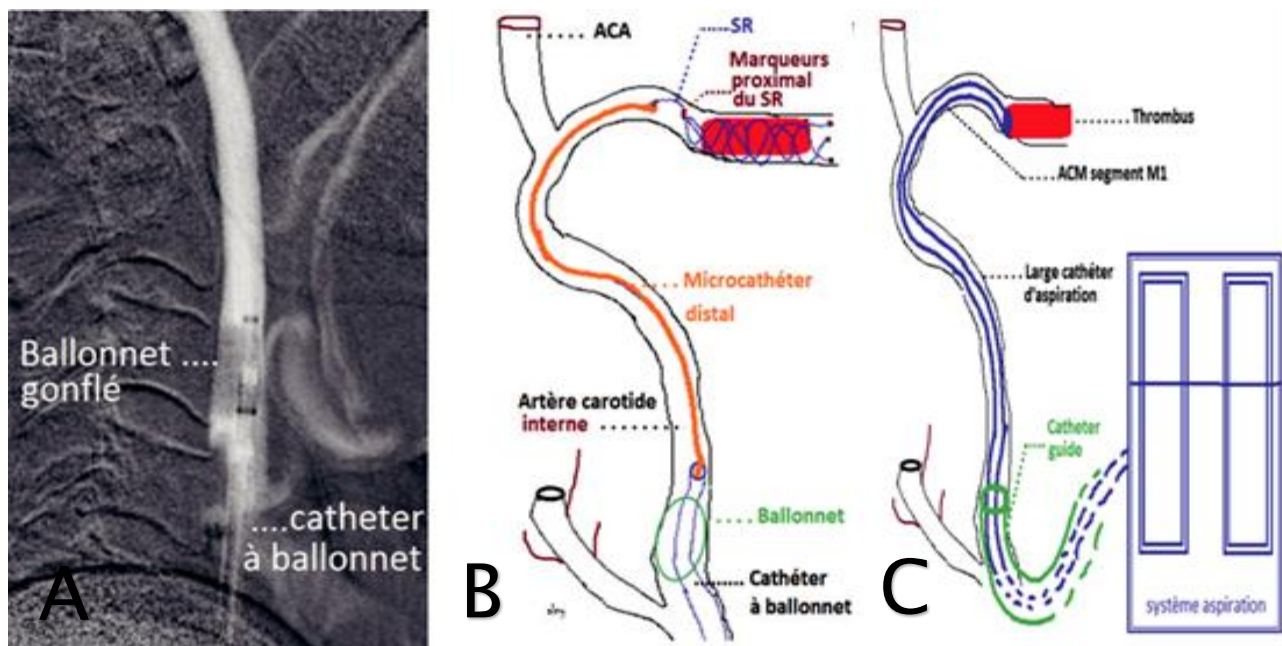


Figure n°03: Image d'un cathéter guide à ballonnet gonflé en sus-bulbaire (A) et schémas objectivant le système du SR utilisant un cathéter guide à ballonnet et le système d'aspiration (B et C) [32].

III. Moyens d'imagerie de l'AVCi

L'imagerie de l'AVCi à la phase aiguë se procure un rôle central dans la sélection des patients aussi bien pour les thérapeutiques de reperfusion intra-veineuses qu'intra-artérielles.

On rappelle que lors d'une occlusion vasculaire cérébrale, le débit sanguin cérébral (DSC) chute dans le territoire en aval, entraînant une augmentation du temps moyen de transit vasculaire (TTM). Le volume sanguin cérébral (VSC) est maintenu à la phase aiguë de l'AVC par l'autorégulation vasculaire cérébrale et la mise en œuvre d'une suppléance par des collatérales piales. Tant que le VSC reste à son seuil physiologique de 4 ml/100 g de tissu, le parenchyme cérébral peut présenter une altération fonctionnelle mais conserve sa viabilité. La réduction du DSC avec conservation du VSC correspond à la notion de « mismatch », définissant la zone de pénombre ischémique [33]. Avec le temps, le mécanisme de régulation est dépassé et le VSC chute, à l'origine d'un infarctissement du parenchyme cérébral. La zone de pénombre représente ainsi la cible des traitements de reperfusion précoce avant que la nécrose irréversible se constitue [34].

III.1 Tomodensitométrie cérébrale conventionnelle :

La TDM sans contraste est le moyen le plus largement utilisé dans l'exploration d'un tableau déficitaire aigu. En outre, le résultat est très discriminant entre AVCi et AVC hémorragique [35]. La TDM sans contraste est largement utilisée dans l'évaluation initiale de l'extension ischémique en relevant les signes ultra précoces de l'ischémie à type d'effacement des sillons de la convexité en rapport avec le gonflement des gyri, de dédifférenciation entre la substance blanche et la substance grise, d'effacement des noyaux lenticulaire ou caudé, d'hypoatténuation subtile de densité ou bien d'effacement du ruban insulaire dans le territoire de l'artère cérébrale moyenne (figure n°04).

L'artère occluse peut apparaître spontanément dense en rapport avec un thrombus frais au sein de sa lumière.

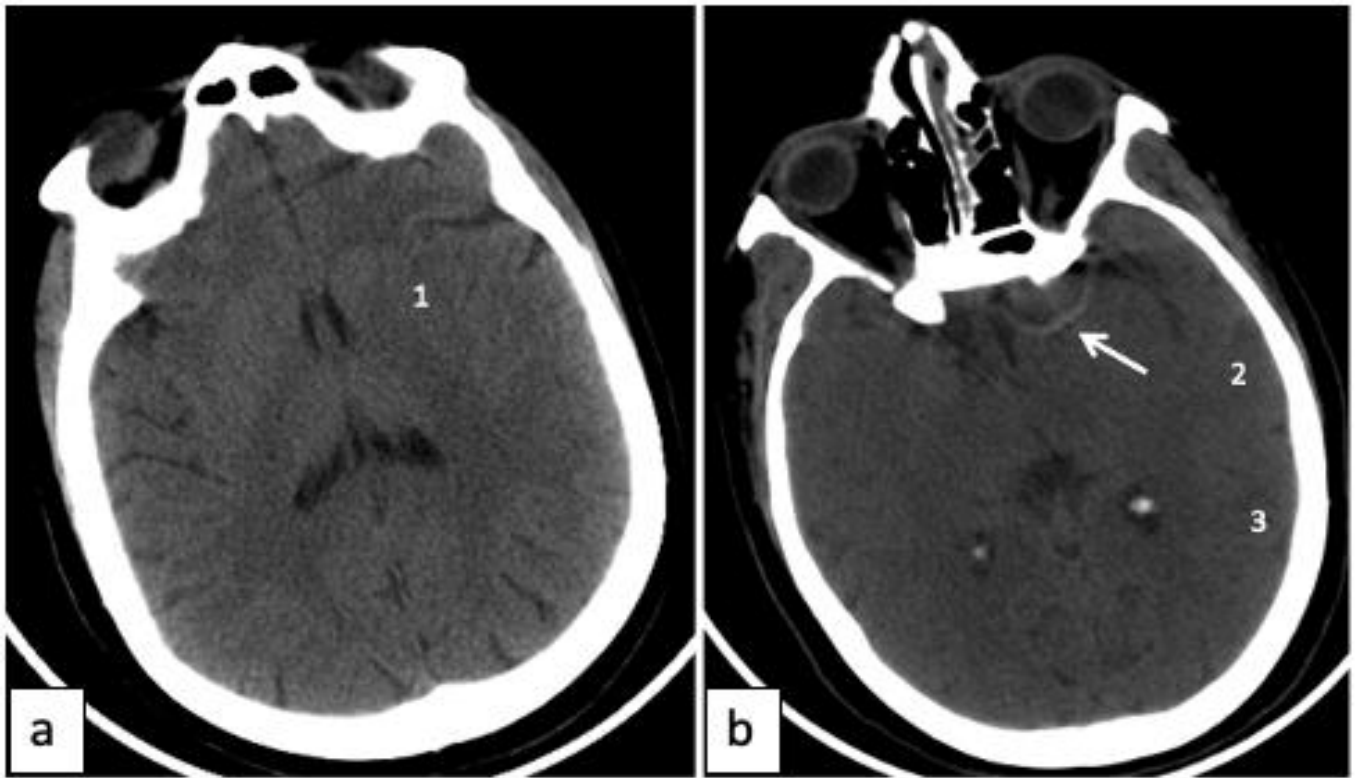


Figure n°04 : Coupes scannographiques axiales montrant un effacement du noyau lenticulaire et dédifférenciation entre la substance grise et blanche de M2 et M3(a) avec un aspect spontanément dense de l'artère sylvienne gauche (b).

Le CT présente l'avantage d'être en général disponible 24 heures / 24 et 7 jours / 7, plus rapidement effectué, de meilleure qualité pour la visualisation des artères et du site d'occlusion, et de permettre un bilan précis de la circulation collatérale. Cependant, comparé à l'IRM, la sensibilité du CT pour la détection de l'infarctus dans la phase très précoce est moindre [36].

La TDM sans contraste est largement utilisée pour évaluer l'étendue de l'AVCi (**core de l'infarctus**) en se basant sur le score **ASPECTS** (The Alberta Stroke Program Early CT Score). Ce score représente une approche simple et systématique pour estimer les modifications ischémiques précoces sur le territoire de l'artère cérébrale moyenne qui est divisé en 10 secteurs, trois régions profondes ou sous corticales et sept régions superficielles ou profondes (figure n°05). Une hypodensité visible sur au moins deux coupes successives d'un secteur fait trancher un point aux 10 secteurs. Un score évalué à 10 signifie que la densité parenchymateuse dans le territoire de l'artère sylvienne est normale, alors qu'il est estimé à 0 si tout son territoire est hypodense (figure n°06 et 07). Une hypodensité parenchymateuse s'installe chez 82 % des patients dans un délai de 6H après le début des symptômes [37].

Une hypodensité parenchymateuse étendue dans le territoire de l'artère occluse signifie que l'occlusion est proximale, et multiplie par 8 le risque de transformation hémorragique après la TIV. Un score inférieur à 7 est associé à un pronostic péjoratif tant en termes d'handicap résiduel que de risque de transformation hémorragique. C'est ainsi, que les sociétés savantes recommandent un seuil supérieur ou égal à 7 pour les patients candidats à la TIV et supérieur ou égal à 6 pour la TM [38]. Malheureusement, l'évaluation du score ASPECT a une faible reproductibilité aussi bien en inter-observateurs qu'en intra-observateurs.

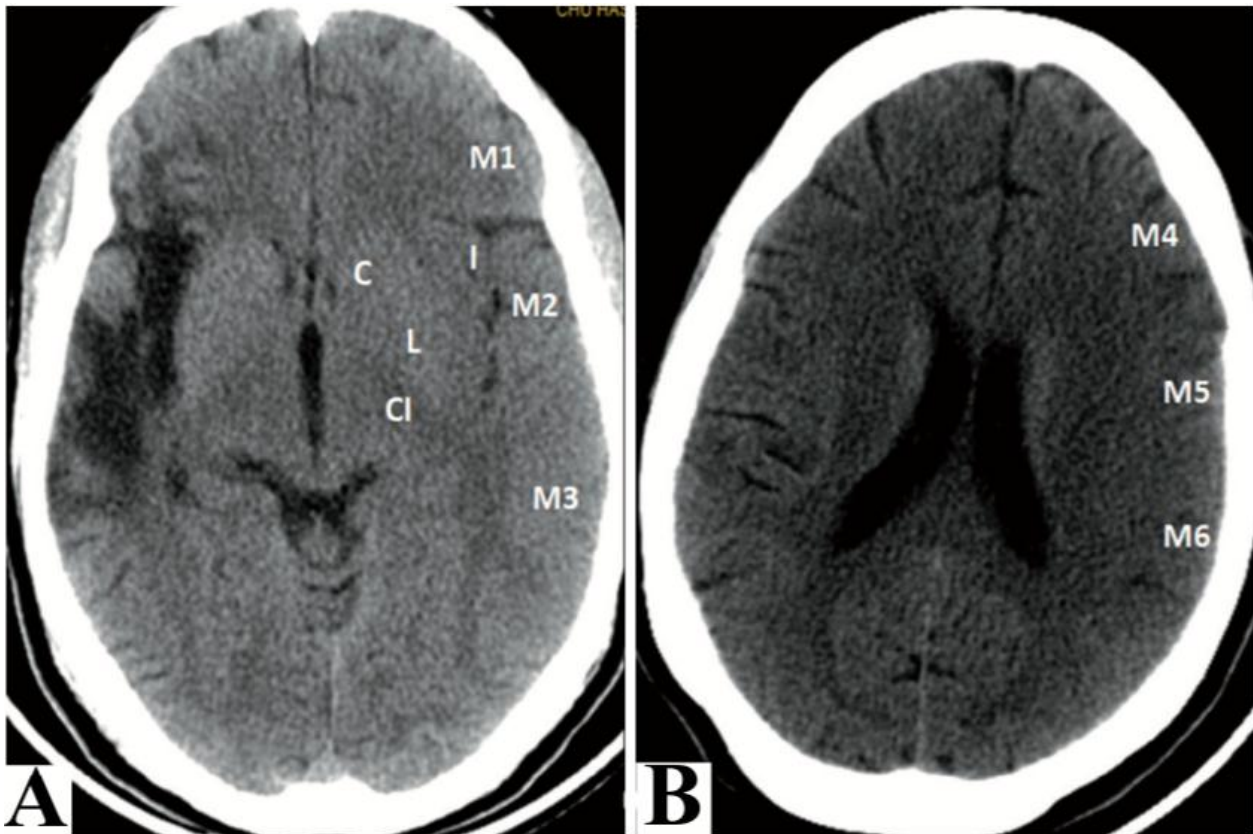


Figure n°05: Deux coupes scannographiques à l'étage nucléaire (A) et sus- nucléaire (B) montrant l'atteinte des dix secteurs du territoire de l'artère sylvienne chez deux patients. C: noyau caudé ; I: ruban insulaire; CI: capsule interne ; L: noyau lenticulaire ; M1: partie proximale préfrontale ; M2 : territoire sylvien en regard de l'Insula; M3: territoire postérieur de la sylvienne; M4: territoire préfrontal supérieur; M5: territoire latéro-supérieur de la sylvienne; M6: territoire supéro-postérieur de la sylvienne.

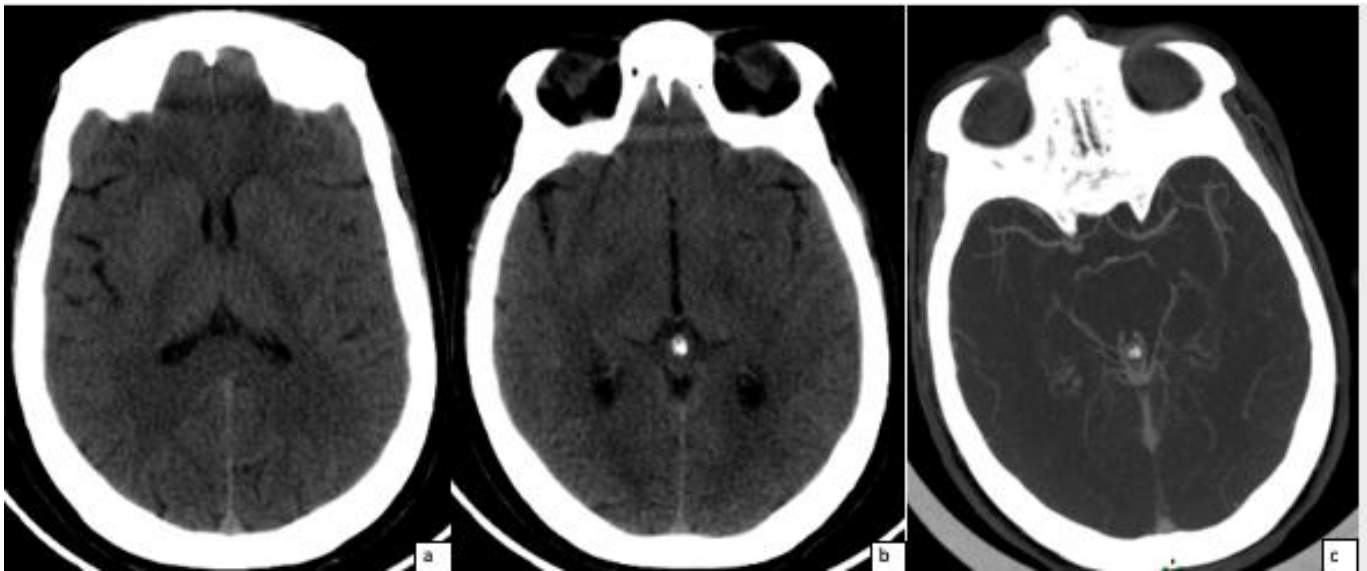


Figure n°06 : signes précoces d'AVCI

Coupes scannographiques axiales qui montrent un effacement du ruban insulaire (a,b) donc un score ASPECT a 9 et a l'angioscanner on note la présence d'un thrombus de M1 distale (c).

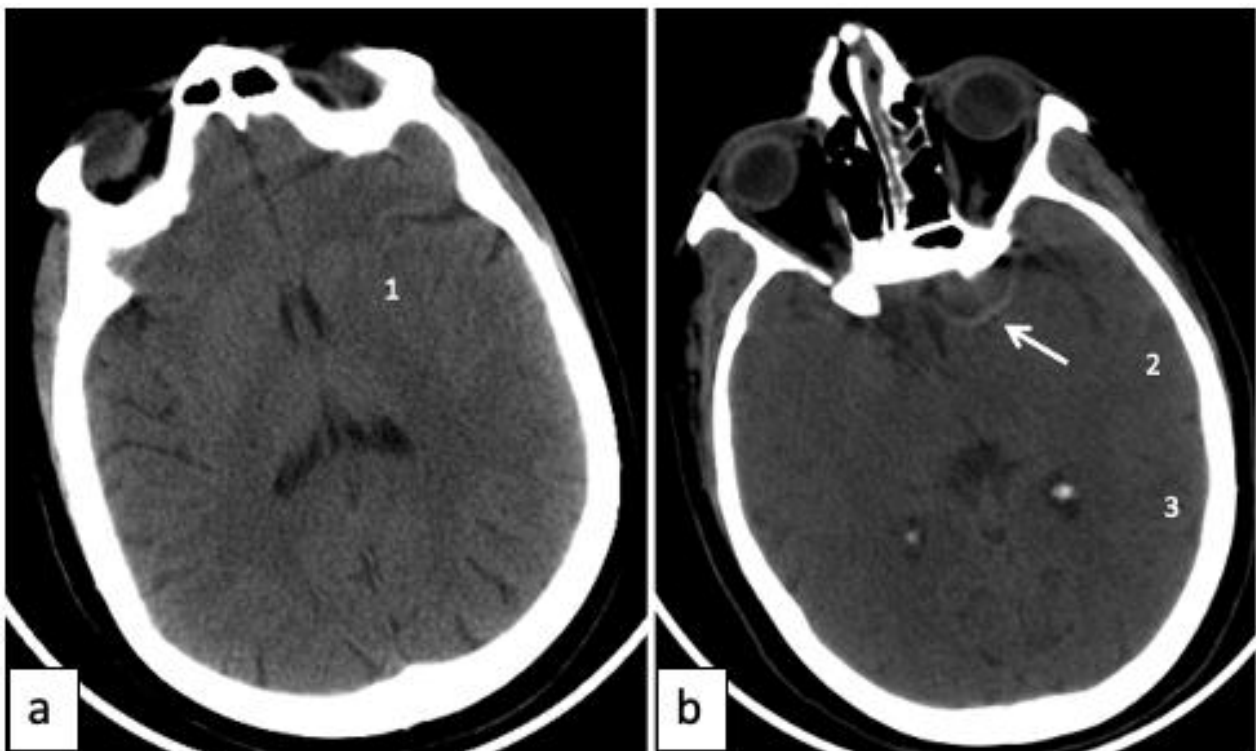


Figure n°07 : Coupes scannographiques axiales montrant un effacement du noyau lenticulaire et dédifférenciation entre la substance grise et blanche de M2 et M3 avec un aspect spontanément dense de l'artère sylvienne gauche (flèche) donc un score ASPECT a 7.

L'**Hyperdensité artérielle** traduit la présence d'un caillot intravasculaire d'origine thrombotique, ou embolique. Fréquemment décrit sur le segment M1 il se retrouve également en M2, au niveau de l'artère cérébrale antérieure ou de l'artère basilaire. La longueur du thrombus est corrélée à l'étendue de l'infarctus.

Malgré ses différents intérêts, la TDM sans contraste révèle uniquement des renseignements anatomiques et non fonctionnels concernant le territoire parenchymateux endommagé, et ne permet pas de différencier entre zones hypoperfusées et zones cérébrales infarctées.

III.2. Angio-TDM cérébrale et des troncs supra-aortiques (CTA)

L'injection de produit de contraste iodé est utilisée pour la réalisation d'un angioscanner cérébral afin d'étudier les troncs supra-aortiques ainsi que les vaisseaux intracrâniens, permettant le diagnostic et la localisation d'une éventuelle occlusion artérielle et participant au bilan étiologique. L'angioscanner cérébral a une sensibilité de 98,4% et une spécificité de 98,1% pour diagnostiquer une occlusion artérielle, par rapport au Gold Standard, l'angiographie cérébrale [38].

La CTA a multiples intérêts, le premier est d'abord **authentifier le niveau du thrombus ou de l'occlusion intra-artérielle**. Cette étape primaire est nécessaire avant de s'engager dans toute procédure endovasculaire en présence d'une occlusion d'un gros tronc.

Le second intérêt est purement morphologique et réside dans **l'évaluation de l'anatomie de la crosse aortique**, du niveau d'émergence des troncs supra-aortiques et de la morphologie du polygone de Willis. Cette anatomie est très utile au neuroradiologue interventionnel lui permettant de connaître la configuration de l'arche aortique afin de planifier la procédure et de choisir le cathéter idéal pour aborder les TSA (figure 08).

Le troisième est nous permettre d'estimer la longueur du thrombus. Plusieurs études ont montré le bénéfice mineur de la TIV en présence d'un thrombus excédant 7 mm en indiquant l'intérêt de la TM dans la recanalisation de l'artère occluse (figure 09).

Le quatrième intérêt qui se dégage du CTA réside dans l'évaluation de la collatéralité piale, la présence de collatérales piales qui descendent jusqu'en regard des territoires M1, M2, M3 ou M4, a une bonne valeur prédictive pour l'absence d'infarctus constitué dans le même territoire vasculaire cortical. Cette collatéralité est très variable et influence directement la croissance du corps de l'infarctus (figures 10,11,12). L'étude ESCAPE a prouvé l'intérêt de l'évaluation de la collatéralité en dichotomisant les patients en deux groupes, ceux qui ont une bonne collatéralité couvrant plus de 50 % le territoire de l'ACM, et ceux avec une mauvaise collatéralité occupant moins de 50 % de ce territoire. Les résultats de cette étude étaient bien meilleurs que ceux de MR CLEAN ayant sélectionné des patients sur les données de l'imagerie conventionnelle. Le score de ranking modifié à 3 mois était bien meilleur chez les patients recrutés avec une bonne collatéralité excédant 50 % du territoire de l'ACM1. La combinaison de l'angio-TDM multiphase au score ASPECT pourrait affiner la sélection des patients candidats à la TM [41].

Le cinquième intérêt du CTA est qu'elle permet aussi de faire le bilan étiologique de l'AVCi en étudiant la carotide ipsilatérale au thrombus. Ainsi, on peut dépister au même moment du diagnostic de l'AVCi, **une sténose carotidienne athéromateuse ou une dissection** (figure 13). Ce dernier intérêt guidera le neuroradiologue interventionnel dans la planification d'une procédure d'angioplastie stenting de la carotide au décours de la TM.

Avec tous ces bénéfices de la CTA cité ci-dessus, On rappelle que l'injection de produit de contraste iodé constitue une limite chez les patients diabétiques ou insuffisants rénaux ou allergiques.

