

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2021

N° 2021-233

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

RADIOLOGIE ET IMAGERIE MÉDICALE

par

Thomas PERRAUD

Né le 25 août 1993 à Nantes

Présentée et soutenue publiquement le 21 octobre 2021 à Nantes

**ÉTUDE DU RISQUE DE VASOSPASME DANS
LES HÉMORRAGIES SOUS-ARACHNOÏDIENNES
NON ANÉVRISMALES**

Président : Monsieur le Professeur Hubert DESAL.

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Romain BOURCIER.

Membres du jury : Monsieur le Professeur Hubert DESAL,
Monsieur le Professeur Éric FRAMPAS,
Monsieur le Professeur Romain BOURCIER,
Monsieur le Docteur Benoît GUILLON.

REMERCIEMENTS

À Monsieur le Professeur Hubert DESAL

Merci de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse.

Depuis mes débuts en médecine, vous avez su me transmettre votre passion pour la radiologie. Merci pour votre enseignement, votre disponibilité et votre bienveillance tout au long de ma formation.

Veillez trouver ici l'expression de mon admiration et de mon profond respect.

À Monsieur le Professeur Romain BOURCIER

Merci de m'avoir proposé ce sujet de thèse et de m'avoir guidé dans ce travail. Merci pour votre soutien et votre rigueur malgré la charge de travail supplémentaire que cela vous a demandé.

Veillez trouver ici le témoignage de ma considération et de ma sincère gratitude.

À Monsieur le Professeur Éric FRAMPAS

Merci pour votre accompagnement, votre enseignement et votre disponibilité tout au long de mon internat. Merci pour le temps que vous passez au service des étudiants.

Veillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

À Monsieur le Docteur Benoît GUILLON

Merci de me faire l'honneur de siéger à ce jury de thèse et d'évaluer mon travail.

Veillez trouver ici l'expression de ma profonde estime et de toute ma reconnaissance.

REMERCIEMENTS

À l'ensemble des médecins qui a contribué à ma formation :

Merci de prendre le temps de me transmettre vos connaissances. Vos valeurs humaines et votre passion pour la radiologie n'ont fait que renforcer l'intérêt que je porte à cette discipline.

À mes co-internes :

Merci de m'accompagner au quotidien dans ma formation avec toujours autant de bienveillance, de sympathie et de solidarité.

À mes amis de fac :

Merci pour tous ces très bons souvenirs, à la BU comme en dehors. Merci de m'avoir soutenu dans mes petits moments de panique et pour cette saine émulation qui m'a permis d'arriver là où j'en suis.

À mes amis :

Merci pour tous les merveilleux moments passés avec vous.

Merci de me changer les idées, de m'ouvrir les yeux sur le monde et de me sensibiliser sur de nombreux autres sujets que la médecine.

À mes parents :

Merci pour votre soutien indéfectible et votre confiance sans faille.

Merci de m'avoir soutenu et encouragé lorsque j'ai pris la décision de me lancer dans ces études.

Merci à ma Maman pour sa présence quotidienne durant toutes ces années (et pour la relecture attentive de cette thèse !).

Merci à mon Papa pour ces très nombreux restaurants à deux, source de réconfort dans mes moments de doute.

Merci à Marie pour ces si bons moments passés ensemble et pour ces petits plats préparés avec amour.

Merci à Thierry pour ta présence, ces bons moments... et tes talents en bricolage !

Je n'aurais jamais pu accomplir tout cela sans vous. Ces quelques lignes sont bien peu par rapport à tout ce que je vous dois.

À mes grands-parents :

Merci de m'avoir accompagné depuis mon plus jeune âge et d'avoir toujours été là pour moi. Je tiens à vous remercier et vous témoigner ici de toute mon affection.

À Julie :

Ma plus grande source de bonheur. Merci pour ton amour, ta joie de vivre et ton soutien au quotidien. A cette vie à deux, à ce que nous avons construit ensemble et à ce qu'il nous reste à construire.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	1
TABLE DES MATIÈRES	3
LISTE DES ABRÉVIATIONS	4
1 INTRODUCTION	5
1.1 DÉFINITION DE L'HÉMORRAGIE SOUS-ARACHNOÏDIENNE	5
1.2 LE VASOSPASME, UNE COMPLICATION FRÉQUENTE ET GRAVE	6
1.3 LES HSA SPONTANÉES NON ANÉVRISMALES SANS CAUSE RETROUVÉE	7
2 MATÉRIEL ET MÉTHODE	8
2.1 DIRECTIVES.....	8
2.2 ÉTHIQUE.....	8
2.3 CONCEPTION ET DESIGN DE L'ÉTUDE	8
2.4 POPULATION ÉTUDIÉE.....	8
2.5 VARIABLES ÉTUDIÉES	9
2.5.1 Variables cliniques.....	9
2.5.2 Variables radiologiques.....	9
2.5.2.1 Scanner initial	9
2.5.2.2 Artériographie	12
2.5.2.3 Examens de suivi	13
2.6 DÉFINITION DU CRITÈRE PRINCIPAL.....	13
2.7 ÉTUDE STATISTIQUE	14
3 RÉSULTATS	15
3.1 POPULATION ÉTUDIÉE.....	15
3.2 CARACTÉRISTIQUES CLINIQUES ET DÉMOGRAPHIQUES	15
3.3 CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES.....	16
4 DISCUSSION	21
ANNEXES	25
BIBLIOGRAPHIE	26