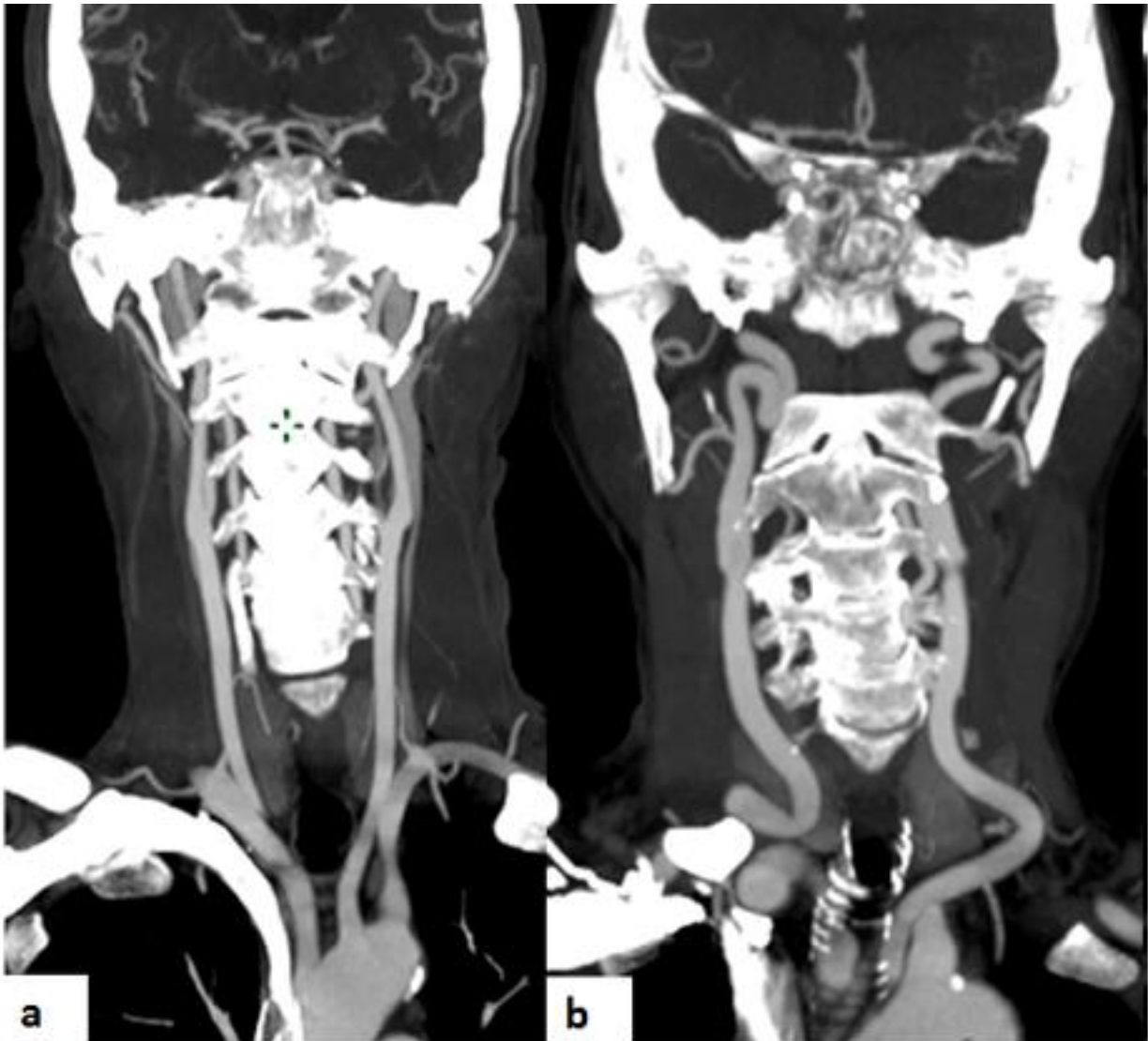


Figure n°08 : Angioscanner avec reconstruction coronale chez deux patients candidates à une thrombectomie le premier patient (a) a des vaisseaux rectilignes. Le deuxième patient (b) a des troncs supra aortiques tortueux dont l'accès des vaisseaux intra crâniennes difficile.

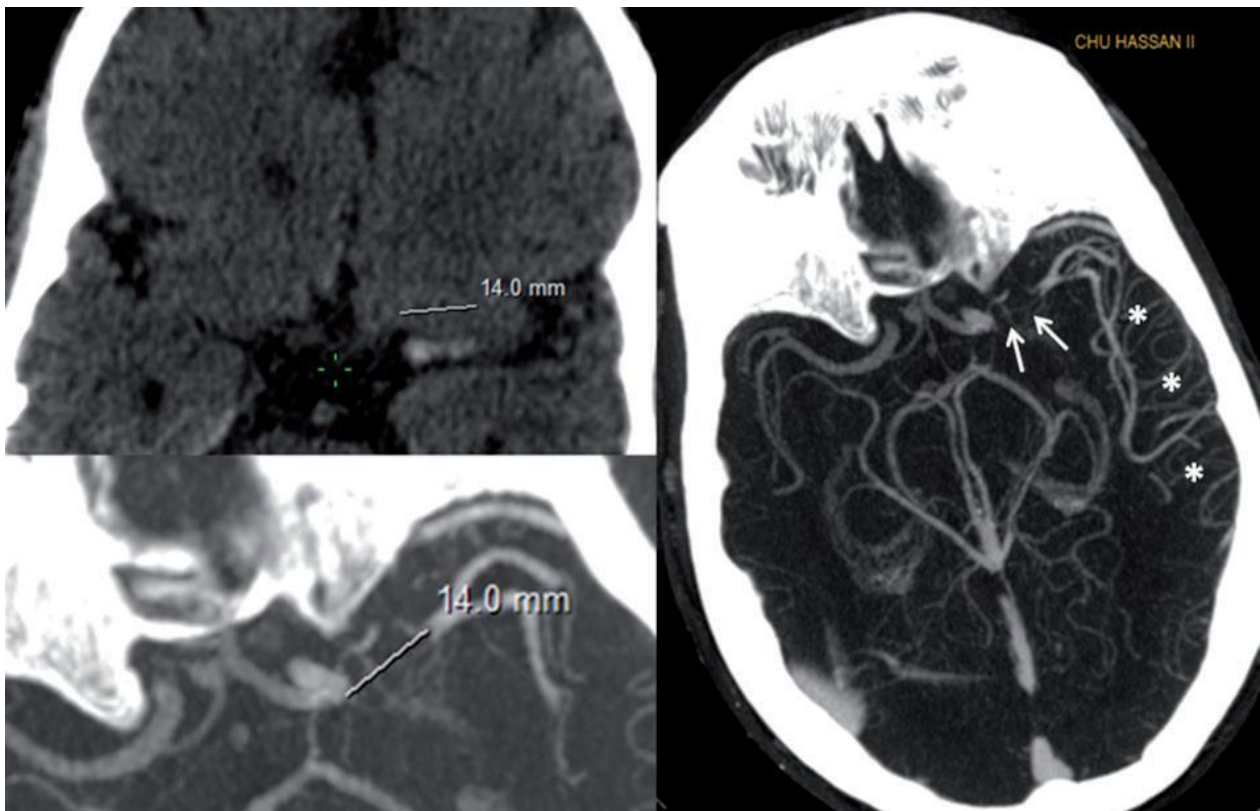


Figure n°09 : Angioscanner cérébral montrant la présence d'un thrombus du segment M1 (flèches) de l'artère sylvienne gauche étendue sur 14 mm avec une très bonne collatéralité.

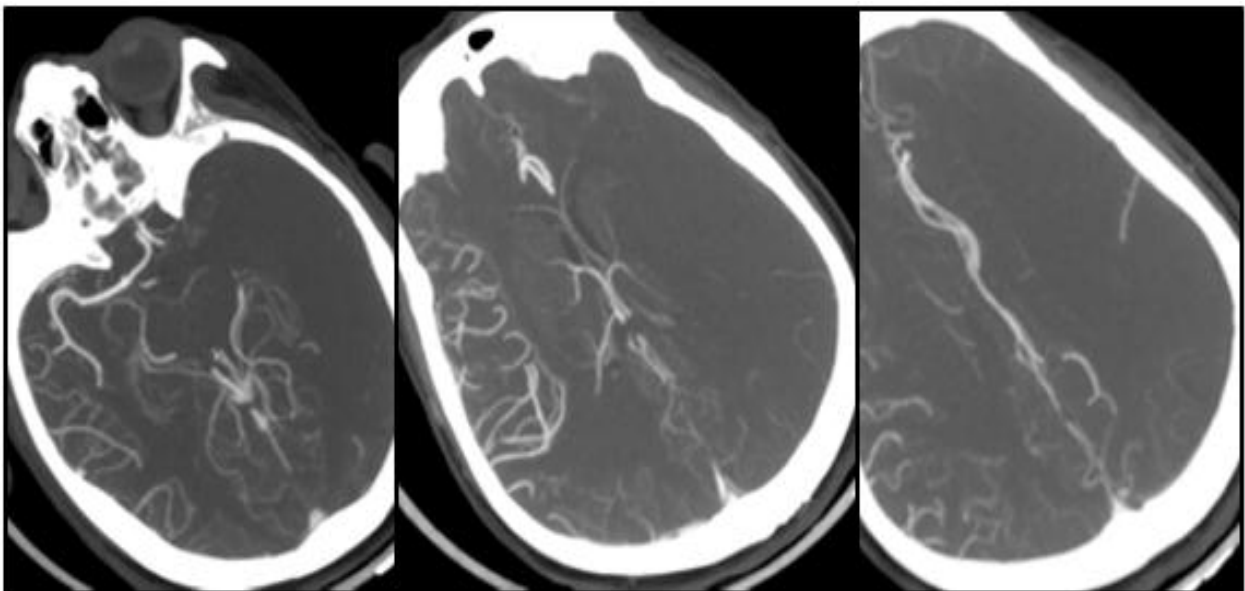


Figure n°10 Angioscanner et collatéralité :

Angioscanner en coupe axiale montre une occlusion du T carotidien avec une mauvaise collatéralité.

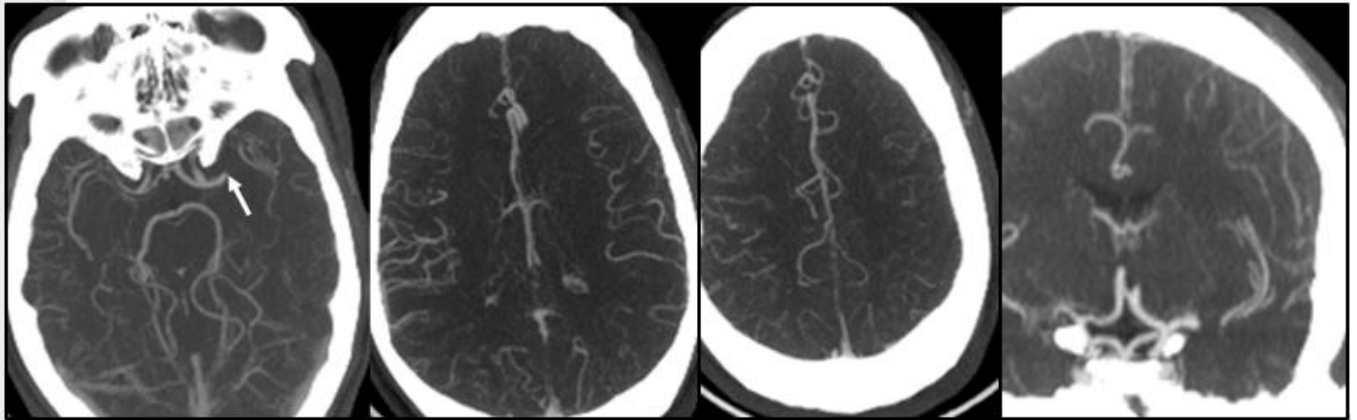


Figure n°11 : angioscanner et collatéralité

Angioscanner en coupe axiale montre un thrombus de M1 distale gauche avec une collatéralité moyenne.



Figure n°12 : Angioscanner et collatéralité :

Angioscanner en coupe axiale montre un thrombus de M1 distale gauche avec une bonne collatéralité.

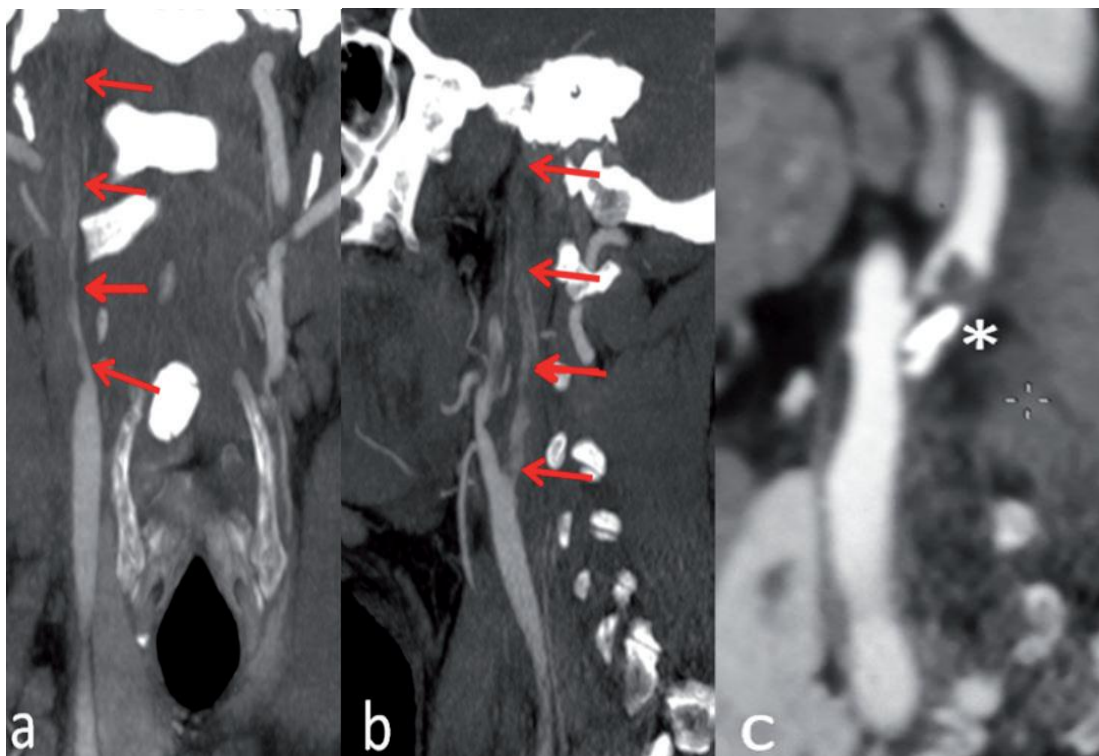


Figure n°13 : Angio-TDM des TSA montrant un rétrécissement (flèches rouges) de la lumière de la carotide interne droite sur deux reconstructions coronale (A) et sagittale (B) et sur (C) une plaque presque occlusive et instable du bulbe carotidien.

III.3. Le scanner de perfusion (CTP)

La perfusion s'effectue en réalisant des acquisitions séquentielles du mêmes volumes, très rapprochées dans le temps, lors de l'injection d'un bolus de produit de contraste iodé. La zone hypo perfusée est estimée sur la carte de Temps de Transit Moyen (TTM). L'hypo perfusion est définie comme un TTM supérieur à 140% par rapport au côté controlatéral. La carte de Volume Sanguin Cérébral (VSC) va permettre d'évaluer la zone de nécrose (par une chute de 60% du volume par rapport au côté opposé). Le débit sanguin cérébral (DSC) peut également évaluer la zone de nécrose ($DSC < 40\%$). La zone de pénombre est définie comme la zone hypo perfusée estimée sur la carte de TTM et dont le VCS n'est pas encore abaissé [42 ;43]

A partir des valeurs du VSC et du TTM une cartographie du débit sanguin cérébral DSC est représentée en se basant sur l'équation suivante :

$DSC = VSC / TTM$. C'est ainsi que les logiciels du post-traitement en imagerie pourront cartographier la zone de pénombre ischémique en comparant les cartes du VSC et celle du DSC. Cette zone constitue la cible de toute procédure de revascularisation. Lorsque le volume sanguin se met à chuter par défaut de compensation, l'ischémie devient irréversible [44 ;45]

Ribio et al. ont démontré que la taille de la nécrose à l'admission du patient est prédictive de son autonomie à 3 mois. Le volume limite de la zone nécrosée au-dessus duquel la probabilité de voir le score de Rankin à trois mois pour moins de 10 % des patients thrombectomisés soit inférieur à trois est de 39 ml [46].

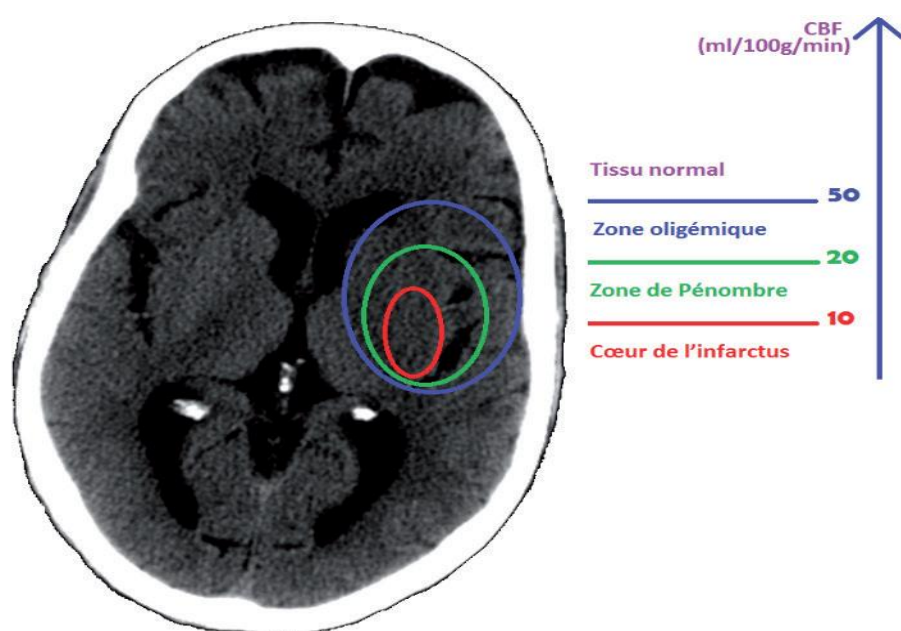


Figure n°14 : Représentation schématique des conséquences d'une occlusion artérielle sur le débit sanguin cérébral (CBF) [47]

III.4. Imagerie par résonnance magnétique (IRM)

L'IRM cérébrale constitue une technique plus sensible que la TDM pour poser le diagnostic positif de l'AVCi à la phase toute aiguë. Les signes d'ischémie sont visualisés précocement, dans les 30 minutes qui suivent l'occlusion sur les séquences morphologiques et dès les premières minutes sur l'imagerie de perfusion.

Le protocole d'urgence de l'IRM comporte 4 séquences indispensables :

- **Diffusion Weighted Imaging (DWI)** : La séquence de diffusion est l'une des séquences clé de l'IRM car elle est très sensible pour visualiser l'infarctus cérébral constitué, dès les premières minutes de l'AVC ; elle est basée sur l'analyse de la diffusion des molécules d'eau dans le parenchyme cérébral. Dans le parenchyme sain, les protons des molécules d'eau sont mobiles et entraînent une diminution du signal ; dans le parenchyme ischémie, les protons sont immobiles et n'entraînent pas de modification du signal iso intense sur la séquence de diffusion. Le coefficient d'atténuation de la diffusion (ADC, attenuated diffusion coefficient) est diminué en cas d'ischémie, il est représenté en hypo signal sur les cartographies, relativement au parenchyme sain.
- **T2/ FLAIR T2** : cette séquence est utile pour dater l'ischémie. En effet, elle entraîne un hyper signal dans le parenchyme ischémié généralement 3 heures après le début de l'occlusion artérielle. Ainsi, elle permet classiquement de différencier les AVC suraigus (<3 heures) des AVC aigus (>3 heures) lorsque le début des symptômes n'est pas connu. *Time is brain... and MRI is the clock!* C'est aussi un outil qui aide à la décision thérapeutique. Néanmoins, cette barrière des 3 heures est très théorique car d'autres facteurs interviennent dans la visualisation de l'œdème vasogénique sur la séquence pondérée T2 FLAIR comme la collatéralité. D'autres anomalies sont visibles sur la séquence FLAIR, comme le ralentissement vasculaire témoignant de la sollicitation du réseau collatéral, la leucopathie d'origine vasculaire, ou les séquelles d'AVC, permettant de faire un bilan plus global du terrain du patient.

- **T2* ou Susceptibility Weighted Imaging (SWI)** : les éléments ferromagnétiques (contenus dans les hématies) apparaissent en hyposignal. Ainsi deux types d'anomalies sont visualisées : les hémorragies intracérébrales (intra ou extra-parenchymateuses) en cas d'AVC hémorragique, ou le thrombus au sein de l'artère occluse en cas d'AVC ischémique. La séquence SWI est plus sensible, mais présente donc plus de faux positifs, en particulier pour les radiologues peu expérimentés.

Time Of Flight (TOF) : basée sur le marquage des molécules d'eau, elle permet de visualiser le flux au sein du polygone artériel intracrânien ("polygone de Willis"), sans injection de produit de contraste. En temps normal, le sang artériel est visible en hypersignal, en cas d'occlusion on observe une interruption ou un ralentissement du flux dans l'artère pathologique.

D'autres séquences peuvent s'avérer utiles en complément :

- **Perfusion**: elle nécessite l'injection de produit de contraste et consiste en des acquisitions répétées et rapprochées sur moins d'une minute afin de fournir des informations sur le flux sanguin cérébral, le volume sanguin cérébral, le temps de transit du produit de contraste jusqu'au parenchyme. Cette séquence est utile pour distinguer la pénombre (zone hypoperfusée sans anomalie sur la séquence de diffusion, le flux sanguin est présent mais ralenti) de la nécrose (parenchyme détruit en hypersignal diffusion, le flux sanguin cérébral est absent ou très faible). On obtient ainsi des cartographies de "mismatch" diffusion/ perfusion permettant de distinguer le parenchyme pouvant profiter d'une recanalisation artérielle du parenchyme déjà nécrosé. La séquence de perfusion est utile pour la prise de décision thérapeutique, par exemple lorsque la clinique contraste avec les anomalies de diffusion en IRM.

- **Angio-IRM des Troncs Supra-Aortiques (ARM-TSA) avec injection de gadolinium:**
Après injection de produit de contraste, l'acquisition au temps artériel (acquisition des images de l'ordre de 2 minutes) aboutit à une cartographie des troncs supra-aortiques. L'ARM-TSA permet de confirmer et de localiser plus précisément l'occlusion que la séquence TOF (en s'affranchissant des artéfacts de flux), de détailler la configuration de la crosse aortique, l'aspect du bulbe et de l'ensemble du réseau artériel, éventuellement en vue d'un geste endovasculaire, pour anticiper les difficultés sur la voie d'abord jusqu'à l'artère occluse. Actuellement, l'ARM-TSA n'est pas toujours réalisée ; dans certains centres, elle l'est presque systématiquement pour les personnes de plus de 80 ans chez qui on envisage un geste endovasculaire.
- **Arterial Spin Labelling (ASL) :** la séquence permet la quantification absolue du débit sanguin cérébral par marquage des noyaux d'hydrogène du sang artériel par des impulsions radiofréquences. Elle ne nécessite pas l'injection de produit de contraste et l'acquisition dure autour de 4 minutes. La perfusion ASL est utile en cas de doute diagnostique (AVC vs période post-critique, aura migraineuse), en cas de mismatch clinique/ diffusion, en cas de contre-indication à l'injection de gadolinium pour remplacer la séquence de perfusion injectée classique.

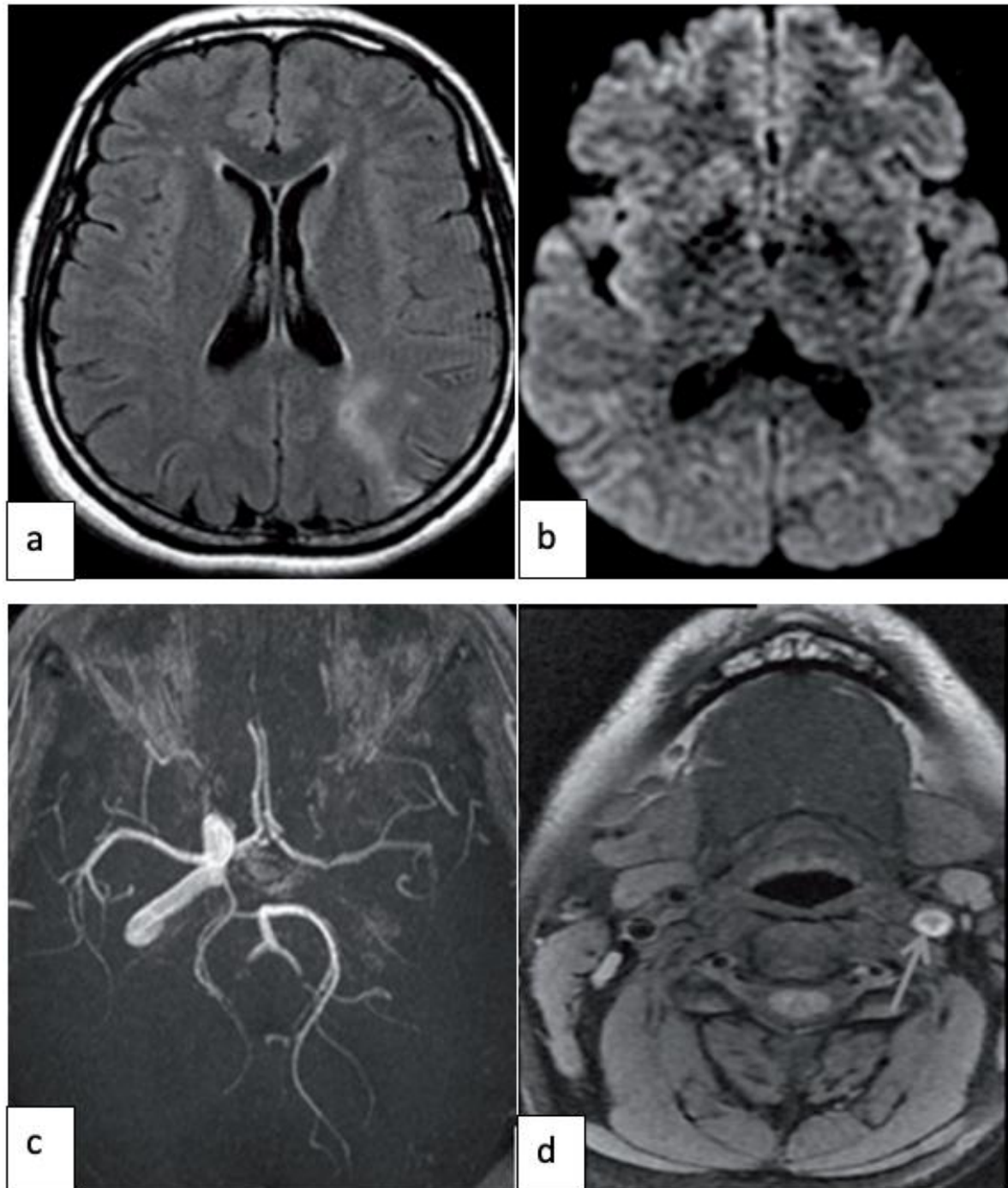


Figure n°15: IRM cérébrale montrant un foyer ischémique jonctionnel postérieur gauche (a et b), une amputation de l'artère carotide interne gauche à la séquence 3D TOF (c) et sa dissection à la séquence T1 avec un hématome de la paroi (d).

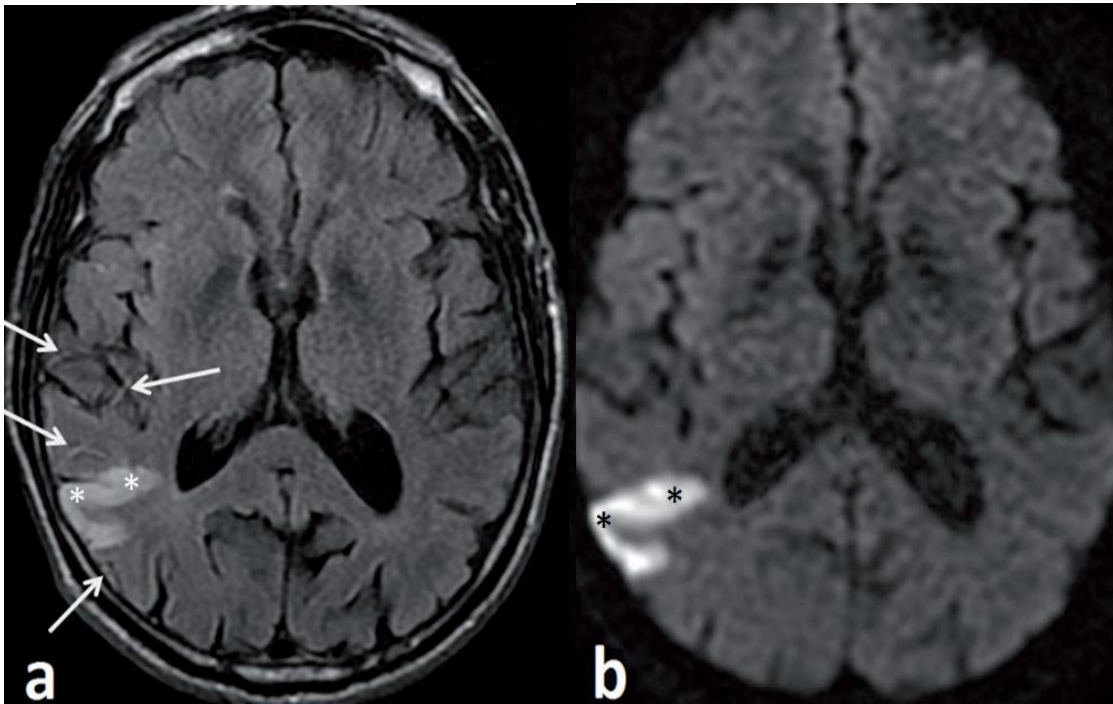


Figure n°16 : IRM cérébrale montrant un AVCi jonctionnel postérieur droit en hypersignal en séquence FLAIR avec des flux artériels ralentis au voisinage silhouettant le « spaghetti sign » (a) et en hypersignal en séquence de diffusion (b).

III.5. Le choix entre la TDM et l'IRM à la phase aiguë de l'AVCi

L'imagerie de l'AVCi à la phase aiguë doit être multimodale apportant des renseignements morphologiques et fonctionnels et donc avoir pour objectifs de poser le diagnostic d'AVC ischémique, d'éliminer un saignement intracrânien, de localiser le niveau de l'occlusion artérielle (siège proximal ou non), préciser la longueur du thrombus , d'évaluer le volume de l'infarctus, d'estimer la présence de pénombre ischémique, permettre le scoring de la collatéralité et donc répondre avec précision aux attentes du clinicien et de l'interventionniste afin de planifier la stratégie thérapeutique de revascularisation. [49]

La technique idéale proposée avant toute procédure de désobstruction doit répondre à ces impératifs cités ci-dessus, être disponible sans aucun délai d'attente, permettre des acquisitions et un traitement d'image rapides et être moins sensible au mouvement en cas d'agitation du patient.

Le scanner multimodal semble être la technique compréhensive répondant à ces différents impératifs pré-thérapeutiques. A l'opposé, l'IRM peut être l'outil parfait, proposée pour le stroke du réveil, pouvant dater l'accident grâce

La séquence FLAIR positivée à partir de la 3ème heure du déficit. L'IRM permet également d'éliminer facilement les déficits neurologiques qui miment un AVCi (stroke mimics) devant la particularité de leurs lésions, l'absence de la systématisation artérielle et l'absence d'une occlusion artérielle [50].

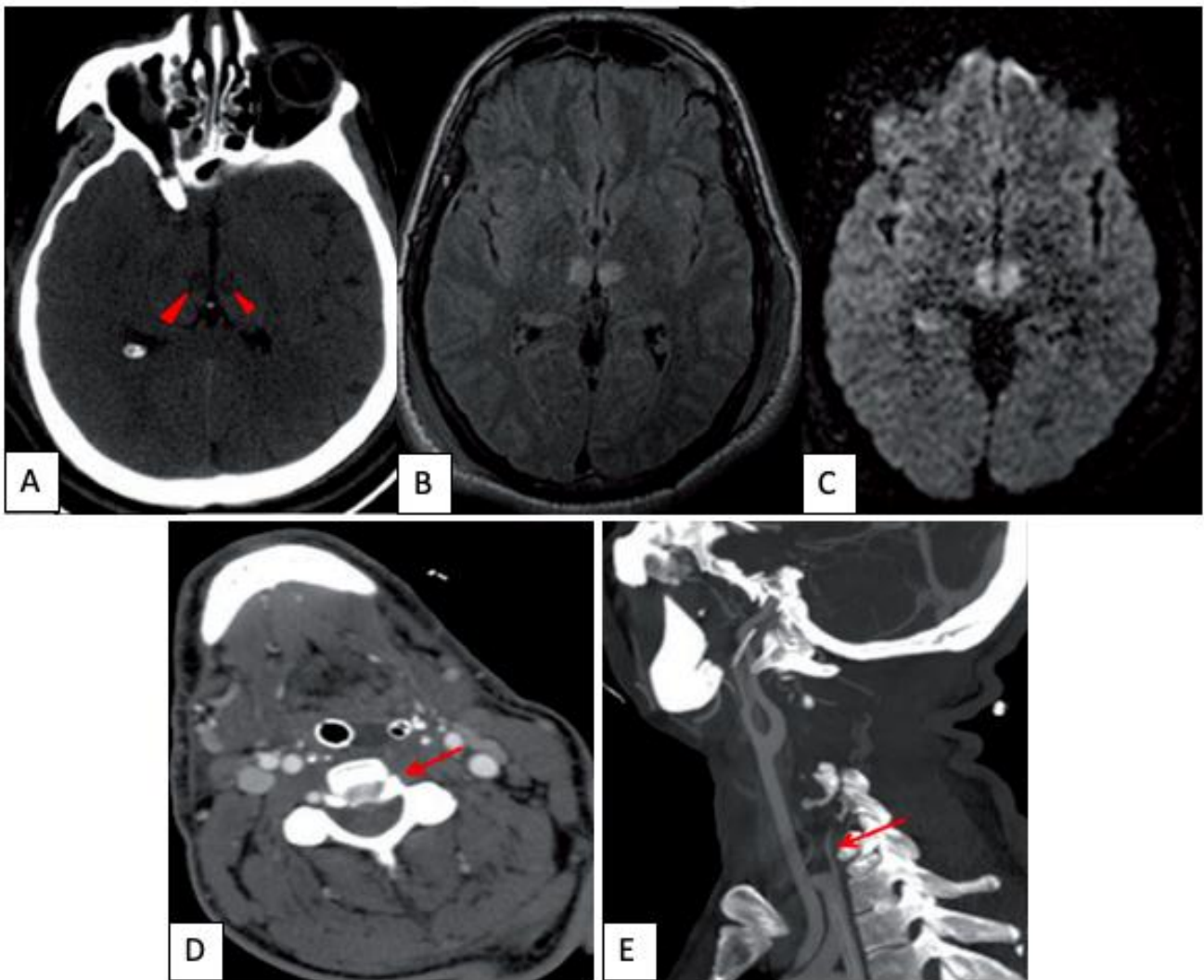


Figure n°17 : TDM sans contraste (A) montrant des hypodensités bithalamiques ischémiques confirmées sur la séquence FLAIR (B) et Diffusion (C) en rapport avec une occlusion de l'artère de Percheron sur dissection de l'artère vertébrale gauche (D et E).

IV. Les indications de la thrombectomie mécanique :

IV.1. Les recommandations de bonnes pratiques concernant la TM

Les recommandations de l'European Stroke Organisation (ESO) sont les suivantes

[57]:

- La thrombectomie associée à la thrombolyse dans les 4h30 est recommandée pour traiter les patients présentant une occlusion d'une artère de gros calibre de la circulation antérieure jusqu'à 6h après le début des symptômes (Grade A, niveau a1)
- La thrombectomie ne doit pas empêcher la thrombolyse et la thrombolyse ne doit pas retarder la thrombectomie (Grade A, niveau 1a).
- La thrombectomie doit être réalisée le plus vite possible. Si la thrombolyse est contre indiquée, la thrombectomie est le traitement de première intention dans le cas d'occlusion des gros vaisseaux (Grade A, niveau 1a)

Les indications consensuelles pour la TM selon l'ESO sont :

- Atteinte de la circulation intracrânienne antérieure
- Occlusion de l'artère carotide interne, du T carotidien ou de la portion M1 de l'artère cérébrale moyenne (ACM)
- Score clinique de sévérité NIHSS ≥ 6 , sans limite supérieure
- Délai symptômes-TM $\leq 6h$
- Score ASPECT en diffusion ≥ 6
- Absence de limite supérieure d'âge
- La TM doit être réalisée avec un stent, et en association avec la TIV en l'absence de contre indication.

_ Les recommandations de l'American Heart Association (AHA) concernant la TM [58]

La TIV doit TOUJOURS être administrée si le patient est éligible	IA
Ne pas attendre de voir si le patient s'améliore après la TIV pour prendre la décision de thrombectomie	III (harm)
La thrombectomie est RECOMMANDÉE si tous les critères suivants sont réunis: - Rankin pré-AVC 0 ou 1 = parfaitement AUTONOME - Occlusion terminaison Carotide interne ou M1 - Age > 18 ans - NIHSS ≥ 6 - ASPECTS ≥ 6 - Ponction artérielle dans les 6h qui suivent le début des symptômes	IA
Bénéfice incertain mais peut être envisagée dans les 6h: pour les occlusions M2, M3, ACA, vertébrale, TB, ACP	IIb
Bénéfice incertain mais peut être envisagé (uniquement pour occlusion CI ou M1)	IIb
- Si mRS > 1 - OU SI ASPECT < 6 - OU Si NIHSS < 6	

IV.2. La sélection des patients candidats à la TM

Le consensus européen sur la thrombectomie mécanique dans l'accident vasculaire cérébral ischémique aigu montre l'importance de la sélection des patients guidée par l'examen clinique et l'imagerie afin de mobiliser de façon appropriée et immédiate l'ensemble des moyens sanitaires nécessaires à la réalisation de ce geste. Cette adéquation est justifiée par l'importance, la rareté et le coût des moyens engagés. Utilisés à tort, ces moyens humains et matériels deviennent temporairement indisponibles ceux qui en ont besoin tout en désorganisant le fonctionnement de la filière et en impactant lourdement une économie sanitaire contrainte.

Ainsi, en présence d'un diagnostic clinique d'accident ischémique constitué, l'imagerie doit répondre aux objectifs suivants :

- Eliminer une contre-indication absolue à la thrombectomie : l'hémorragie intra-crânienne (TDM ou IRM)
- Eliminer une contre-indication relative à la thrombectomie : un infarctus trop étendu avec un score ASPECTS < 6 (TDM) ou un volume $> 70\text{ml}$ (IRM de diffusion)
- Montrer l'occlusion artérielle intracrânienne proximale par angioTDM ou angioIRM
- Identifier un élément pronostique supplémentaire justifiant la thrombectomie tel que la dissociation (mismatch) entre une nécrose ischémique limitée (IRM de diffusion, absence d'hypersignal FLAIR en IRM, hypovolémie en imagerie de perfusion (TDM ou IRM) et une hypoperfusion étendue (déficit clinique, hypersignaux vasculaires en FLAIR, hypoperfusion ou retard perfusionnel en imagerie de perfusion (TDM ou IRM)). Le mismatch est une approche qui permet d'estimer la pénombre ischémique qui menace le cerveau de nécrose s'il n'est pas reperfusé en urgence. Un volume de mismatch $> 10\text{--}15\text{ml}$ ou > 2 fois le volume de la nécrose a été appliqué pour sélectionner les candidats à la thrombectomie dans certaines études.

A partir de ce qui est cité ci-dessus on démontre alors que le candidat idéal à une TM est celui qui présente une occlusion proximale, un petit cœur d'infarctus et une zone de pénombre large attestée par une collatéralité importante ou un mismatch diffusion perfusion.

La sélection des patients par le neurologue sur les éléments cliniques et le neuroradiologue sur les données de l'imagerie permet de mobiliser immédiatement les acteurs de la thrombectomie afin de réaliser le geste de revascularisation dans les plus brefs délais

V. Le choix de l'anesthésie

Historiquement, réalisées principalement sous anesthésie générale (AG) pour limiter la gêne occasionnée par les mouvements du patient et éviter les perforations vasculaires ou les dissections [59], celle-ci va être remise en cause par plusieurs études rétrospectives suggérant un effet délétère sur le pronostic neurologique, notamment par le biais de la baisse de la pression de perfusion cérébrale (PPC) dans un contexte de potentielle altération de l'autorégulation du débit sanguin cérébral (DSC) [60–61]. Cependant, en raison de leur schéma rétrospectif, un biais de sélection conduisant à attribuer les patients les plus graves (coma, détresse respiratoire, atteinte de l'hémisphère majeur) au groupe « AG » ne peut être exclu. De plus, les protocoles d'anesthésie et les détails de prise en charge per opératoire comme les objectifs tensionnels ne sont pas toujours ni rapportés ni homogènes entre les études. Trois études prospectives randomisées monocentriques comparant la thrombectomie sous AG versus sédation pour des AVC ischémiques de la circulation antérieure ont alimenté cette controverse non résolue à ce jour : les études SIESTA et GOLIATH ne retrouvent pas de différence significative en termes de critères neurologiques évalués précocement tandis que l'étude AnStroke ne met pas en évidence de différence significative en termes de pronostic neurologique à 3 mois [64–66].

En pratique, La procédure se déroulera sous sédation consciente chez un patient coopérant conscient avec une atteinte de l'hémisphère mineur, et lorsque la durée de la procédure sera jugée courte. A l'opposé, le recours à une anesthésie générale sera obligatoire chez le patient agité, ayant un GCS inférieur à 8, avec troubles de déglutition ou altération de la fonction respiratoire, chez les patients ayant des occlusions en tandem et pour les occlusions intéressant la circulation postérieure.

Au total, La preuve générale est grandissante contre l'utilisation de l'anesthésie générale dans l'intervention sur l'AVC aigu, avec des taux plus élevés de mauvais pronostic et de mortalité dans le groupe de l'anesthésie générale. Avec la nouvelle génération de stent retrievers et la connaissance préalable de l'anatomie vasculaire grâce à l'angioscanner, il est possible de parvenir à un succès de recanalisation malgré un certain degré de mouvement du patient. Surtout que le médecin anesthésiste peut fournir une sédation consciente, si nécessaire. La Neurocritical Care Society ainsi que la Society of Neurointerventional Surgery recommandent toutefois l'anesthésie générale s'il existe un état d'agitation, de conscience bas ou d'encombrement respiratoire [67].

VI. Complications de la TM :

Les complications de la thrombectomie sont peu fréquentes, mais peuvent être lourdes de conséquences, d'où la nécessité d'opérateurs très expérimentés :

- Oedème ou hémorragie de reperfusion, parfois non symptomatiques.
- Perforation vasculaire responsable d'une hémorragie intra-cérébrale souvent sévère.
- Migration d'un embole dans un territoire sain
- Dissection ou vasospasme de l'artère porteuse.
- Rarement: occlusion du stent.

RESULTATS

Tableau 1 vue générale sur les caractéristiques de nos malades

	Âge	Terrain	onset	NIHS initial	CTA	Collatéralité	Aspect	Niveau d'occlusion	TIV	AG ou AL	TEMPS DE PONCTION	recanalisation Temps	TICI	NIHS POST GESTE	NIHSS A J7	MRS la sortie	MRS à 3mois
1	60	0	180	13	3h40	B	9	M1	Oui	AL	4h	5h40	2b	5	5	2	1
2	61	Avci	180	17	3h05	B	9	M1	non	AL	NA	4h	3	1	1	1	0
3	44	RM +avci	240	20	5h	F	8	T	oui	AG	5h05	7h10	2b	20	20	6	6
4	74	0	180	16	3h15	B	9	M1	oui	AL	4h05	4h25	3	2	2	1	0
5	56	0	150	15	NA	B	9	M1	oui	AL	NA	4h24	3	4	2	0	0
6	70	Di + cardl isc	60	19	1h20	M	8	M2	oui	AG	2h30	4h40	2b	19		6	6
7	42	DA	30	18	1h	B	9	M2	non	AL	NA	3h30	2b	18	18	2	1
8	60	0	180	16	240	M	7	M2	oui	AL	NA	NA	3	16	décès	6	6
9	31	RM	60	13	1h30	B	9	M1	oui	AL	3h30	4h30	3	4	3	0	0
10	59	0	150	13	1h50	B	7	M1	oui	AL	4h20	5h20	3	3	1	1	0
11	67	Di	220	12	4h40	M	7	M1	non	AL	5h40	NA	3 Thrombus A2	8	décès	6	6
12	52	0	180	15	3h15	B	6	T	non	NA	5h20	6h15	3	9	9	4	NA
13	34	RM	180	19	1h50	B	9	M1	oui	AL	3h23	4h	3	3	0	0	0
14	61	0	320	4	Na	B	10	TB	non	AL	8h40	9h50	3	2	0	0	0
15	47	0	30	19	1h	B	7	M1 + Diss Cl	oui	NA	NA	NA	3	10	1	0	0
16	75	di+ HTA	215	12	4h	M	9	M1	oui	AL	14h30	15h 40	2b	5	5	3	NA
17	75	0	300	16	6h10	B	8	T Cl	non	AG	8h00	8h40	3	3	0	0	0

Traitement endovasculaire des accidents vasculaires ischémiques à la phase aiguë :

18	67	0	60	13	1h45	B	7	M1	oui	AG	4h30	5h	3	1	0	0	0
19	68	C isc	240	18	2h30	B	10	TB	oui	AG	6h	7h05	3	22	décès	6	6
20	64	HTA	120	18	3h	B	10	TB	non	AL	5h	6h	2b	5	6	6	6
21	55	0	90	11	2h	B	9	M1	oui	AL	3H	4h30	3	4	0	0	0
22	80	0	120	13	NA	B	8	M1	oui	AL	NA	éch	2b	5	0	0	0
23	64	PR	30	21	1h	M	7	M1 +Diss CI	non	AL	3H30	éch	échec	21	21	5	5
24	60	C isc	85	16	NA	B	6	M1	non	AL	NA	NA	1	11	9	4	4
25	81	0	330	16	NA	B	7	T	oui	AL	NA	échec	échec	15	15	5	5
26	64	HTA + c isc	120	19	NA	B	7	T CI	non	AL	NA	échec	échec	19	19	5	NA
27	54	C isc	420	15	12h	B	10	TB	No n	AL	NA	NA	3	2	1	1	1
28	75	avci+ C isc	30	16	NA	B	10	M1	non	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	1
29	50	0	60	3	1h30	B	10	T	non	AL	7h	8h	2b	4	1	1	1
30	68	0	120	20	NA	M	8	M1	oui	AL	NA	NA	3	18	décès	6	6
31	52	0	170	10	NA	B	10	TB	oui	NA	3h	3h30	3	5	0	0	NA
32	45	0	270	16	NA	B	10	M1 + CI	oui	AL	5h45	NA	3	5	5	NA	NA

I. Description de la population d'étude

Au total 32 patients ont été inclus dans l'étude avec un sexe ratio à 1,1.

L'âge moyen des patients était de 60 ans avec des extrêmes de 31 et 81 ans. Les patients ayant un âge > 64 ans représentaient 50% des cas.

II. Répartition des patients selon l'étiologie.

Les cardiopathies emboligènes étaient la plus représentée (52%) suivie respectivement de l'athérosclérose (42%), des causes indéterminées (03%), et la dissection carotidienne (03%). Cette répartition est différente selon l'âge des sujets ; Les étiologies athéromateuses étaient les plus représentées chez les patients d'âges supérieurs ou égaux à 65 ans.

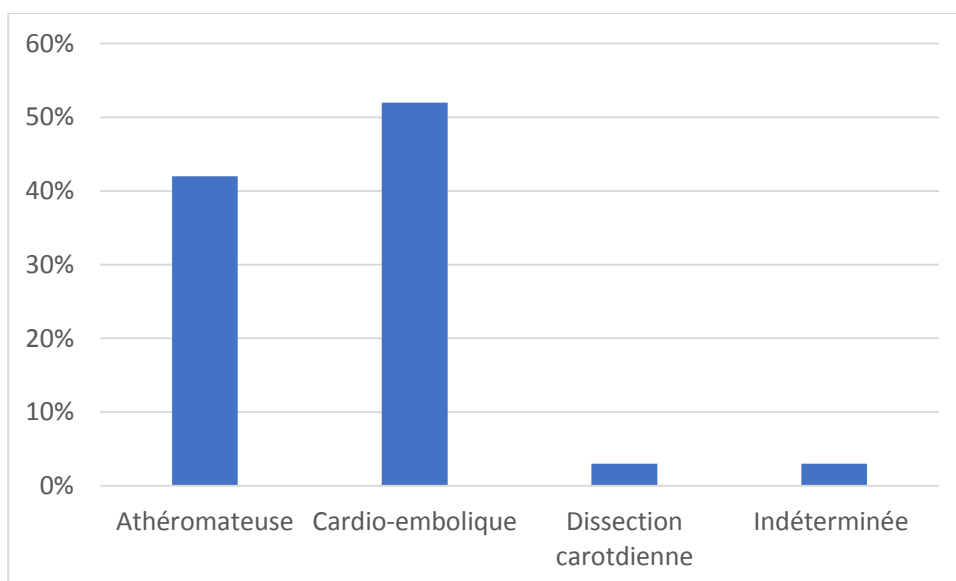


Figure n°10 : Répartition de patients selon les étiologies.

III. Onset-to-door time = ODT

L'ODT moyen était de 157minutes avec une médiane de 150minutes et des extrêmes de 30minutes et 420minutes. Les patients admis dans un délai inférieur à 4 heures (240 minutes) représentaient 86%. L'alerte thrombectomie avait été déclenchée chez 14% patients qui étaient hors délai (> 4,5 heures).

Tableau II : tranches d'ODT.

ODT (minutes)	Nombre	Pourcentage
≤ 60	08	25%
61 – 120	06	19%
121 – 180	09	28%
181 – 270	05	16%
>270	04	12%
Total.	29	100%

IV. National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) avant la thrombolyse et thrombectomie

Le NIHSS moyen des patients à l'admission était de 15 et des extrêmes de 03 et 21.

Les patients ayant un NIHSS > 12 à l'admission représentaient 81%.

Tableau III : tranches d'NIHSS

NIHSS	Nombre	Pourcentage
0 – 5	02	6%
6 – 12	04	12%
13– 18	18	58%
19 à plus	08	24%
Total	32	100%

V. Imagerie

V.1 Le scanner cérébral sans injection du PDC

Tous nos patients ont bénéficié d'une TDM cérébrale sans injection du PDC a fin d'objectiver les signes précoces de l'AVCI.

Le scanner cérébral sans injection du PDC à montrer des signes précoces de l'avci évaluer par le score d'ASPECT. Le score moyen était de 08 avec des extrêmes de 06 et 10.

V.2 Angioscanner des troncs supra aortique et du polygone de WILLIS

Tous nos patients ont bénéficié d'un angioscanner des troncs supra aortique et du polygone de WILLIS. L'angioscanner a identifié le siège de l'occlusion et ses caractéristiques, et il permet d'étudier l'abord du thrombectomie.

L'atteinte de la circulation antérieure était la plus fréquente dans notre série (86%) avec une atteinte du côté droit chez 41% et du côté gauche chez 44%.

Le siège de thrombus le plus dominant était M1 avec un pourcentage de 58% suivi par le T et le carotidien avec un pourcentage de 21%.

L'atteinte du tronc basilaire était présente chez 04 cas avec un pourcentage de 14%.

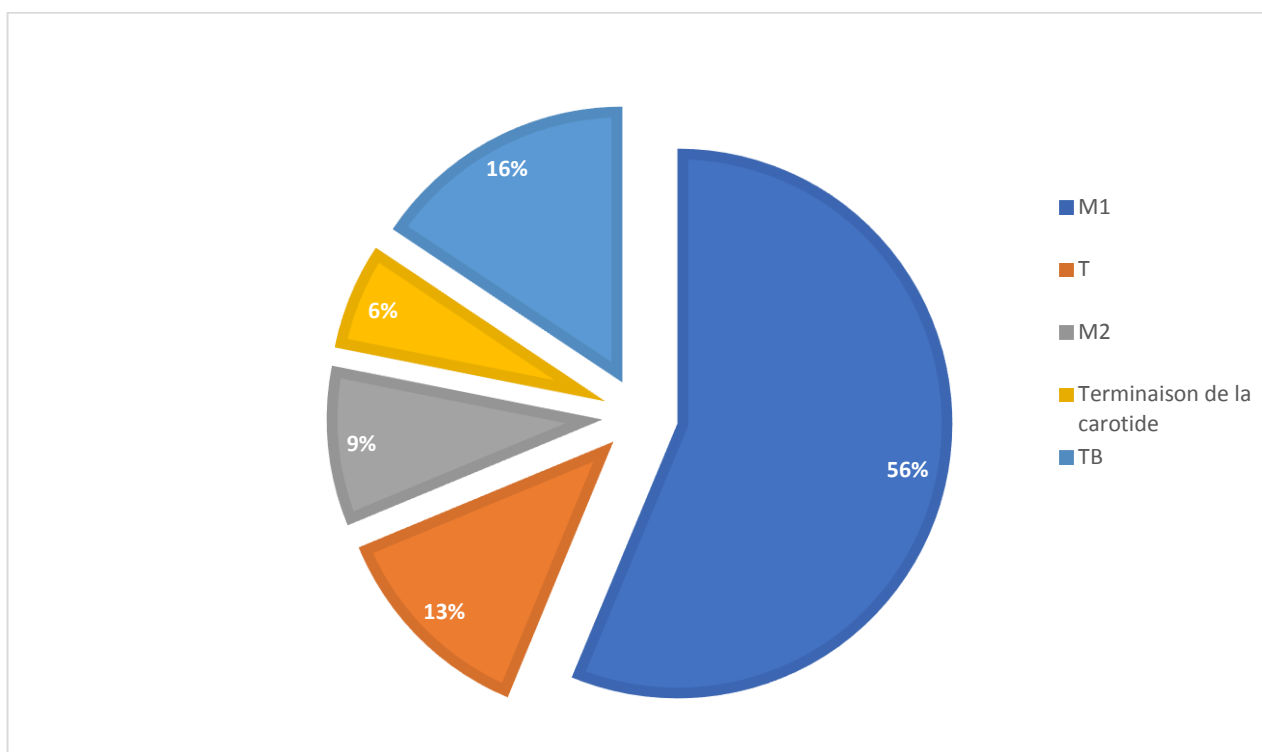


Figure n°18 : répartition selon le siège du thrombus

L'angioscanner cérébral permet une étude de la collatéralité. Elle était bonne chez 84%, moyenne chez 13% et faible chez 3%.

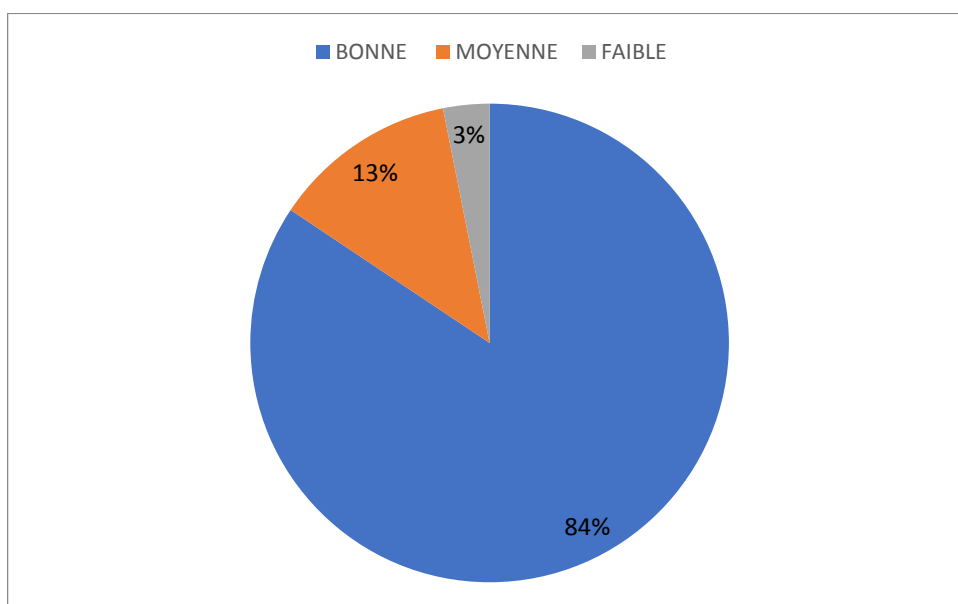


Figure n°19 : répartition selon les tranches de collatéralité.

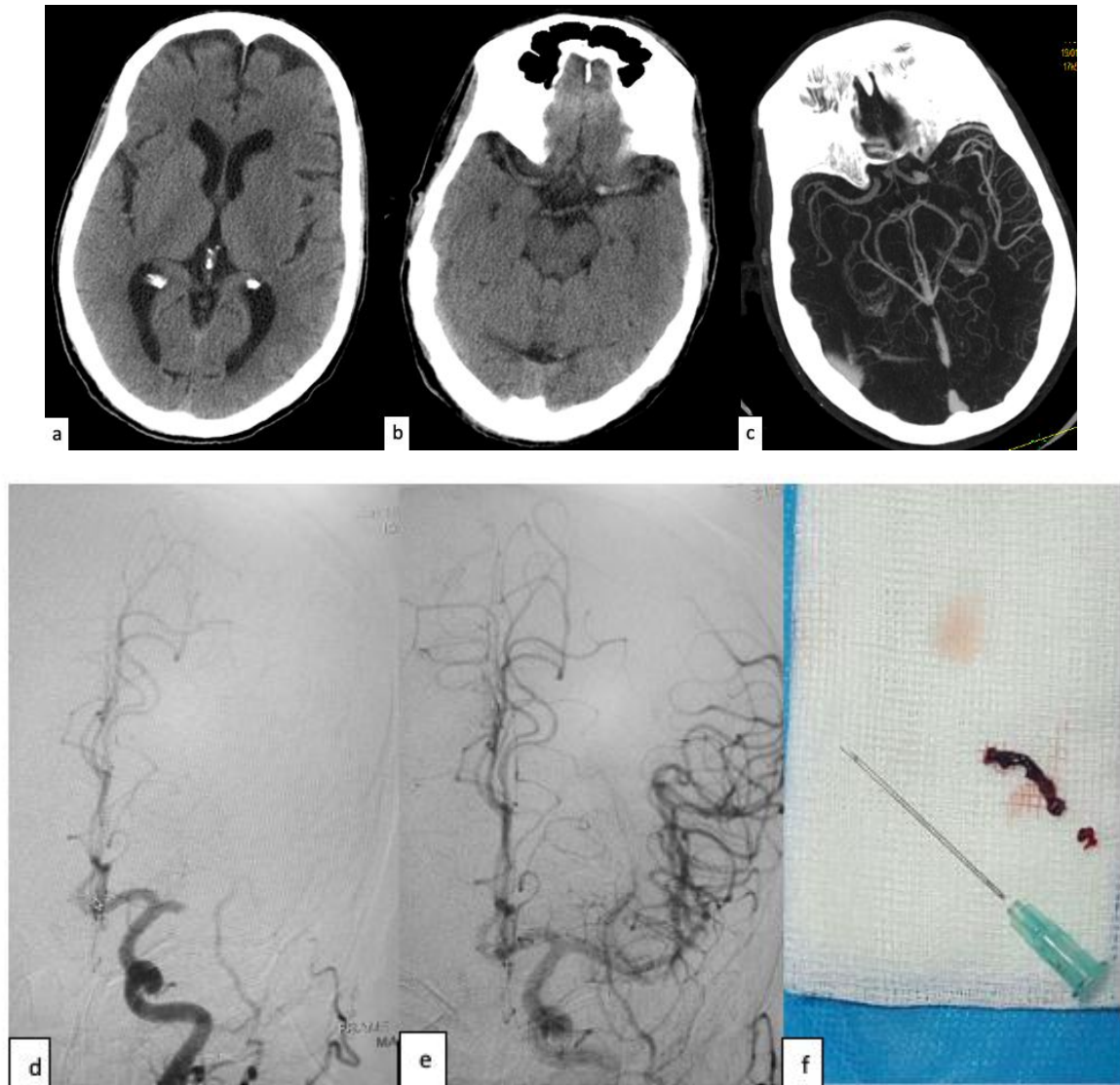


Figure n°20: patient de 58 ans admis aux urgences pour hémiplégie droite d'installation aiguë. Scanner sans injection du PDC (a,b) objectif un effacement des noyaux lenticulo-caudé gauche avec aspect spontanément dense de l'artère sylvienne gauche.

Angioscanner cérébral (c) note la présence d'un thrombus de M1 gauche avec bonne collatéralité.

Artériographie et thrombectomie (d) montre un thrombus du M1 gauche(e) avec reperméabilisation TICI 3 après thrombectomie (e). Image de thrombus (f)

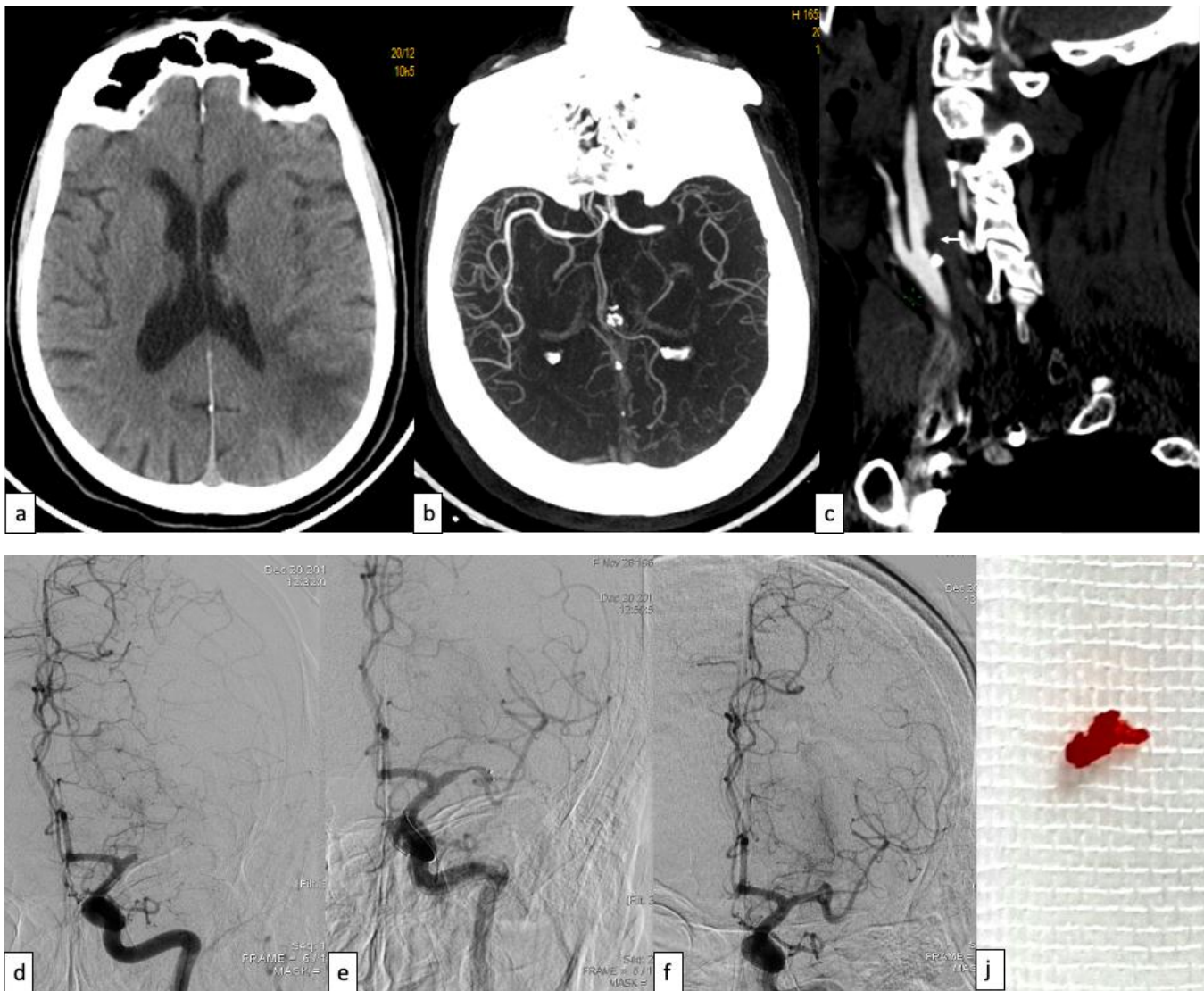


Figure n°21 : 63 ans, histoire clinique d'un AVCI sylvien superficiel gauche il y a 7jours et qui présent une hémiplégie droite à 2H30. Scanner sans injection du PDC
(a) objectif un effacement des noyaux lenticulo-caudé gauche.

Angioscanner cérébral en coupe axiale (b) avec reconstruction sagittale (c) on note la présence d'un thrombus de M1 gauche avec une plaque bulbaire homolatérale instable.

Artériographie et thrombectomie (d,e,f) montre un thrombus du M1 gauche avec reperméabilisation TICI 3 après thrombectomie. Avec image de thrombus (j).

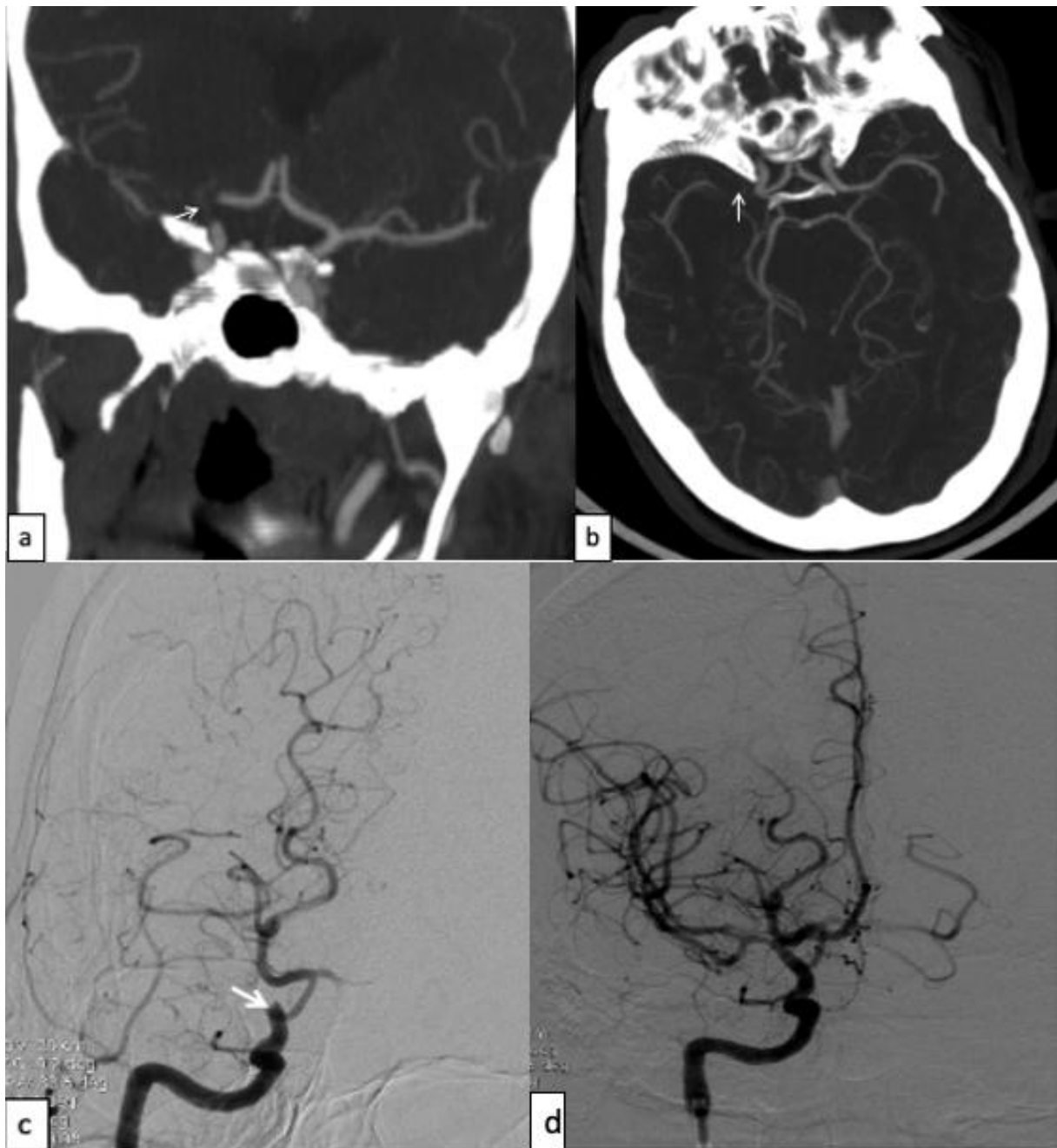


Figure n°22 : patiente de 70ans, admise pour hémiplégie droite aigu.

Angioscanner cérébral (a, b) montre un thrombus du T carotidien droit

Artériographie avant (c) et après thrombectomie (d) montre une reperméabilisation

TICI 3.

VI. TRAITEMENT

VI.1 Thrombectomie mécanique avec thrombolyse intra veineuse

Une thrombolyse intra veineuse était réaliser chez 19 cas soit 59% et 13 cas (41%) n'ayant pas était thrombolyse vue la présence d'une contre-indication.

VI.2 Thrombectomie mécanique

Un traitement vasculaire était réalisé sous anesthésie locale chez 78% et anesthésie générale chez 22%.

Le résultat du thrombectomie dans notre série a était évaluer par les grades de TICl. Le grade 3 est le grade le dominant dans notre série avec un pourcentage de 63 %, grade 2b chez 25%, grade 1 chez 3% et grade 0 chez 9%.

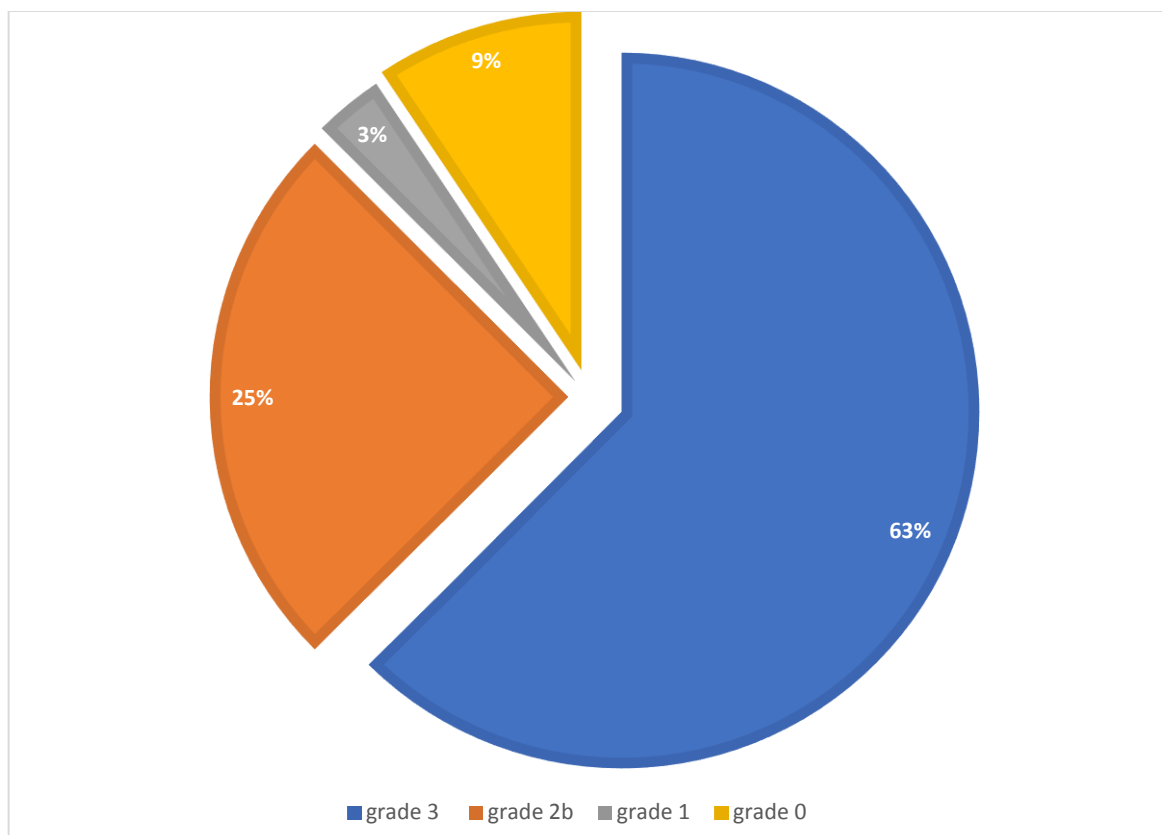


Figure n°23: Répartition selon les grades de TICl.

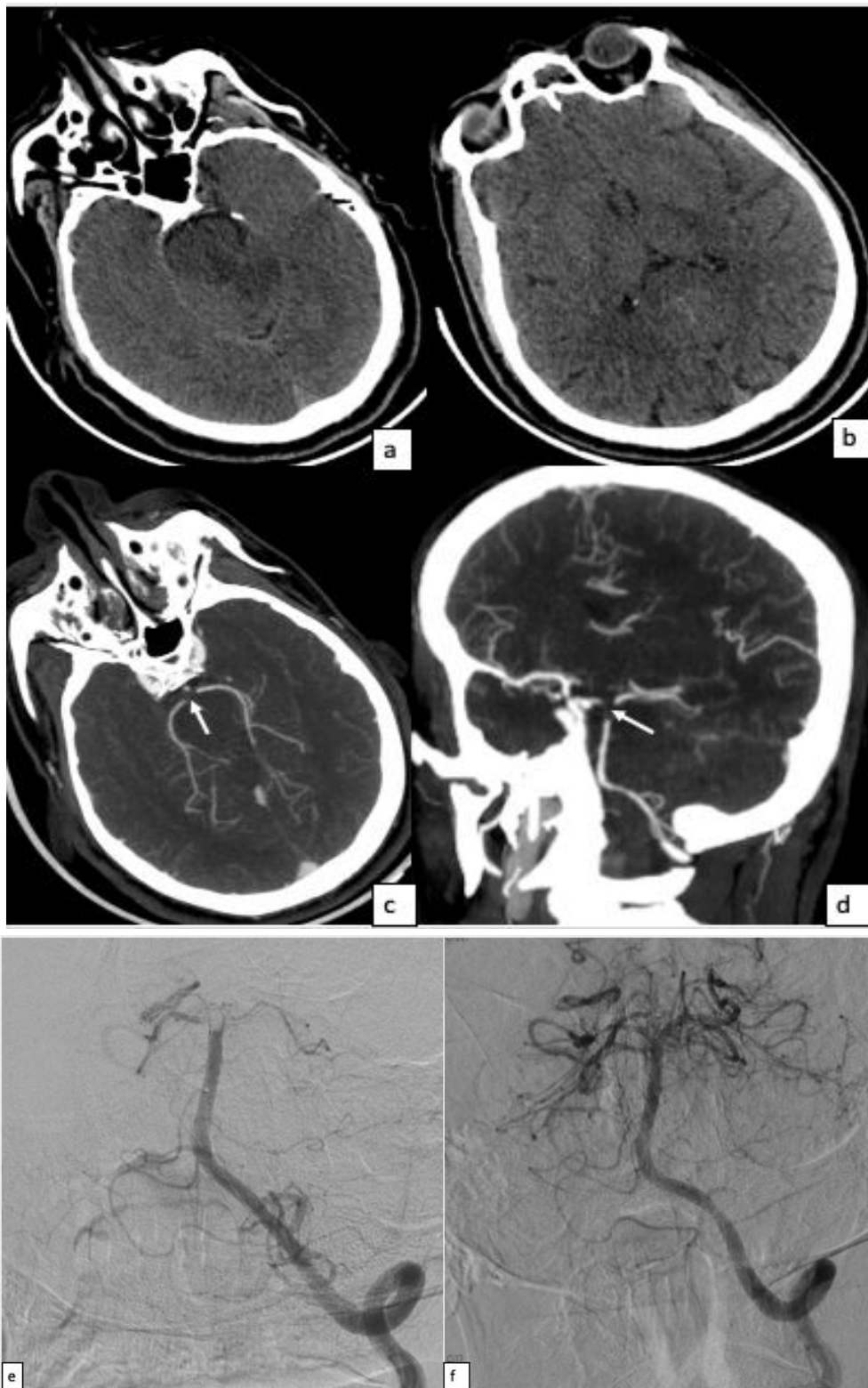


Figure n°24 :54 ans ATCD : cardiopathie. Il présente une hémiparésie droite avec PFC. Scanner cérébral sans injection du PDC (a, b) et après injection du PDC (c, d) montre une plage hypo dense cérébelleuse gauche avec un thrombus de la terminaison basilaire.

Angiographie avant (e) et après thrombectomie (f) montre reperméabilisation du tronc basilaire et des artères cérébrales postérieures.

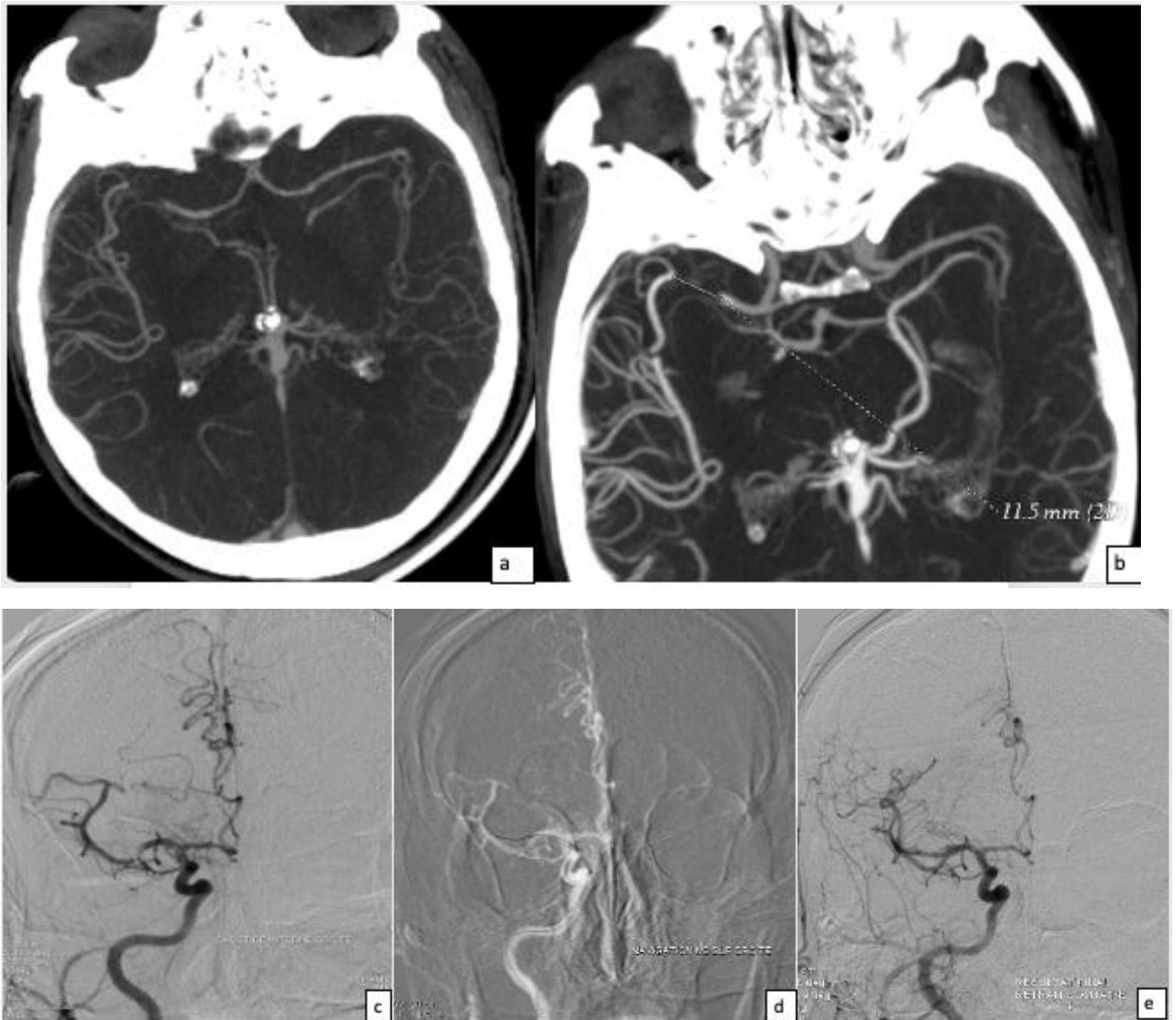


Figure n°25: patiente de 70ans admise pour hémiparésie gauche aiguë. Angioscanner cérébral (a, b) montre un thrombus de M1 droit. Artériographie avant (c), stent déployé (d) et après thrombectomie (e) montre une reperméabilisation TICI 3.

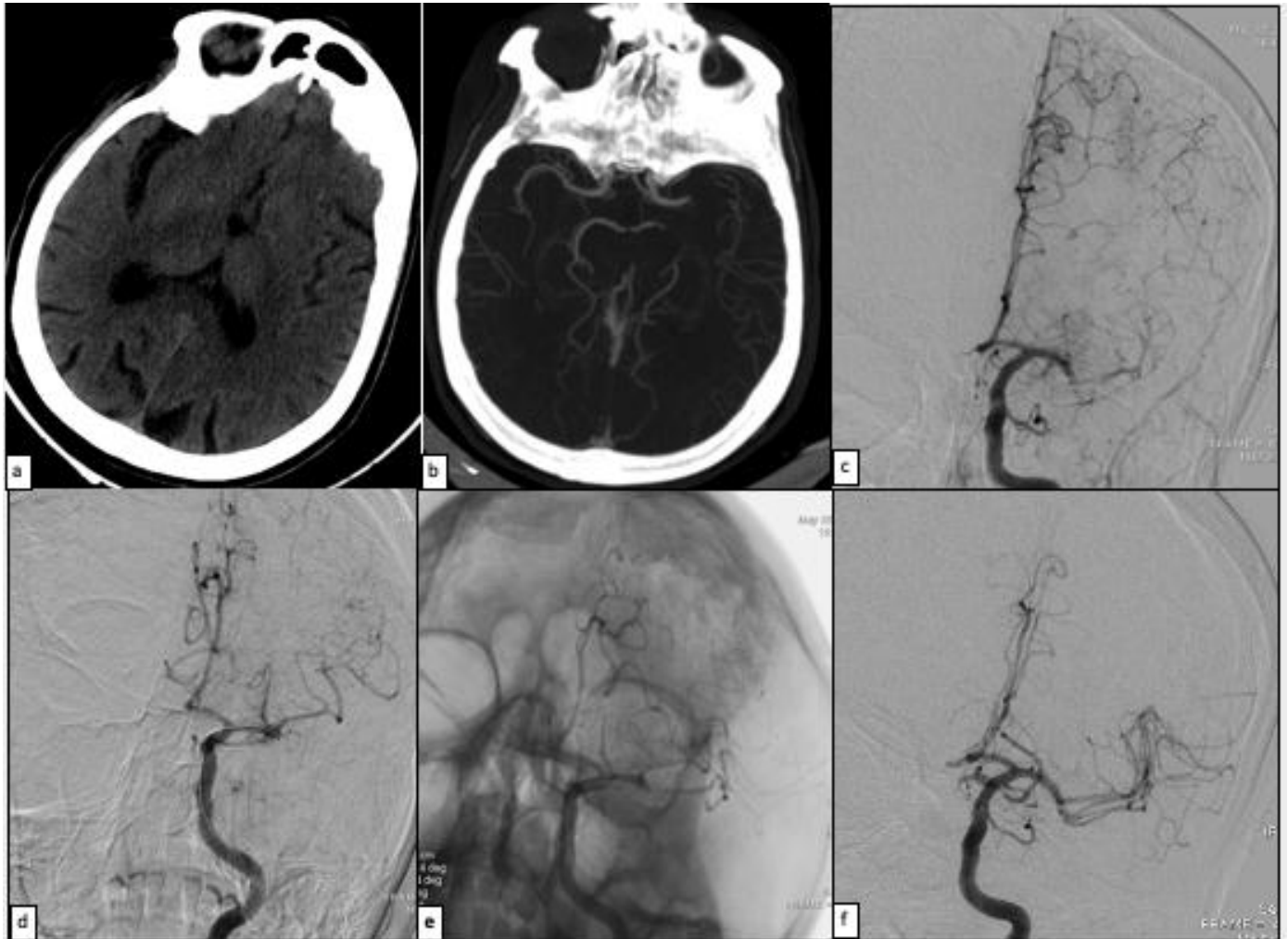


Figure n°26 : patiente de 75ans, admise pour hémiparésie gauche aiguë.

Angioscanner cérébral (a, b) montre un thrombus des branches de M2 gauche
Artériographie avant (c), stent déployé (d, e) et après thrombectomie (f) montre une
reperméabilisation TICI 3.

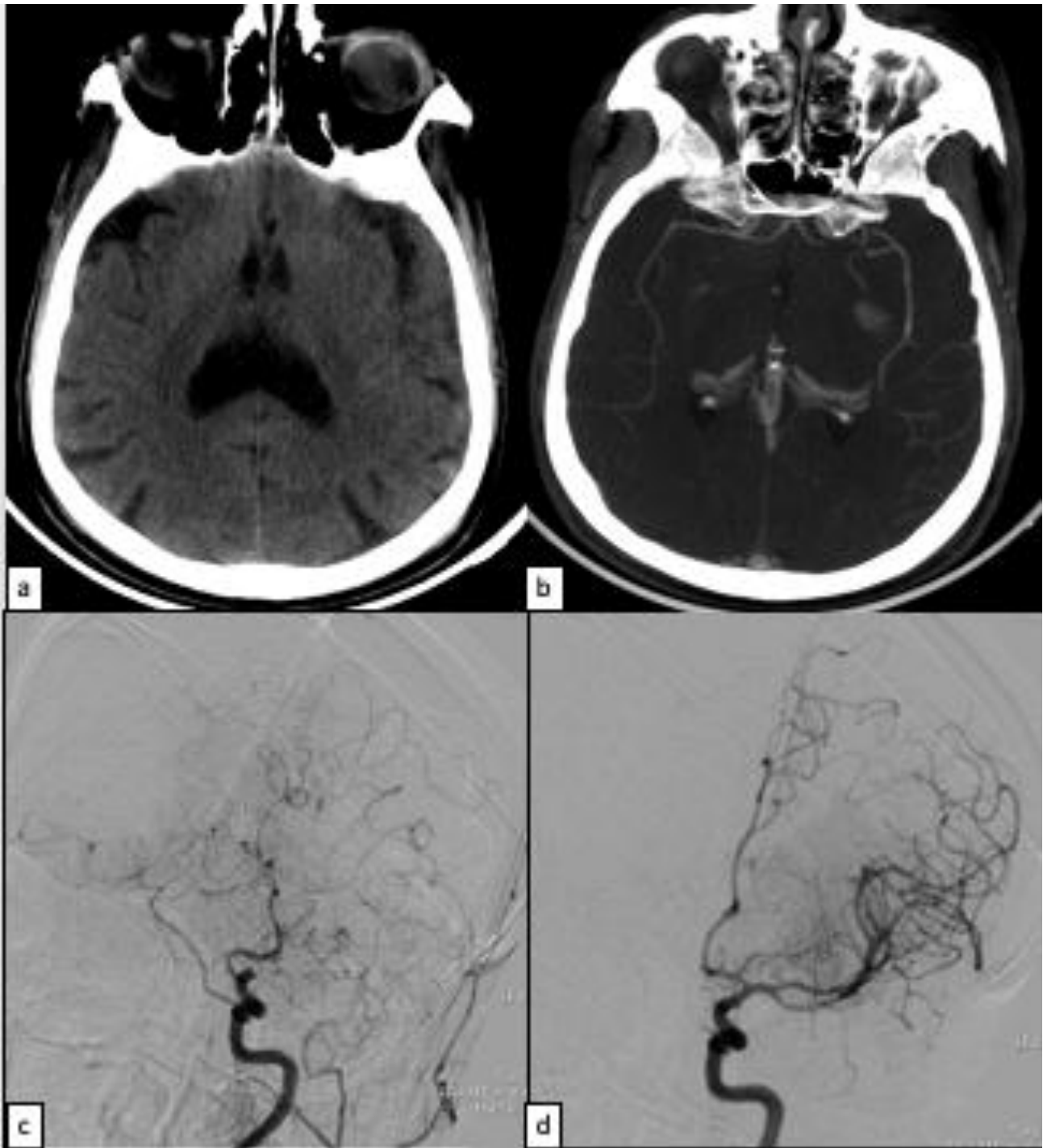


Figure n°27 : patiente de 74ans admise pour hémiparésie droite aiguë. Angioscanner cérébral (a, b) effacement des noyaux lenticulo-caudés gauches avec un ASPECT a 8 associé à un thrombus de T carotidien gauche.

Artériographie avant (c) et après thrombectomie (d) montre une reperméabilisation
TICI 3.

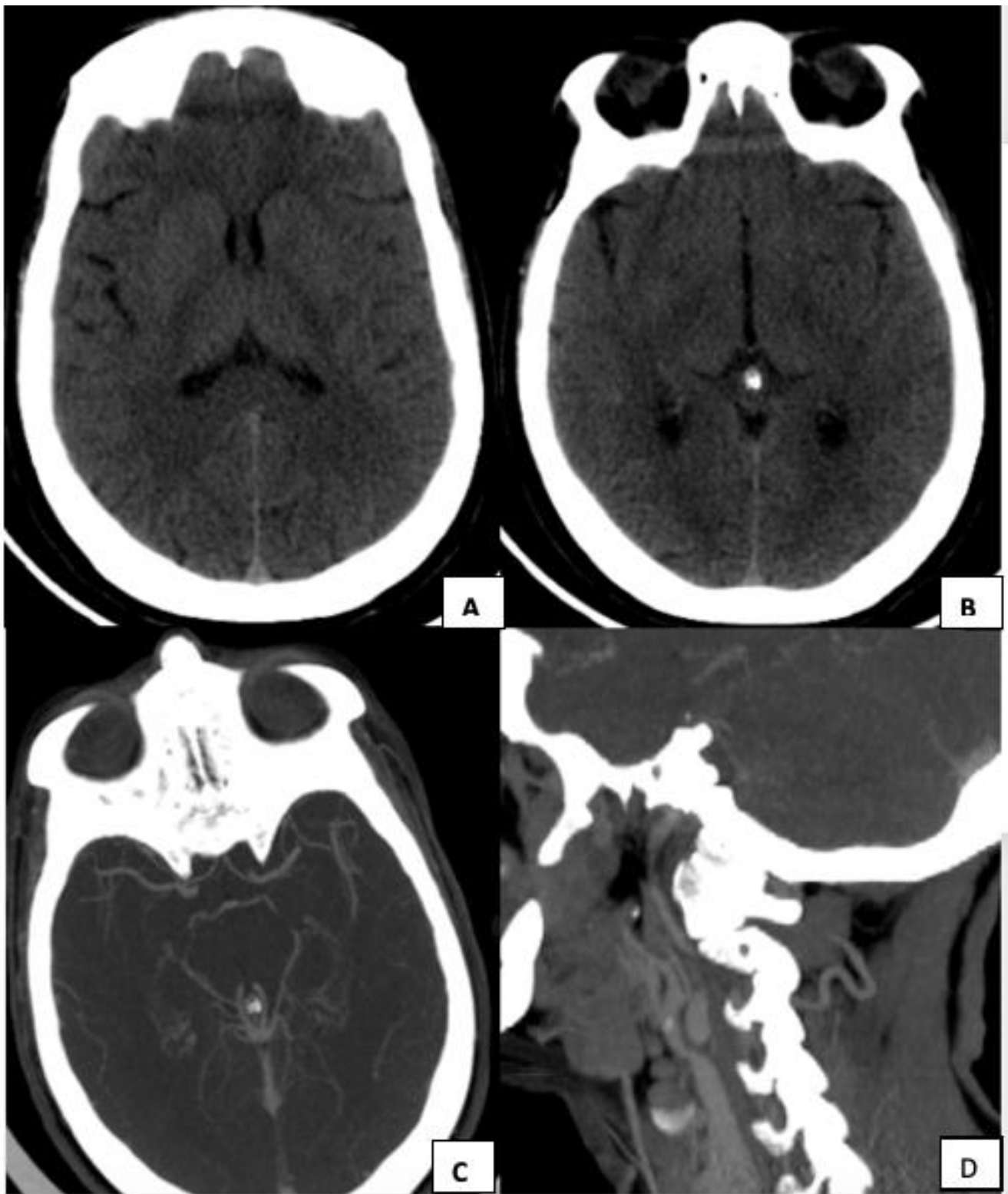




Figure n°28: patiente de 55ans, admise pour hémiplégie droite d'installation aiguë. Scanner cérébrale sans (a, b) et après injection du PDC (c,d)montre un effacement du ruban insulaire gauche avec thrombus de M1 associé à une plaque en diaphragme bulbaire gauche.

Artériographie objective un thrombus de M1 avec sténose bulbaire (e, f). Une angioplastie bulbaire [j] a été réaliser puis une thrombectomie. On a noté la présence d'un thrombus flottant (k). Après vérification de la suppléance du polygone de Willis une occlusion carotidienne par des coils a été pratiquer (l).

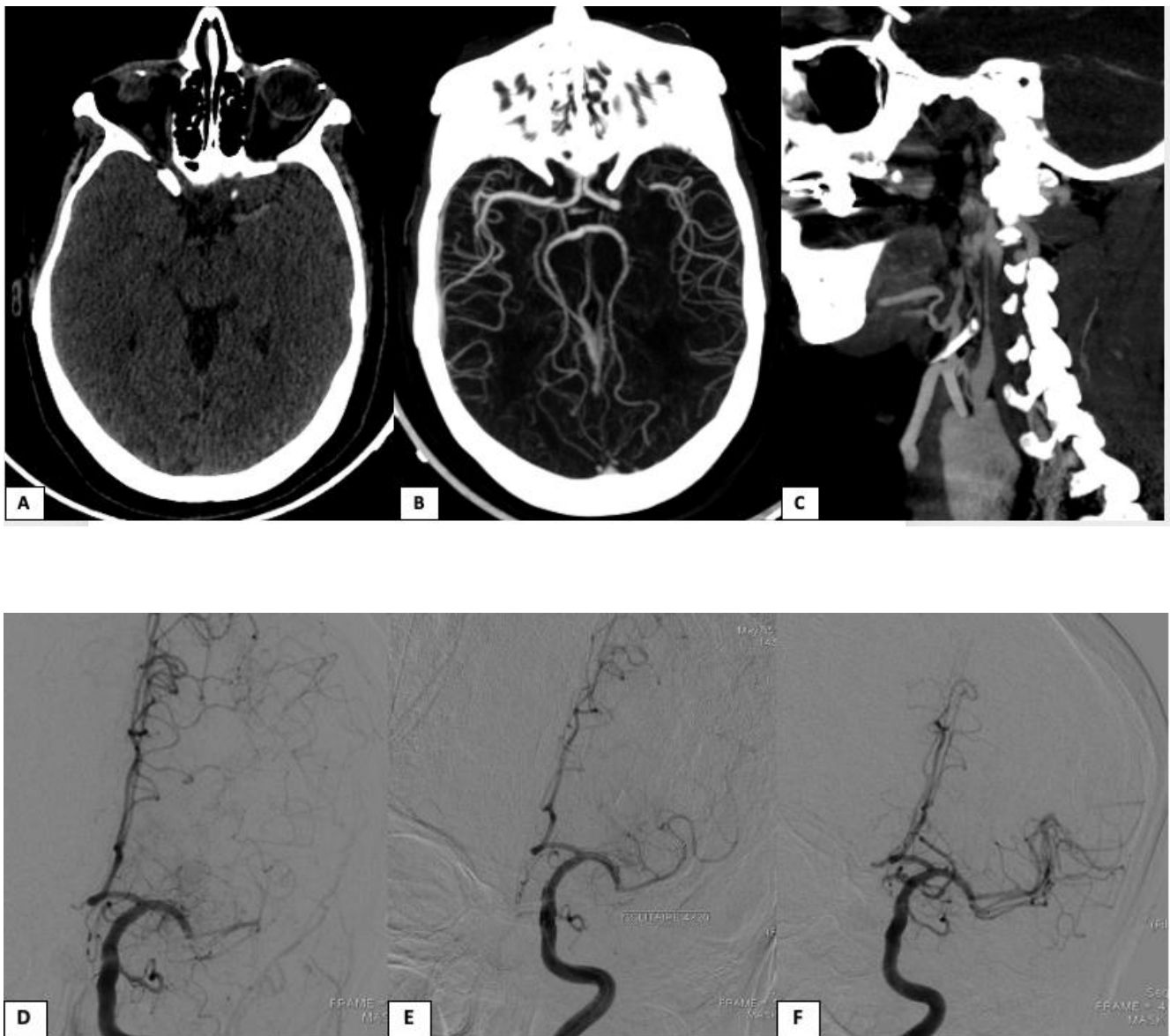


Figure n°29 : patiente de 47ans admise pour hémiplegie droite aiguë.

Scanner sans injection du PDC (A) montre un aspect spontanément dense de l'artère sylvienne gauche.

Angioscanner cérébral (B,C) montre un thrombus de M1 gauche.

Artériographie avant (D,E), et après thrombectomie (F) montre une reperméabilisation TIC1 3.

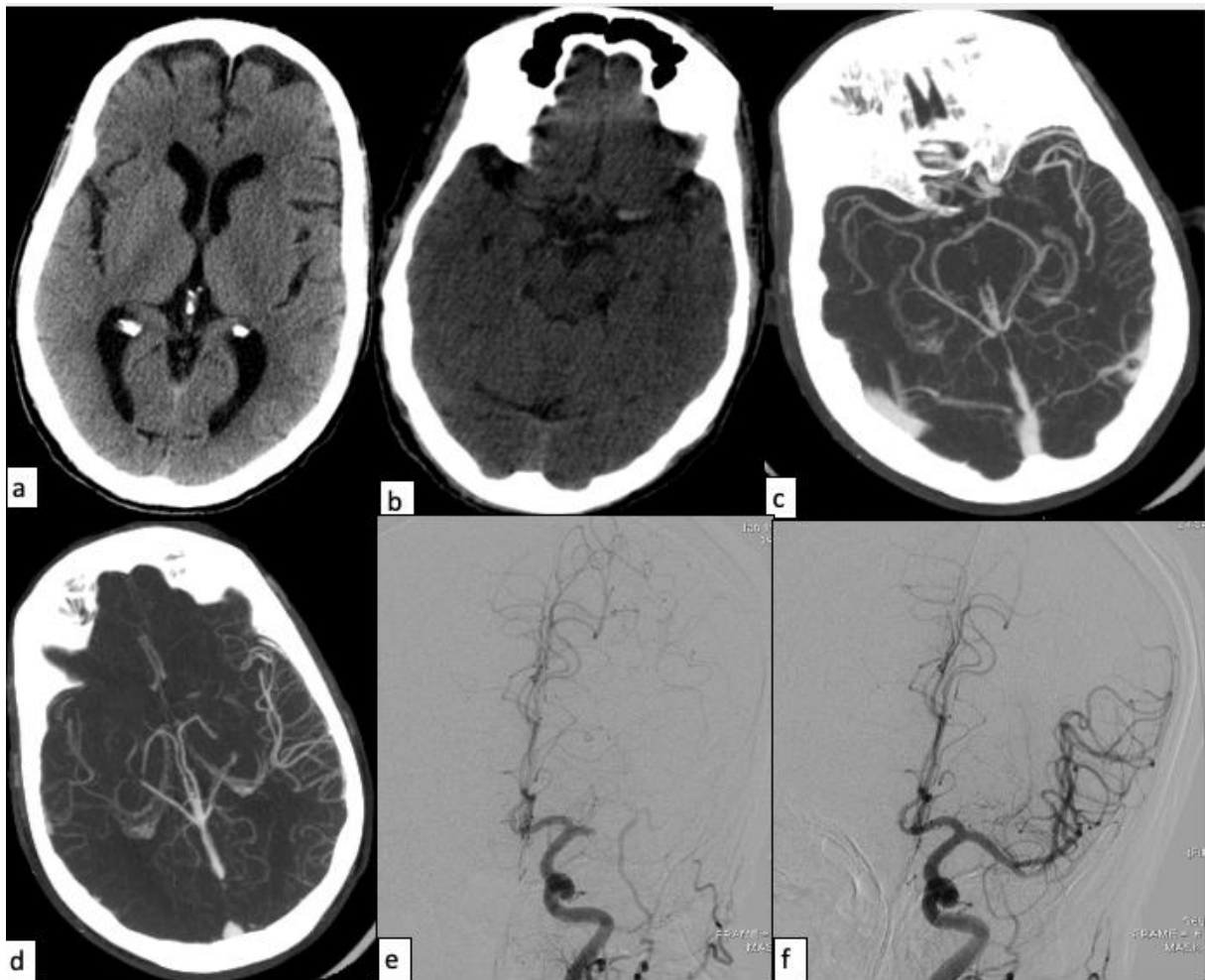


Figure n°30 : patiente de 74ans admise pour hémiplégie droite aiguë.

Scanner sans injection du PDC (a, b) montrant un effacement des noyaux lenticulo-caudé gauches avec aspect spontanément dense de l'artère sylvienne gauche.

Angioscanner cérébral (c, d) montre un thrombus de M1 gauche.

Artériographie avant (e), et après thrombectomie (f) montre une reperméabilisation
TICI 3.



Figure n°31: 64 ans ATCD : HTA. Il présente une hémiplégie gauche avec PFC.

Angioscanner cérébral (a) montre un thrombus du tronc basilaire

Angiographie avant (c) et après plusieurs passages (d, e, f) du thrombectomie on a obtenu une recannalisation a 50% du tronc basilaire(j).

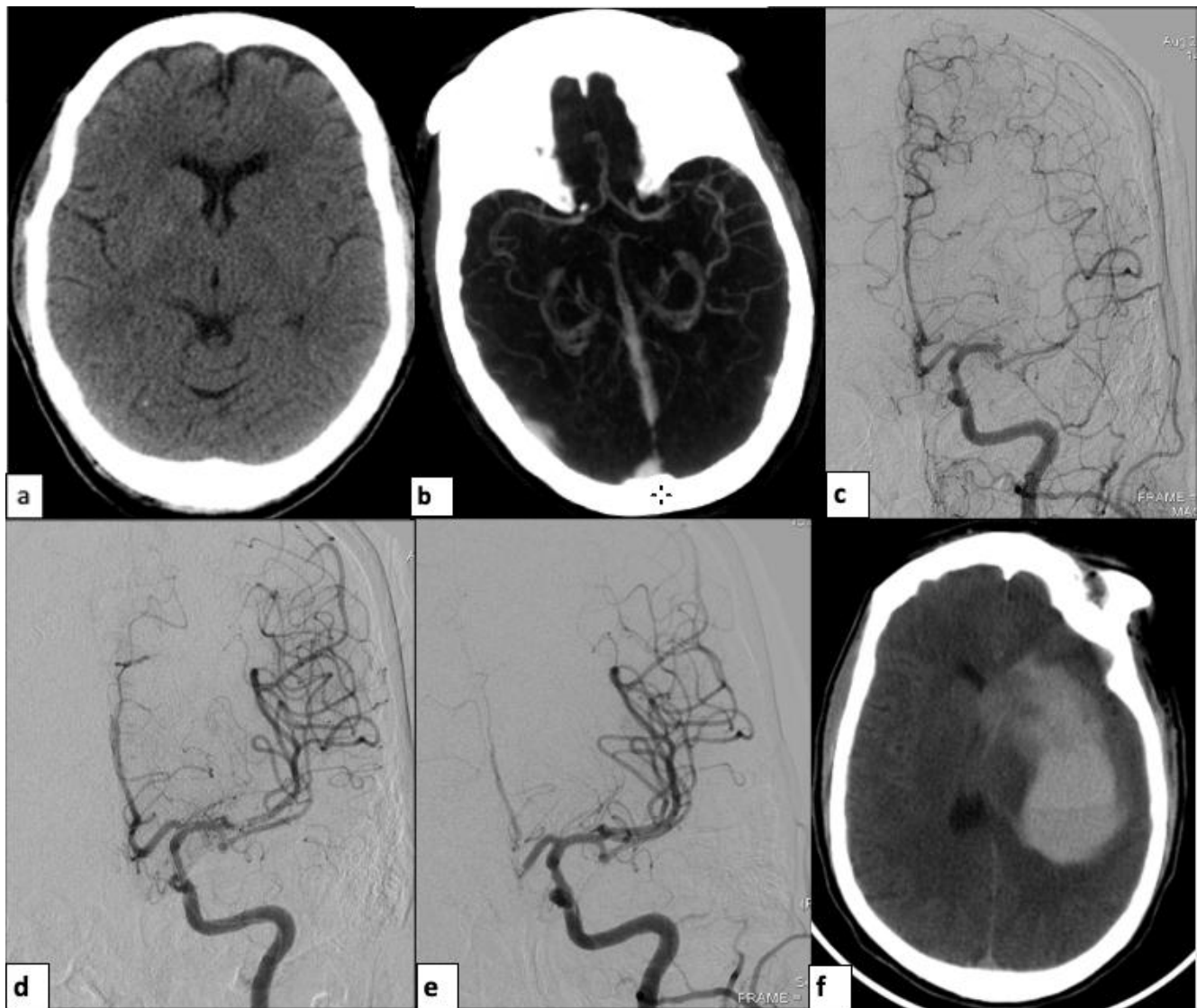


Figure n°32 : 60 ans, DNID 6 ans. Hémiparésie Droite à H4 :30

NIHSS : 16. Scanner sans injection du PDC (a) objectif un effacement des noyaux lenticulo-caudés gauches, du ruban insulaire et M2. après injection on note un thrombus de M2 gauche.

Une thrombectomie faite avec recanalisation totale de M2 (c,d). Le contrôle après (e) montre l'apparition d'un thrombus de A2.

Le scanner de contrôle (f) à H5 montre l'apparition d'un hématome intraparenchymateux profond gauche avec effet de masse sur les structures de la ligne médiane.

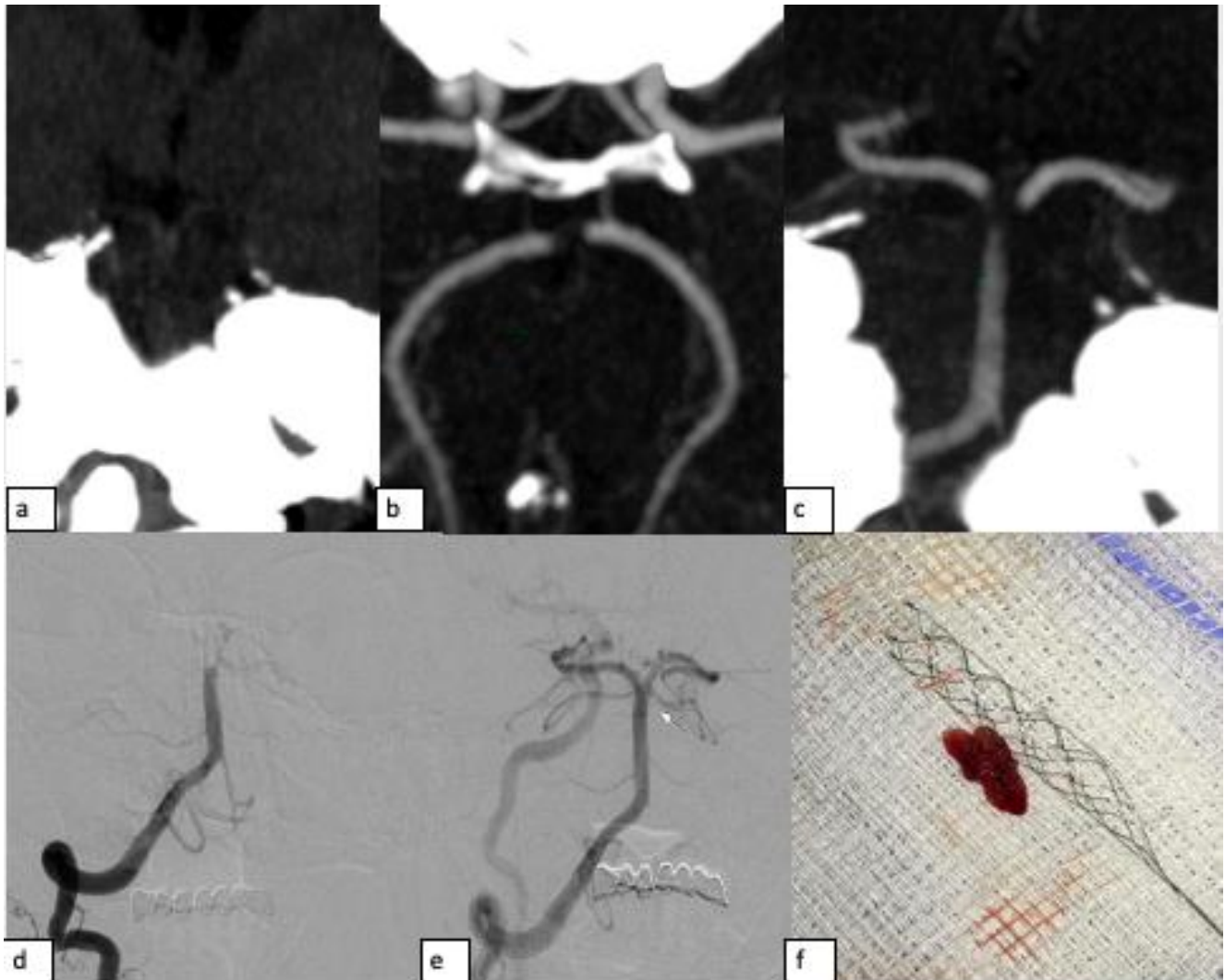


Figure n°33 : 54 ans ATCD : prothèse mitrale. Il présente une hémiparésie gauche avec PFC. Scanner sans injection du PDC (a) objectif un aspect spontanément dense du TB.

Angioscanner cérébral (b,c) montre un thrombus de la terminaison du tronc basilaire.

Artériographie avant (d) et après thrombectomie (e) on a obtenu une recanalisation totale du tronc basilaire. Avec image du thrombus (f).

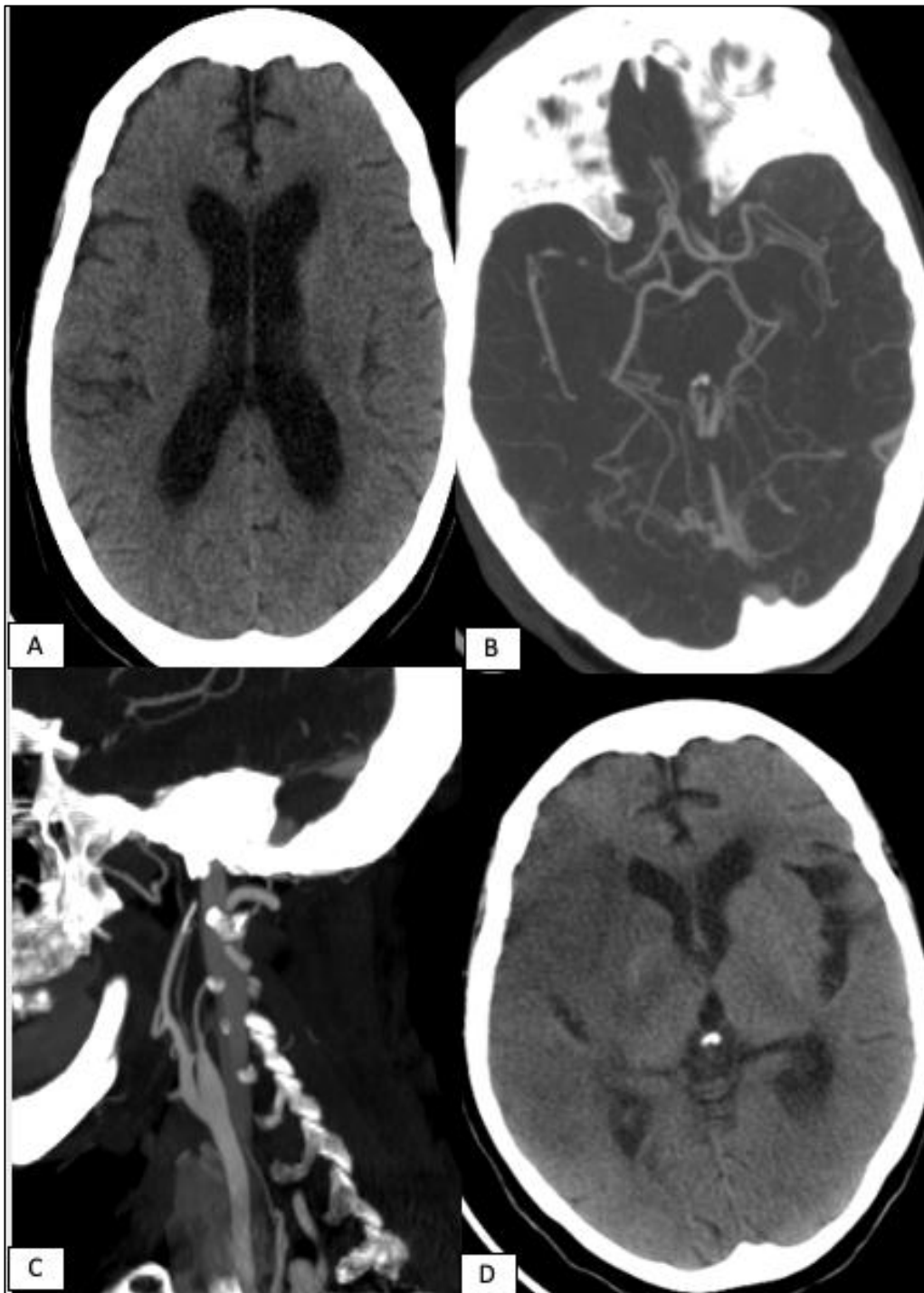


Figure n°34 : 64ans, suivie en rhumatologie pour polyarthrite rhumatoïde. Elle présente une lourdeur de l'hémicorps gauche avec aphasie d'installation brutale.

TDM sans injection (A) : *Absence de signes précoces de l'AVCI.*

Angioscanner (B,C): sténoses dilatations focales de l'artère sylvienne droite avec dissection de la CI.

Contrôle scannographique à 24h (C) : AVCI sylvien droit total.

VI.3. Le temps ponction–recanalisation:

Le temps médian entre la ponction fémorale et la recannalisation était de 62 minutes dans notre série.

VII. National Institute of Health Stroke Score (NIHSS)

VII.1. National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) après thrombectomie

Le NIHSS moyen des patients après thrombectomie à j1 était de 9 avec des extrêmes de 01 et 21. Les patients ayant un NIHSS > 12 représentaient 30%.

VII.2. National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) à la sortie de l'hôpital

Le NIHSS moyen des patients à la sortie était de 5 avec des extrêmes de 0 et 21. Les patients ayant un NIHSS > 12 à une semaine représentaient 15%.

VIII. Évolution

VIII.1. Le score de MRS modifié à 3mois était

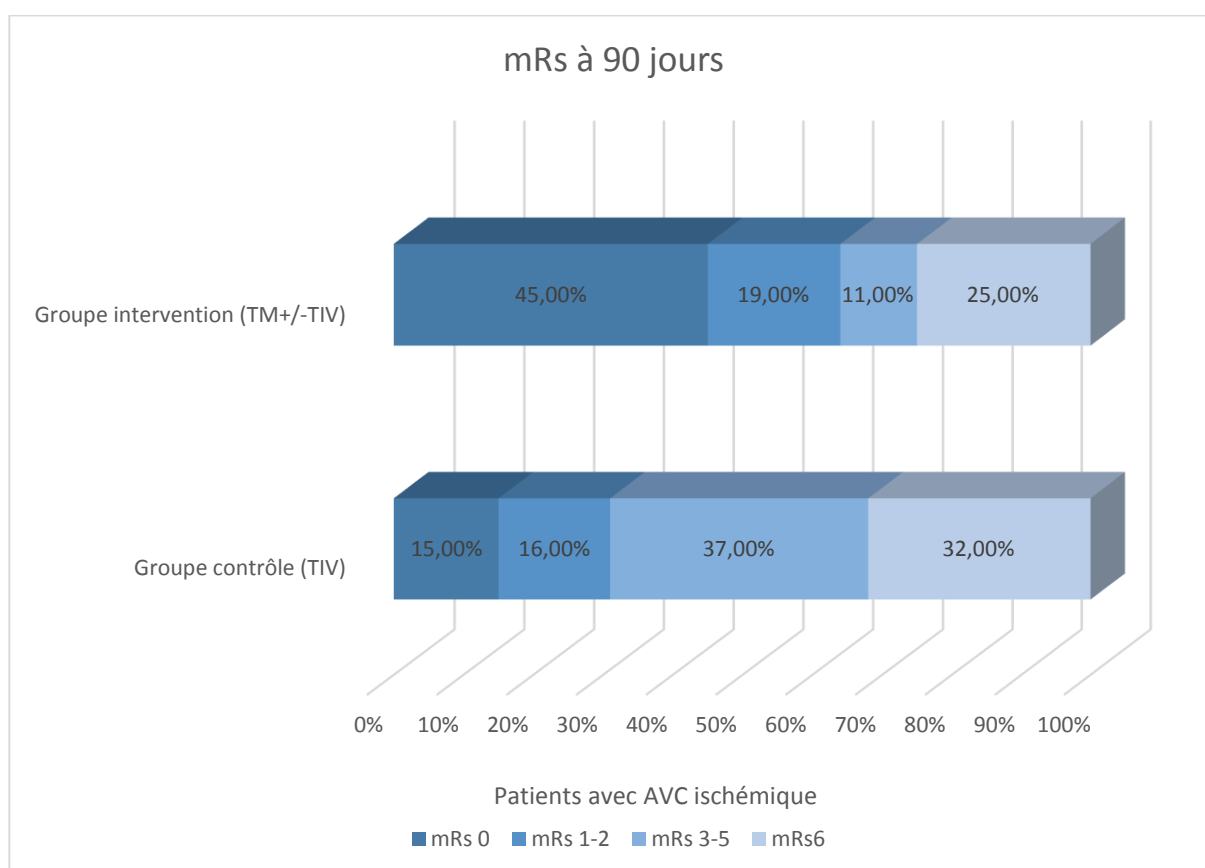
- MRS 0 chez 14cas (44%)
- MRS 1–2 chez 07 Cas (22%)
- MRS 3–5 chez 04cas (12%)
- MRS 06 : 07 cas (22%).

Et donc les patients asymptomatiques et un indépendants (MRS <02) était à 21cas avec un pourcentage de 66%.

VIII.2. Le décès

07 patients (26%) étaient décédés dans la semaine qui suit l'infarctus cérébral. Les causes décès:

- Un infarctus cérébral malin un cas.
- Détresse respiratoire par Inhalation un cas.
- Détresse respiratoire: deux cas.
- AVC ischémique du tronc postérieur étendu : un cas.
- Échec de thrombectomie: deux cas



Figure°35: comparaison des résultats du score de Rankin modifié à 90 jours entre le groupe intervention (TM+/-TIV) et groupe contrôle (TIV)

DISCUSSION

I. Résultats épidémiologiques

La population de notre étude peut sembler comparable aux données de la littérature.

I.1. L'âge

L'âge est le facteur de risque non modifiable le plus puissant puisqu'on estime que le risque d'AVC double chaque décennie après 55 ans [68]

La moyenne d'âge de notre population était de 60 ans. Les études MR CLEAN et SWIFT-PRIME rapporte un âge moyen de 65 ans, alors qu'il était de 68 ans et 70 ans dans EXTEND I-A et ESCAPE successivement.

La moyenne d'âge des pays occidentaux, nettement supérieure à la nôtre pourrait s'expliquer par le vieillissement de la population.

Il est particulièrement important d'évaluer l'impact de l'âge sur les résultats cliniques puisque les personnes âgées représentent, dans la population générale, une proportion croissante de patients victimes d'AVC. Des études ont montré qu'après thrombolyse IV, l'âge est un facteur pronostic puisque les patients plus âgés avaient des résultats moins favorables et une mortalité plus élevée que les plus jeunes [69 ;70]. Les données sur le traitement endovasculaire des personnes âgées sont rares, étant donné qu'un âge de plus de 80 ans est souvent un critère d'exclusion des études.

Une analyse groupée de 305 patients traités avec le dispositif Merci a montré que le jeune âge est un facteur indépendant de bons résultats et que l'âge avancé est un facteur prédictif de mortalité à 3 mois [71]. Cependant, il a déjà été montré que des patients plus âgés peuvent bénéficier de la thrombectomie, en particulier en cas d'état neurologique initial peu sévère ou de petit infarctus initial [72,73].

Compte tenu de la faiblesse des effectifs, notre étude n'a pas permis d'avancer sur ce point.

I.2 Le sexe

Notre population était légèrement plus représentée par le sexe féminin (56%), L'étude MR CLEAN a rapporté une prédominance masculine (58.4%) et la même tendance démographique a été observée dans l'étude ESCAPE (57%).

Cette différence pouvant être expliquée par les données démographiques du Maroc où la population générale est à prédominance féminine.

II. Les étiologies de l'AVCi

Les cardiopathies emboligènes étaient responsables d'AVCi chez 52% de nos population, suivies d'athérosclérose (42%), les dissections carotidiennes (3%) et autres causes non déterminées dans 3% des cas.

L'étude SYNTHESIS a rapporté que les cardiopathies emboligènes étaient incriminées dans 32% des cas et l'athérosclérose dans 30% des cas, alors que dans la série EXTEND I-A une cardiopathie emboligène était diagnostiquée chez 40% des patients victimes d'AVCi et l'athérosclérose chez 37% des cas.

Tableau n° V : Les étiologies retenues de l'AVCi dans l'étude SYNTHESIS [74]

	Endovascular Treatment (N = 181)		Intravenous t-PA (N = 181)	
Characteristic				
Stroke cause on day 7 — no. (%)				
Cardiogenic embolism	58	(32)	62	(34)
Dissection	14	(8)	4	(2)
Large-artery atherosclerosis	55	(30)	50	(28)
Small-vessel disease	13	(7)	12	(7)
Other or unknown	39	(22)	53	(29)
Condition mimicking stroke	2	(1)	0	

III. Onset-to-door time (ODT)

L'ODT médian chez notre population d'étude était de 150 minutes avec des extrêmes de 30 et 240 minutes.

Les patients admis dans un délai inférieur à 4 heures (240 minutes) représentaient 86%.

L'alerte thrombectomie avait été déclenchée q chez 14% patients qui étaient hors le délai de thrombolyse (> 4,5 heures).

Dans la littérature, on retrouve une médiane d'ODT de 134 minutes rapportée par MR CLEAN, 107 minutes par ESCAPE et 80 minutes pour les patients de la série EXTEND A-1

Le délai entre le début des symptômes et l'arrivée à l'hôpital reste élevé par rapport à ce qui est décrit dans la littérature internationale, le raccourcir passe primordiallement par la sensibilisation de la population générale afin de reconnaître les symptômes de l'AVC et s'adresser à l'hôpital le plutôt possible.

IV. Le score d'NIHSS

Le score NIHSS initial est un facteur fortement lié au devenir clinique des patients. Les données de la littérature identifient le score NIHSS initial comme un facteur prédictif indépendant de bon devenir clinique après thrombolyse IV, thrombolyse IA ou thrombectomie mécanique [75–78]. Cependant, ce score n'est actuellement pas utilisé comme critère d'exclusion de la thrombectomie. Or, comme l'ont suggéré les auteurs de l'étude STAR, l'impact du NIHSS initial sur le devenir clinique est fort, et semble-t-il d'autant plus fort que le patient est âgé. Ainsi, ils ont montré que le critère [âge + score NIHSS <100] était un facteur prédictif de bonne évolution clinique [79].

Le score NIHSS moyen à l'admission dans notre série était de 15 avec une médiane à 15 et des extrêmes de 03 et 21. L'INHSS moyen à l'admission était de 18 dans l'étude MR CLEAN, 15 dans ESCAPE et rapporté à 17 par les études REVASCAT ET SWIFT PRIME [80].

Tableau n°VI: les NIHSS de l'ensemble d'études composant la meta-analyse HERMES[81]

MR CLEAN		
Characteristic	Intervention (N = 233)	Control (N = 267)
NIHSS score		
Median (interquartile range)	17 (14-21)	18 (14-22)
Range	3-30	4-38
ESCAPE		
Variable	Intervention (N = 165)	Control (N = 150)
NIHSS score		
Median	16	17
Interquartile range	13-20	12-20
SWIFT-PRIME		
Characteristic	Intravenous t-PA Alone (N = 98)	Stent Retriever plus Intravenous t-PA (N = 98)
NIHSS score‡		
Median	17	17
Interquartile range	13-19	13-20
EXTEND I-A		
Characteristic	Alteplase -Only Group (N = 35)	Endovascular - Therapy Group (N = 35)
Median NIHSS score (IQR)	13 (9-19)	17 13-20)

VI. L'imagerie cérébrale

Tous les patients inclus dans notre série ont bénéficié d'une TDM cérébrale conventionnelle initialement et dans angioscanner des troncs supra aortiques et le polygone de Willis une fois le diagnostic d'AVCi est retenu.

L'angioscanner cérébrale était l'examen de choix pour la sélection des patients candidats à la thrombectomie mécanique pour l'étude MR CLEAN, alors que l'étude SPACE s'est basé sur le scanner multiphasique pour la sélection de ses patients [82;83].

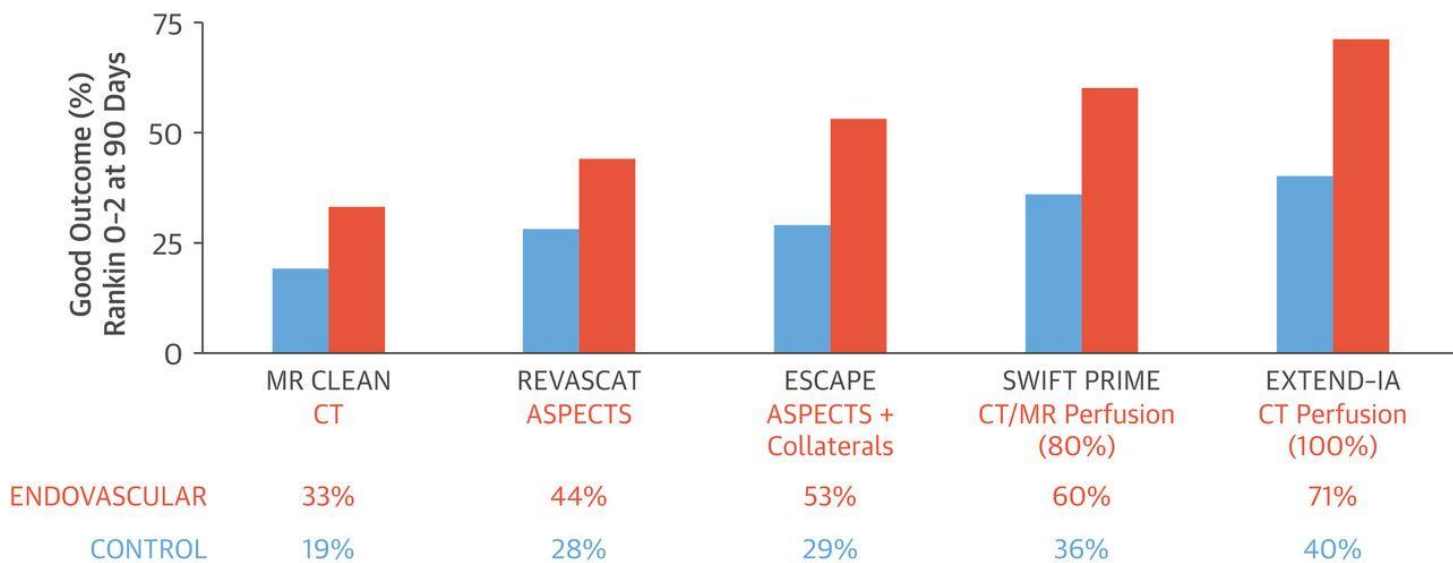


Figure n°36: Le score mRs 0–2 corrélé au moyen d'imagerie adopté par chacune des études composant la méta-analyse HERMES [84]

VII. Le siège de l'occlusion

Dans les séries MR CLEAN le siège le plus fréquemment atteint était le segment M1. La même tendance a été observée dans les études de IMS III et dans celle ESCAPE. Ces résultats concordent avec les résultats de notre série.

VIII. La collatéralité

L'étude de la collatéralité est importante pour la sélection des patients candidat a un traitement endovasculaire comme l'ont démontré V. NAMBIAR et AL [85].

Dans notre études les patients ayant une bonne et moyenne collatéralité était à 96%.

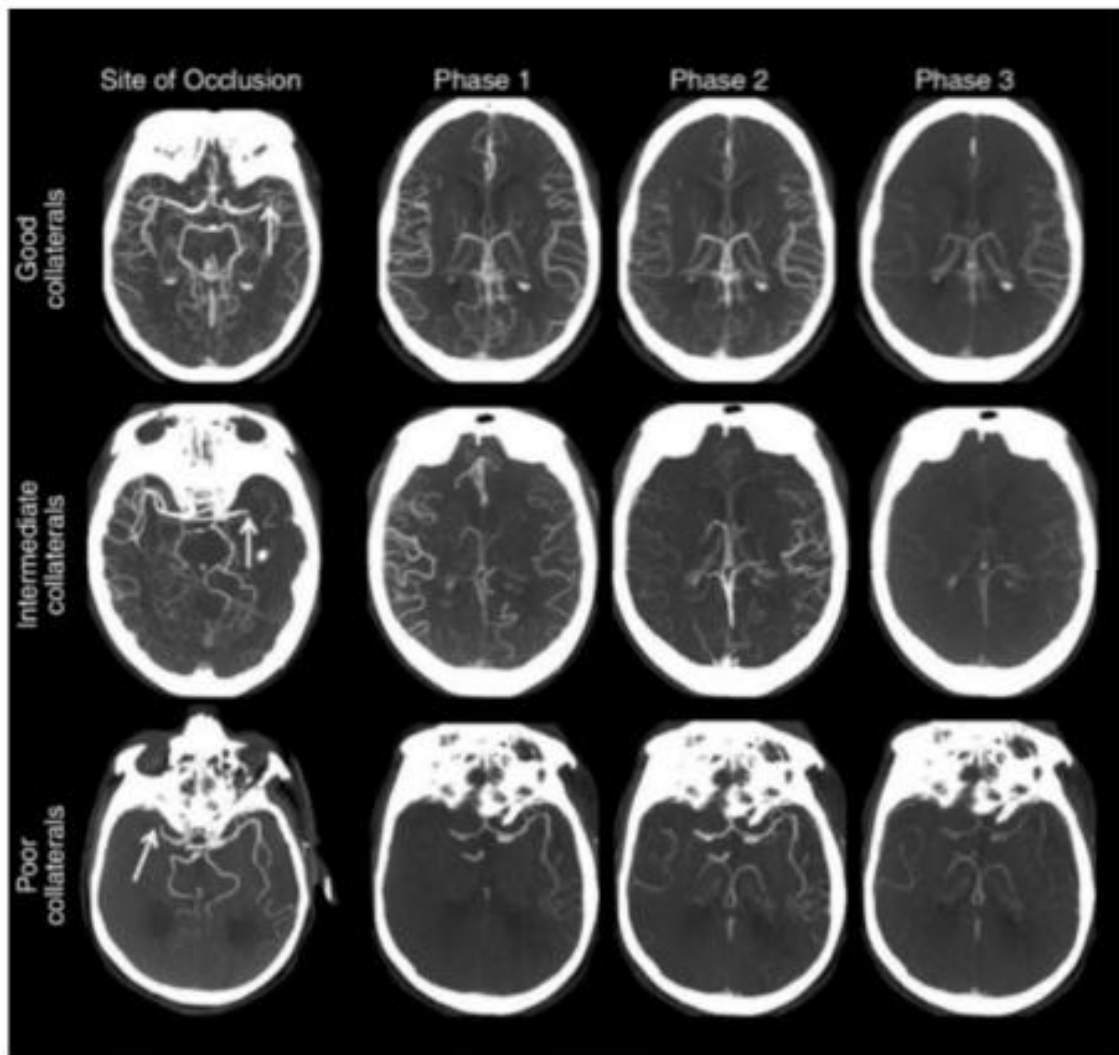


Figure n°37: Illustration des collatéralités par Menon et al. Radiology [86]

IX. Association à la thrombolyse IV

L'association de la thrombectomie mécanique et d'une thrombolyse IV dans le cadre d'un AVC de moins de 4H30 constitue un facteur pronostic indépendant de bon devenir clinique. De même, une étude récente réalisée sur 141 patients traités par thrombectomie (par le dispositif Solitaire Fr), retrouve une meilleure évolution fonctionnelle à 3 mois chez les patients ayant bénéficié du traitement « fibrinolyse IV + thrombectomie » comparativement au traitement endovasculaire seul (66% mRS 0-2 versus 46%, $p < 0,01$) [86].

En effet, ce traitement combiné associe les avantages d'une lyse chimique et mécanique en potentialisant leurs effets. Ainsi, la thrombolyse IV semble permettre une amélioration du taux de recanalisation sans augmenter significativement les complications hémorragiques, comme l'ont suggéré les études antérieures [87 ;88].

Dans notre étude, Une thrombolyse intra veineuse était réaliser chez 19 cas soit 59% et 13 cas (41%) n'ayant pas était thrombolyse vue la présence d'une contre-indication.

X. Choix d'anesthésie :

Notre équipe a adopté la sédation consciente pour performer la thrombectomie mécanique sur 78% de nos patients, l'anesthésie générale n'était nécessaire que chez 22%.

Jumaa et al. , Abouchebl et al. ainsi que John et al. ont comparé les résultats des patients traités par fibrinolyse intra-artérielle ou thrombectomie mécanique sous anesthésie générale et ceux sous sédation consciente. Ils ont observé une augmentation de la mortalité dans le groupe sous anesthésie générale sans différence en termes de durée de traitement ni de complications hémorragiques. De même, les résultats cliniques à 3 mois étaient meilleurs dans le groupe sous sédation consciente.

Cependant, il s'agissait d'études rétrospectives comportant des biais de sélection et notamment un biais important rendant difficilement interprétables les résultats : les patients intubés étaient toujours plus graves que ceux traités sous sédation consciente (NIHSS plus élevés) [89–91].

Les principaux inconvénients de l'anesthésie générale sont : l'augmentation du délai avant la recanalisation en raison de la phase d'intubation/ventilation l'hypotension lors de l'induction l'hypertension non contrôlée lors de l'intubation

- L'intubation prolongée allongeant le séjour en soins intensifs.

La sédation consciente évite ces inconvénients et permet en outre une évaluation clinique durant la procédure. Par contre, elle expose au risque de complications procédurales en cas d'agitation ou d'absence de coopération du patient.

XI. Le temps ponction–recanalisation :

L'étude EXTEND I–A rapporte un temps médian entre la ponction fémorale et la recanalisation (défini par un grade mTICI 2b–3) de 43 minutes, alors qu'il était calculé à 33 minutes dans la série ESCAPE.

Nos résultats ont montré un temps médian ponction recanalisation plus élevé (62 minutes).

XII. Le grade de reperfusion

La recanalisation intracrânienne est un facteur primordial de bon devenir clinique, déjà largement décrit, à la fois après thrombolyse IV ou thrombectomie mécanique.

Dans la série de MR clean le grade TICI 2b–3 était à 49%. Autres séries comme SWIFT PRIME et ESCAPE ont rapportés des pourcentages atteignant les 72% et 88%. Ces données concordent avec les résultats de notre série, la réussite angiographique (TICI 2b/3) était de 86%. [92,93]

XIII. Le devenir fonctionnel à 3 mois

Dans notre série, 64% des patients du groupe intervention (TM) avaient un devenir fonctionnel à 3 satisfaisant (défini comme un mRs ≤ 2), versus 31% des patients du groupe contrôle (TIV). Ces résultats sont comparables à ceux retrouvés

dans la littérature. L'équipe de THRACE retrouvait 53% de patients ayant bénéficié d'une thrombectomie mécanique avec un devenir favorable, et la méta-analyse HERMES a rapporté un pourcentage de 46%.

On attribue cet indice d'évolution favorable à la sélection minutieuse et exhaustive des patients candidats à la thrombectomie par notre équipe.

Enfin, cette étude révèle des résultats cliniques et angiographiques encourageantes et démontre la supériorité de la thrombectomie avec ou sans thrombolyse intraveineuse associée par rapport à la thrombolyse seule comme traitement de première intention chez les patients victimes d'accident vasculaire cérébrale ischémique aigu par occlusion artérielle proximale.

XIV. Le décès

Le taux de mortalité rapporté par notre série est de 20%, ceci concorde avec les résultats des autres séries internationales : 20% rapporté par l'étude EXTEND I-A, 19% selon les études MR CLEAN et REVASCAT et 16% retrouvé dans SWIFT-PRIME.

Tableau n°VII : La mortalité à 90 jours rapportée par la méta-analyse HERMES [73].

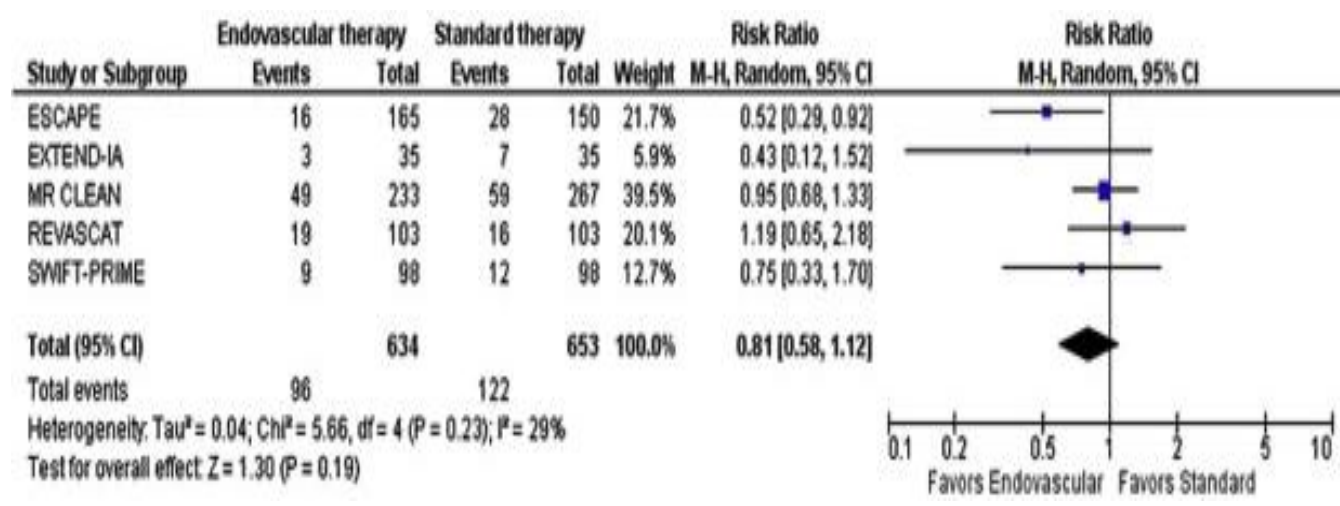


Tableau n°VIII : Les principaux paramètres étudiés dans la méta-analyse HERMES [94]

	MR CLEAN	ESCAPE	EXTEND IA	REVASCAT	SWIFT-PRIME
N (TM/C)	233/267	165/150	35/35	103/103	98/98
NIHSS* (TM/C)	17/18	17/16	17/13	17/17	17/17
Site d'occlusion, % (ICA, M1/M2)	26/64/8	27/70/3	31/53/5	26/64/8	17/72/10
TT	6h	12h	8h	8h	6h
TIV	89%	73%	100%	73%	100%
Temps TIV (TM/C)	87/85	125/110	127/145	117/105	110/117
Temps TM	332 min	241 min	248 min	355 min	252** min
ST	81%	86%	100%	100%	100%
Reperfusion	59%	72%	89%	66%	83%
mRS 0-2 (TM)	33%	53%	71%	44%	60%
mRS 0-2 (C)	19%	29%	40%	28%	35%
Diff. mRS 0-2	14%	24%	31%	16%	25%
Hém. (TM/C)	7,7%/6,4%	3,6%/2,7%	0%/2%	1,9%/1,9%	0%/3%
Mortalité, % (TM/C)	21/22	10/19	9/20	18/16	9/12

XV. Problématiques actuelles et perspectives :

De nombreuses questions concernant la TM et la TIV restent en suspens. Faut-il élargir les indications de la TM au-delà de 6 heures ? Faut-il adapter le traitement à chaque patient, en fonction de son réseau collatéral ? Quelle est la place de la TIV ? Le risque hémorragique est-il inférieur au bénéfice clinique apporté ?

XVI.1. Extension du délai au delà de 6 heures

En novembre 2017, l'étude DAWN (DWI or CTP Assessment with Clinicat Mismatch in the Triage of Wake-Up and Late Presenting Strokes Undergoing Neurointervention) montre un bénéfice de la TM sur le traitement médical seul pour les patients traités de 6 à 24 heures après le début des symptômes d'AIC. En effet, l'évolution neurologique est favorable (mRS 0 –2) pour 48,6% des patients du groupe TM, contre 13,1% dans le groupe avec traitement médical seul, NNT=2,8. Plus les patients sont traités rapidement, meilleure est leur évolution. Malgré tout, il ressort que la présence d'un mismatch entre le tableau clinique et l'ischémie constituée en diffusion est un fort facteur prédictif de l'effet de la TM, indépendamment du délai symptômes-TM, avec une probable influence du réseau vasculaire collatéral dans le territoire ischémié. L'étude conclut que des fenêtres thérapeutiques trop strictes ne respectent pas les variations physiologiques individuelles et limitent le nombre de patients présentant un AIC qui pourraient bénéficier d'une TM.

Cet essai a bel et bien démontré que les patients selon les critères d'inclusion DAWN (fenêtre entre 6 et 24H) continuent à bénéficier de l'effet bénéfique de la TM, en augmentant de façon significative les chances d'indépendance fonctionnelle avec une sécurité comparable à la TM avant les six heures [95].

En février 2018, l'étude multicentrique DEFUSE 3 a randomisé des patients ayant un AVC de la circulation antérieure entre 06 et 16 heures des symptômes, ayant une occlusion proximale, évalués par scanner ou IRM de perfusion et ayant un volume infarcté inférieur à 70 ml et une pénombre dépassant 15 ml. L'essai a montré un effet positif sur l'indépendance fonctionnelle et la mortalité en faveur du bras TM avec un score Rankin (échelle de dépendance fonctionnelle) favorable chez 45 % versus 17% chez le bras médical seul [96].

Plus généralement, les nouvelles approches basées sur la physiologie de l'AVC, adaptées à chaque patient, devraient conduire à une hausse conséquente des candidats potentiels à la TM.

Main inclusion criteria in the DEFUSE-3 and DAWN trials		
Inclusion criteria	DEFUSE-3	DAWN
Time window	6-16 hours since time last known well	6-24 hours since time last known well
Age	18-90 years	≥18 years
mRS score before qualifying stroke	≤2; life expectancy ≥6 months	≤1; life expectancy ≥6 months
NIHSS score	≥6	≥10 (see below)
Arterial occlusion	ICA and/or M1	ICA and/or M1
Mismatch definition	Target mismatch profile on CT or MR perfusion imaging, as determined by an automated image postprocessing system: Infarct core volume <70 mL† AND mismatch volume >15 mL (Tmax>6s) AND mismatch ratio (penumbra/core) >1.8	Clinical-imaging Mismatch Age <80 years and NIHSS score ≥10 and infarct core 0-30 mL OR age <80 years and NIHSS score ≥20 and infarct core 31-51 mL OR age ≥80 years and NIHSS score ≥10 and infarct core 0-20 mL

Tableau n°IX : Les critères d'inclusion des études DAWN et DEFUSE-3 [97-98]

XVI.2. Large corps d'infarctus :

Les résultats des études récentes évaluant la thrombectomie mécanique performé sur des patients qui présentent un large corps d'infarctus étaient encourageants puisqu'ils suggèrent que la plupart de ces patients continuent de bénéficier de la reperfusion. Néanmoins, plus d'études contrôlées sont nécessaires pour déterminer l'efficacité et la sécurité de la TM chez cette population de patients.

Heureusement, la data base qu'a regroupé la société savante des études précédentes sur la TM nous a donné un insight précieux en ce qui concerne les traits caractéristiques des patients, les modalités d'imagerie et les estimations des mismatches ce qui peut servir en guise de guide pour développer des nouveaux protocoles.

Actuellement, trois études contrôlées et ayant pour objectif d'évaluer la TM chez les patients qui présentent un large corps d'infarctus sont en cours : **TESLA**, **TENSION** et **IN EXTREMIS**.

L'étude **TESLA** a définie comme objectif de déterminer l'effcience de la TM versus les mesures médicamenteuses chez les patients de 18 à 85 ans présentant une occlusion proximale avec un score d'ASPECTS de 2 à 5 dans une fenêtre thérapeutique de 24 heures. L'outcome primaire serait évaluer par le score mRs à 3 mois [99].

L'étude **TENSION** évalue, par le biais du score mRs à 90 jours, l'efficacité et la sécurité de la TM performé sur les patients de < 80 ans présentant une occlusion proximale avec un score d'ASPECTS ou DW-MRI-ASPECTS entre 3 et 5, le tout dans une fenêtre thérapeutique de 12h [100].

L'étude **IN EXTREMIS** à son tour utilisera aussi le score mRs à 90 jours pour évaluer le devenir fonctionnel des patients de ≥ 18 ans qui consultent dans un délai de 7h et qui présentent un CT-ASPECTS ou DW-MRI ASPECTS entre 0 et 5. Ambitueusement, cette étude n'a pas défini une limite supérieure d'âge [101].

XVI.3. TM et occlusion de la circulation artérielle postérieure

Les recommandations actuelles concernent l'occlusion de la circulation artérielle antérieure (comprenant l'artère carotide interne, et les différents segments des artères cérébrales moyenne et antérieure). La TM est couramment utilisée pour les occlusions artérielles vertébro-basilaires, avec des critères d'inclusions moins consensuels (âge, sévérité du déficit, délai souvent élargi à 12 heures), en raison du mauvais pronostic et du haut taux de mortalité de ces occlusions en l'absence de traitement [102].

XVI.4. Evolution de la TM

Les techniques et les outils de TM évoluent rapidement. La TM par stentriever est associée soit à un support par un cathéter guide-ballon (BGC, balloon guide catheter), soit à une aspiration (technique Solumbra). Actuellement, de nombreuses études évaluent l'efficacité de la technique ADAPT (A Direct first pass Aspiration Technique) vs stentriever. Cette technique d'aspiration au contact direct du thrombus présenterait l'intérêt d'un risque diminué de fragmentation du thrombus au moment de son retrait. En cas d'échec de l'aspiration, la thrombectomie par stent est proposée.

CONCLUSION

La TM est un geste de neuroradiologie interventionnelle qui consiste à recanaliser, à l'aide d'un dispositif mécanique de retrait de caillot introduit par voie endovasculaire sous contrôle radioscopique, une artère cérébrale proximale occluse. La recanalisation artérielle permet la reperfusion et la revascularisation du parenchyme cérébral en souffrance.

C'est une intervention thérapeutique innovante qui a prouvé son efficacité dans la prise en charge de l'AVC ischémique à la phase aiguë, permettant d'améliorer le résultat fonctionnel et diminuer la mortalité de cette pathologie lourde de conséquences. L'imagerie multimodale est une partie intégrante de l'exploration d'un AVC ischémique à la phase aiguë, permettant à la fois une analyse morphologique et fonctionnelle, et guidant la sélection « tissulaire » et non « temporelle ».

L'indication de la TM est formelle en présence d'une occlusion d'un gros tronc artériel, d'un petit infarctus avec une large zone de tissu à risque de nécrose.

A l'opposé, une décision pour une TM pour les cas borderlines doit être le produit d'une discussion multidisciplinaire prenant en considération la balance bénéfice / risque de la procédure. Les techniques actuelles de retrait des thrombi sont associées à des taux de recanalisation très élevés excédents de loin la TIV avec très peu de complications inhérentes à la procédure, et sont basées essentiellement sur le SR et la thromboaspiration. Malgré la positivité des toutes dernières études 2017–2018 qui élargissent la fenêtre thérapeutique jusqu'à 24H, ou qui attestent de l'intérêt de la TM pour les occlusions distales, ou pour son intérêt dans les larges territoires infarcis, la décision d'une TM doit être au cas par cas, et doit fournir au préalable l'intérêt de la procédure en la discutant dans une unité stroke et dans un cadre multidisciplinaire.

Notre étude a permis de faire un état des lieux de la prise en charge des patients victimes d'un AVCi aigu par occlusion artérielle proximale au sein du CHU HASSAN II de Fès. Elle a révélé des résultats cliniques et angiographiques encourageants chez les patients bénéficiant d'une thrombectomie par stentriever en première intention et elle a clairement démontré la supériorité de la TM par rapport à la TIV chez cette population de patients. On recommande alors de continuer les études sur ce sujet afin de répondre aux problématiques actuelles et revisiter les critères de sélection des patients candidats à la TM.

Résumé

Objectifs.

- L'objectif de notre étude de rapporter notre expérience au service de radiologie de chu Hassan II de traitement par voie endovasculaire des AVC ischémiques.
- Illustrer les indications et techniques de thrombectomie mécanique

Matériel et méthode

- Sur la période de novembre 2016 à décembre 2019, on a colligé 29 patients victimes d'AVC ischémique et qui ont eu un traitement par voie endovasculaire. Le score NIHSS moyen à l'admission était de 15.
- La localisation de l'occlusion artérielle était antérieure dans 23 cas et postérieure dans 4 cas. Le temps moyen entre le début des troubles et la prise en charge dans le service hospitalier était de 154 minutes. Le traitement endovasculaire était proposé du fait d'une contre-indication à la thrombolyse ($n = 16$), en complément de la thrombolyse intraveineuse ($n = 13$).

Résultats.

- L'âge moyen de notre patient est 60ans avec un sexe ratio (F/H) de 1,1.
- Les manœuvres endovasculaires ont permis le rétablissement d'un flux artériel satisfaisant (TICI 2b ou 3) dans 25 cas. Une amélioration des scores de NIHSS a été constatée dans 20 cas.
- Une aggravation clinique secondaire au geste endovasculaire a été constatée dans un cas (fragmentation du caillot avec embolie distale). Une transformation hémorragique symptomatique secondaire a été constatée dans un cas et le décès chez 06cas.

Conclusion :

L'accident vasculaire ischémique est fréquent, grave et accessible à un traitement efficace, à la condition d'un diagnostic précoce et d'une prise en charge rapide.

La thrombolyse intraveineuse associée à la thrombectomie mécanique est aujourd'hui le traitement de référence de l'AVC ischémique aigu. Elle devient une thérapeutique incontournable dans la prise en charge de l'AVCI.

Abstract

Endovascular treatment of Ischemic stroke in the acute phase:

Goals :

- The objective of our study is to report our experience in the radiology department of the Hassan II University Hospital Center in Fez for endovascular treatment of ischemic stroke.
- Illustrate the indications and technique of mechanical thrombectomy.

Material and method:

- Over the period from November 2016 to December 2019, 29 patients with ischemic stroke were collected

and who have had endovascular treatment, the average NIHSS admission score was 15.

- The location of the arterial occlusion was anterior in 25 cases, and posterior in 04 cases. The average time between the onset of symptoms and treatment in the hospital department was 154 minutes. Endovascular treatment was proposed due to a contraindication to thrombolysis (n =16), or in addition to intravenous thrombolysis (n = 13).

Results:

- the average age of our patients is 60 years with a sex ratio (F/H) of 1.1.
- The endovascular maneuvers made it possible to restore good arterial flow (TICI 2b or 3) in 20 cases. Improvements in NIHSS scores were seen in 20 cases.

Clinical worsening secondary to the endovascular procedure was noted in one case (fragmentation of the clot with distal embolism). A secondary symptomatic hemorrhagic transformation was noted in one case and death in 06 cases.

Conclusion:

Ischemic stroke is frequent, serious and accessible to effective treatment on condition of an early diagnosis and rapid management. Intravenous thrombolysis associated with mechanical thrombectomy is today the standard treatment for acute ischemic stroke.

It becomes an essential therapy in the management of ischemic stroke.

BIBLIOGRAPHIE

1. WHO. World Health Report 2001. Who (ed.) Genève, 2001
2. France Woimant. Société française neurovasculaire, audition des sociétés savantes du 7 novembre 2007 sur l'objectif 72 relatif aux accidents vasculaires cérébraux de la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique, organisée par le Haut Conseil de la santé publique.
3. Feinberg WM. Guidelines for the management of transient ischemic attacks. *Stroke* 1994; 25: 1320–35.
4. Ramirez MA. CM. Índice de Siriraj: Diagnóstico diferencial entre hemorragia e infarto cerebral supratentorial. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro social* 1998; 36 (3): 185–9.
5. WHO. World Health Report 2003. Who (ed.) Genève, 2003.
6. Murray CJL. Evidence-based health policy: Lessons from the global Burden of disease study. *Science* 1996; 274: 740–43.
7. Strong K, Mathers C, Bonita R. Preventing stroke: saving lives around the world. *Lancet Neurol* 2007; 6: 182–7.
8. Saver JL. Time is brain quantified. *Stroke* 2006;37:263e6.
9. Hankey GJ, Warlow CP. Treatment and secondary prevention of stroke: evidence, costs, and effects on individuals and populations. *Lancet* 1999; 354:1457–63
10. Jayaraman MV, Hussain MS, Abruzzo T, Albani B, Albuquerque FC, Alexander MJ, et al. Embolectomy for stroke with emergent large vessel occlusion (ELVO): report of the Standards and Guidelines Committee of the Society of NeuroInterventional Surgery. *J Neurointerventional Surg.* 2015 May;7(5):316–21.
11. 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.

12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Saver JL. Time is brain quantified. Stroke 2006 ;37:263e6.
16. Hankey GJ, Warlow CP. Treatment and secondary prevention of stroke: evidence, costs, and effects on individuals and populations. Lancet 1999; 354:1457–63
17. Jayaraman MV, Hussain MS, Abruzzo T, Albani B, Albuquerque FC, Alexander MJ, et al. Embolectomy for stroke with emergent large vessel occlusion (ELVO): report of the Standards and Guidelines Committee of the Society of NeuroInterventional Surgery. J Neurointerventional Surg. 2015 May;7(5):316–21.
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. 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.
20. 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.

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. 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.
23. Charte de la Thrombectomie | Société Française de Neuroradiologie [Internet]. [cited 2018 Aug 29]. Available from: <http://www.sfnr.net/neuroradiologiequotidien/thrombectomie/charte-thrombectomie>
24. Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, Bonafe A, Budzik RF, Bhuva P, et al. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med*. 2018 04;378(1):11–21
25. Hankey GJ, Warlow CP. Treatment and secondary prevention of stroke: evidence, costs, and effects on individuals and populations. *Lancet* 1999; 354: 1457–63. 17.
26. Del Zoppo GJ, Higashida RT, Furlan AJ, et al. PROACT: a phase II randomized trial of recombinant pro–urokinase by direct arterial delivery in acute middle cerebral artery stroke. *Stroke* 1998; 29: 4–11. 18.
27. Ducrocq X, Bracard S, Taillandier L, et al. Comparison of intravenous and intra–arterial urokinase thrombolysis for acute ischaemic stroke: Randomised study of 27 patients. *Neuroradiol J* 2005, 32, 26–32.
28. Elad I. Levy, Adnan H. Siddiqui, Annemarie Crumlish. First Food and Drug Administration–Approved Prospective Trial of Primary Intracranial Stenting for Acute Stroke SARIS: Stent–Assisted Recanalization in Acute Ischemic Stroke. *Stroke* 20. 2009; 40: 3552–3556.

29. Gory B, Riva R, Turjman F. Ischémie cérébrale aiguë : modalités et résultats de 21. l'approche endovasculaire.JJRadio 2014. 95: 563–570.
30. Combined intravenous and intra–arterial recanalization for acute ischemic stroke: the Interventional Management of Stroke Study. Stroke. 2004 Apr;35(4):904–11.
31. Mazighi M, Serfaty JM, Labreuche J, Laissy JP, Meseguer E, Lavallee PC, et al. Comparison of intravenous alteplase with a combined intravenous–endovascular approach in patients with stroke and confirmed arterial occlusion (RECANALISE study): a prospective cohort study. Lancet Neurol. 2009 Sep;8(9):802–9.
32. MY. Alaoui Lamrani et al . La thrombectomie mécanique à la phase aiguë de l'accident vasculaire cérébral ischémique : État d'art, Mor J Cardiol 2018; 25: 17–23
33. Mocco J, et al. Aspiration thrombectomy after intravenous alteplase versus intravenous alteplase alone. Stroke 2016; 47:2331-8.
34. Stephan A. Munich, and al, Overview of Mechanical Thrombectomy Techniques, *Neurosurgery 85: S60–S67, 2019*
35. Journal on Neuroradiology volume 45, Issue 5, September 2018, Page 306
36. Broderick JP, Palesch YY, Demchuk AM, et al. Endovascular therapy after intravenous t–PA versus t–PA alone for stroke. *N Engl J Med*. 2013;368(10):893–903.
37. Ciccone A, Valvassori L, Nichelatti M, et al. Endovascular treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2013;368(10):904–913.
38. Spiotta AM et al., JNIS 2015, iconographie: Strokecenter.org
39. Lapergue B, Blanc R, Gory B, 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.JAM 2017;318(5): 443–452

40. Vanacker P, Lambrou D, Eskandari A, et al. Improving the Prediction of Spontaneous and Post-thrombolytic Recanalization in Ischemic Stroke Patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis Off J Natl Stroke Assoc* 2015;24:1781–6.
41. Médiathèque du Collège Français des Enseignants de Neurologie
42. Baron JC. penombre – Mapping the ischaemic penumbra with PET: Implications for acute stroke treatment. *Cerebrovasc Dis.* 1999 Aug;9(4):193–201.
43. EL Machkour M, Chtaou N, Maâroufi M, et al. Imagerie de l'accident vasculaire cérébral ischémique à la phase aiguë. *Mor J Cardio* 2011; 3: 34–38
44. Drs ZsolT KULCsAR , EMMANUEL CARRERA et Pr PATRIK MICHEL, Prise en charge endovasculaire de l'AVC aigu, *Rev Med Suisse* 2017 ; 13 : 886–9
45. Barber PA, Demchuk AM, Zhang J, Buchan AM. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. ASPECTS Study Group. Alberta Stroke Program Early CT Score. *Lancet* 2000; 355:1670–4.
46. Kulc Z, Carrera E, Michel P. Prise en charge endovasculaire de l'AVC aigu. *Rev Med Suisse* 2017; 13: 886–9
47. Z.TRAORE, Apport de l'imagerie dans le bilan diagnostique et étiologique des accidents vasculaires ischémiques, mémoire fac de médecine Fès ,2016
48. Lev, Michael H., Jeffrey Farkas, Victor R. Rodriguez, Lee H. Schwamm, George J. Hunter, Christopher M. Putman, Guy A. Rordorf, et al. "CT Angiography in the Rapid Triage of Patients with Hyperacute Stroke to Intraarterial Thrombolysis: Accuracy in the Detection of Large Vessel Thrombus." *Journal of Computer Assisted Tomography* 25, no. 4 (2001): 520–528.
49. Muller M, Schimrigk K. Vasomotor reactivity and pattern of collateral blood flow in severe occlusive carotid artery disease. *Stroke* 1996; 27: 296–99.

50. Vernieri F, Pasqualetti P, Matteis M, et al.. Effect of Collateral Blood Flow and Cerebral Vasomotor Reactivity on the Outcome of Carotid Artery Occlusion. Stroke. 2001; 32: 1552–1558
51. Bivard A, Parsons M. Tissue is more important than time: insights into acute ischemic stroke from modern brain imaging. Curr Opin Neurol. 2018 Feb; 31(1): 23–27.
52. Lee J S, Demchuk A M. Choosing a Hyperacute Stroke Imaging Protocol for Proper Patient Selection and Time Efficient Endovascular Treatment: Lessons from Recent Trials. Journal of Stroke, 2015; 17(3): 221
53. Saliou V, Timsit S, Ben Salem D. Quelle imagerie à la phase aiguë de l'accident vasculaire cérébral ischémique antérieur à l'heure du traitement endovasculaire. Pratique Neurologique-FMC 2016; 78–86.
54. MY. Alaoui Lamrani, A. Akamma, N. Chtaou, L'imagerie moderne de l'accident vasculaire cérébral ischémique à l'ère de la désobstruction mécanique. Moroccan Journal of Cardiology. 2018.25: 7–15
55. Scanner de Perfusion, cartographie couleur. Iconographie : service de radiologie CHU de Dijon
56. Saliou V, Timsit S, Ben Salem D. Quelle imagerie à la phase aiguë de l'accident vasculaire cérébral ischémique antérieur à l'heure du traitement endovasculaire. Pratique Neurologique-FMC 2016; 78–86.
57. Luciani A, Rahmouni A. Accidents vasculaires cérébraux. IRM en pratique clinique imagerie neuroradiologique. Ed. elsevier health sciences 2017;2747
58. Tableau récapitulatif des moyens d'imagerie de l'AVCi à la phase aiguë Iconographie : Dr K. Gaillot, Pr C. Oppenheim, Pr F. Clarençon, Dr. O. Naggara, Imaios, Radiopaedia, Médiathèque SFR

59. Guillaume Turc, Pervinder Bhogal, Urs Fischer : *European Stroke Organisation (ESO) – European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) Guidelines on Mechanical Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke* [neurintsurg-2018-014569](#)
60. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association William J. Powers, MD, FAHA, Chair; Alejandro A. Rabinstein, MD. /stroke.ahajournals.org 2018
61. Jumaa MA, Zhang F, Ruiz–Ares G, Gelzinis T, Malik AM, Aleu A, et al. Comparison of safety and clinical and radiographic outcomes in endovascular acute stroke therapy for proximal middle cerebral artery occlusion with intubation and general anesthesia versus the nonintubated state. *Stroke J Cereb Circ.* 2010 Jun;41(6):1180–4.
62. Davis MJ, Menon BK, Baghirzada LB, Campos–Herrera CR, Goyal M, Hill MD, et al. Anesthetic management and outcome in patients during endovascular therapy for acute stroke. *Anesthesiology.* 2012 Feb;116(2):396–405.
63. Abou–Chebl A, Zaidat OO, Castonguay AC, Gupta R, Sun C–HJ, Martin CO, et al. North American SOLITAIRE Stent–Retriever Acute Stroke Registry: choice of anesthesia and outcomes. *Stroke J Cereb Circ.* 2014 May;45(5):1396–401.
64. Schönenberger S, Uhlmann L, Hacke W, Schieber S, Mundiyanapurath S, Purruicker JC, et al. Effect of Conscious Sedation vs General Anesthesia on Early Neurological Improvement Among Patients With Ischemic Stroke Undergoing Endovascular Thrombectomy: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2016 Nov 15;316(19):1986–96.

65. Simonsen CZ, Yoo AJ, Sørensen LH, Juul N, Johnsen SP, Andersen G, et al. Effect of General Anesthesia and Conscious Sedation During Endovascular Therapy on Infarct Growth and Clinical Outcomes in Acute Ischemic Stroke: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol.* 2018 Apr 1;75(4):470–7.
66. Löwhagen Hendén P, Rentzos A, Karlsson J–E, Rosengren L, Leiram B, Sundeman H, et al. General Anesthesia Versus Conscious Sedation for Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke: The AnStroke Trial (Anesthesia During Stroke). *Stroke.* 2017;48(6):1601–7.
67. Davis MJ, Menon BK, Baghirzada LB, Campos–Herrera CR, Goyal M, Hill MD, et al. Anesthetic management and outcome in patients during endovascular therapy for acute stroke. *Anesthesiology* 2012;116:396–405.
68. Rothwell PM, Coull AJ, Silver LE, Fairhead JF, Giles MF, Lovelock CE, et al. Population–based study of event–rate, incidence, case fatality, and mortality for all acute vascular events in all arterial territories (Oxford Vascular Study). *Lancet* 2005;366(9499):1773–83.
69. Engelter ST, Bonati LH, Lyrer PA. Intravenous thrombolysis in stroke patients of > or =80 versus < 80 years of age—a systematic review across cohort studies. *Age Ageing.* 2006 Nov;35(6):572–80.
70. Toni D, Ahmed N, Anzini A, Lorenzano S, Brozman M, Kaste M, et al. Intravenous thrombolysis in young stroke patients: results from the SITS–ISTR. *Neurology.* 2012 Mar 20;78(12):880–7.
71. Mono ML, Romagna L, Jung S, Arnold M, Galimanis A, Fischer U, et al. Intra–arterial thrombolysis for acute ischemic stroke in octogenarians. *Cerebrovasc Dis.* 2012;33(2):116–22.

72. Vora NA, Shook SJ, Schumacher HC, Tievsky AL, Albers GW, Wechsler LR, et al. A 5-item scale to predict stroke outcome after cortical middle cerebral artery territory infarction: validation from results of the Diffusion and Perfusion Imaging Evaluation for Understanding Stroke Evolution (DEFUSE) Study. *Stroke*. 2011 Mar;42(3):645–9.
73. Mayank Goyal, Bijoy k Menon, Wim H van Zwam; Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomized trials; *The Lancet*–2016
74. Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke Alfonso Ciccone, M.D., Luca Valvassori, M.D., Michele Nichelatti, Ph.D., *N Engl J Med* 2013; 368:904–913
75. Furlan A, Higashida R, Wechsler L, Gent M, Rowley H, Kase C, et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. *Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism*. *JAMA*. 1999 Dec 1;282(21):2003–11.
76. The penumbra pivotal stroke trial: safety and effectiveness of a new generation of mechanical devices for clot removal in intracranial large vessel occlusive disease. *Stroke*. 2009 Aug;40(8):2761–8.
77. Costalat V, Lobotesis K, Machi P, Mourand I, Maldonado I, Heroum C, et al. Prognostic factors related to clinical outcome following thrombectomy in ischemic stroke (RECOST study).50 patients prospective study. *Eur J Radiol*. 2012 Dec;81(12):4075–82.
78. Nogueira RG, Liebeskind DS, Sung G, Duckwiler G, Smith WS. Predictors of good clinical outcomes, mortality, and successful revascularization in patients with acute ischemic stroke undergoing thrombectomy: pooled analysis of the Mechanical Embolus Removal in Cerebral Ischemia (MERCI) and Multi MERCI Trials. *Stroke*. 2009 Dec;40(12):3777–83.

79. Almekhlafi MA, Davalos A, Bonafe A, Chapot R, Gralla J, Pereira VM, et al. Impact of Age and Baseline NIHSS Scores on Clinical Outcomes in the Mechanical Thrombectomy Using Solitaire FR in Acute Ischemic Stroke Study. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2014 Feb 20.
80. Rapid Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke: What a General Radiologist Should Know: Elizabeth H.Y. Du, MD, Jai J.S. Shankar, DM, MSc; Department of Diagnostic Radiology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada; *Canadian Association of Radiologists Journal* xx (2016) 1e7
81. Lev, Michael H., Jeffrey Farkas, Victor R. Rodriguez, Lee H. Schwamm, George J. Hunter, Christopher M. Putman, Guy A. Rordorf, et al. "CT Angiography in the Rapid Triage of Patients with Hyperacute Stroke to Intraarterial Thrombolysis: Accuracy in the Detection of Large Vessel Thrombus." *Journal of Computer Assisted Tomography* 25, no. 4 (2001): 520–528.
82. Tan, I.Y.L., A.M. Demchuk, J. Hopyan, L. Zhang, D. Gladstone, K. Wong, M. Martin, S.P. Symons, A.J. Fox, and R.I. Aviv. "CT Angiography Clot Burden Score and Collateral Score: Correlation with Clinical and Radiologic Outcomes in Acute Middle Cerebral Artery Infarct." *American Journal of Neuroradiology* 30, no. 3 (January 8, 2009): 525–31. doi:10.3174/ajnr.A1408
83. Bouslama M, Haussen D C, Grossberg J A, et al. Computed Tomographic Perfusion Selection and Clinical Outcomes After Endovascular Therapy in Large Vessel Occlusion Stroke. *Stroke*, 2017; 48: 00–00
84. Saliou V, Timsit S, Ben Salem D. Quelle imagerie à la phase aiguë de l'accident vasculaire cérébral ischémique antérieur à l'heure du traitement endovasculaire. *Pratique Neurologique-FMC* 2016; 78–86.

85. V Nambiar, S.I Shon, M A Almekhalifi; CTA collateral status and response to recanalization in patients with acute ischemic stroke: AJNR2013
86. Imaging Paradigms in Acute Ischemic Stroke: A Pragmatic Evidence-based Approach: Bijoy k. Menon, Mayank Goyal; Radiol.2015
87. Davalos A, Pereira VM, Chapot R, Bonafe A, Andersson T, Gralla J. Retrospective multicenter study of Solitaire FR for revascularization in the treatment of acute ischemic stroke. Stroke. 2012 Oct;43(10):2699–705.
88. The penumbra pivotal stroke trial: safety and effectiveness of a new generation of mechanical devices for clot removal in intracranial large vessel occlusive disease. Stroke. 2009 Aug;40(8):2761–8.
89. Mazighi M, Serfaty JM, Labreuche J, Laissy JP, Meseguer E, Lavallee PC, et al. Comparison of intravenous alteplase with a combined intravenous–endovascular approach in patients with stroke and confirmed arterial occlusion (RECANALISE study): a prospective cohort study. Lancet Neurol. 2009 Sep;8(9):802–9.
90. Jumaa MA, Zhang F, Ruiz–Ares G, Gelzinis T, Malik AM, Aleu A, et al. Comparison of safety and clinical and radiographic outcomes in endovascular acute stroke therapy for proximal middle cerebral artery occlusion with intubation and general anesthesia versus the nonintubated state. Stroke. 2010 Jun;41(6):1180–4.
91. Abou–Chebl A, Lin R, Hussain MS, Jovin TG, Levy EI, Liebeskind DS, et al. Conscious sedation versus general anesthesia during endovascular therapy for acute anterior circulation stroke: preliminary results from a retrospective, multicenter study. Stroke. 2010 Jun;41(6):1175–
92. John N, Mitchell P, Dowling R, Yan B. Is general anaesthesia preferable to conscious sedation in the treatment of acute ischaemic stroke with intra–arterial mechanical thrombectomy? A review of the literature. Neuroradiology. 2013 Jan;55(1):93–100.

93. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al, for the ESCAPE Trial Investigators. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 1019–30.
94. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al, for the REVASCAT Trial Investigators. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2296–306.
95. Goyal M et coll. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke : a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 2016 ; 387 : 1723–1731.
96. Jovin TG, Saver JL, Ribo M, et al. Diffusion-weighted imaging or computerized tomography perfusion assessment with clinical mismatch in the triage of wake up and late presenting strokes undergoing neurointervention with Trevo (DAWN) trial methods. *Int J Stroke Off J Int Stroke Soc* 2017;12:641–52.
97. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging G.W. Albers, M.P. Marks, S. Kemp, S. Christensen, J.P. Tsai, S. Ortega-Gutierrez, R.A. McTaggart, M.T. Torbey, M. Kim-Tenser, T. Leslie-Mazwi, A. Sarraj, *N Engl J Med* 2018;378:708–18
98. William J. Powers, FAHA, Alejandro A. Rabinstein: AHA/ASA guidelines for the early management of Patients with Acute ischemic stroke; AHAJOURNALS2019
99. Clinicaltrials.gov. The TELSAs trial: thrombectomy for emergent salvage of large anterior circulation ischemic stroke (TESLA). <https://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03805308>. Accessed January 15, 2019.

100. Bendszus M, Bonekamp S, Berge E, et al. A randomized controlled trial to test efficacy and safety of thrombectomy in stroke with extended lesion and extended time window [published online August 29, 2018]. *Int J Stroke*.
101. MOSTE LASTE In Extremis Study. <https://www.inextremis-study.com>. Accessed February 1, 2019.
102. Cho T-H, Nighoghossian N, Tahon F, et al. Brain stem diffusion-weighted imaging lesion score: a potential marker of outcome in acute basilar artery occlusion. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30:194-8.