LISTE DES ABRÉVIATIONS

HSA : Hémorragie Sous-Arachnoïdienne

SNC : Système Nerveux Central

LCS : Liquide Cérébrospinal

TDM : Tomodensitométrie

STROBE : Strengthening The Reporting of Observational studies in Epidemiology

CPP : Comité de Protection des Personnes

CHU : Centre Hospitalo-Universitaire

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

PACS : Picture Archiving and Communication System

PL : Ponction Lombaire

MAV : Malformation Artério-Veineuse

GC : Grande Citerne

PP : Citerne Pré-pontique

FS : Fissure Sylvienne

IP : Citerne Inter-pédonculaire

SS : Citerne Supra-sellaire

IH : Fissure Inter-hémisphérique

CC : Citerne Crurale

CA : Citerne Ambiante

CQ : Citerne Quadrigéminal

CCS : Citerne Cérébelleuse Supérieure

DVP : Dérivation Ventriculo-Péritonéale

DVE : Dérivation Ventriculaire Externe

VPP : Valeur Prédictive Positive

VPN : Valeur Prédictive Négative

IQR : Interquartile Range

HBP : High Blood Pressure

IA : Intracranial Aneurysm

CAD : Coronary Artery Disease

npSAH : Hémorragie sous-arachnoïdienne non périmesencephalique.

IC : Intervalle de Confiance

WFNS : World Federation of Neurosurgical Societies

1 Introduction

1.1 Définition de l'hémorragie sous-arachnoïdienne

L'hémorragie méningée ou hémorragie sous-arachnoïdienne (HSA) est définie par la présence de sang dans les espaces méningés.

Les méninges correspondent à des membranes entourant le système nerveux central (SNC) et sont au nombre de trois : la Pie-mère, l'Arachnoïde et la Dure-mère.

Lors d'une HSA, le sang fait irruption au sein de l'espace sous-arachnoïdien, compris entre la Pie-mère et l'Arachnoïde, où il se mêle au liquide cébrospinal (LCS).

Le diagnostic d'HSA est le plus souvent réalisé à partir des images d'un scanner en contraste spontané, mettant en évidence une ou des hyperdensités au sein des espaces sous-arachnoïdiens.

La cause principale d'HSA non traumatique est la rupture d'anévrisme intracrânien qui représente 85% des HSA spontanées.(1)

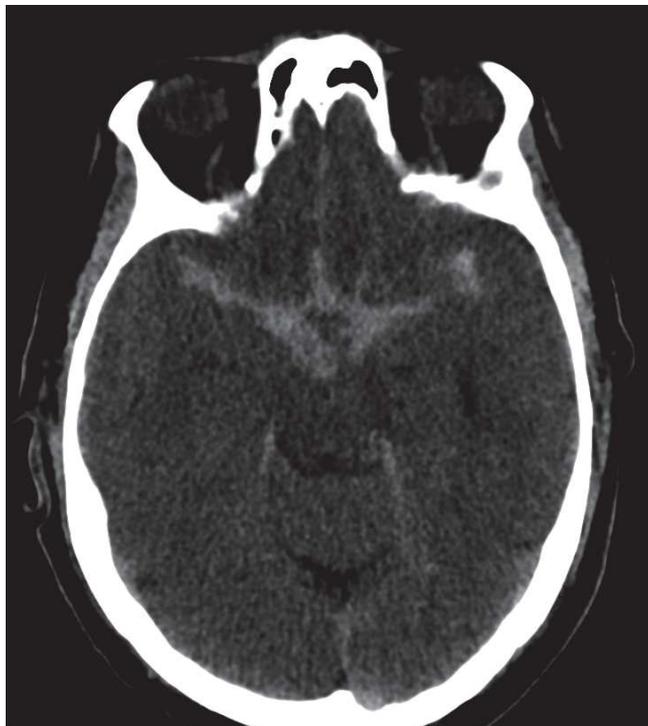


Figure 1 : Scanner cérébral sans injection de produit de contraste en coupe axiale

Hyperdensités spontanées situées principalement au sein des citernes de la base, des vallées Sylviennes et de la scissure inter-hémisphérique, en faveur d'une HSA.

L'HSA est une pathologie fréquente et grave puisqu'elle touche dans le monde 6-9 – 100 000 personnes/années (2) et est responsable d'une mortalité et d'un handicap important.(3,4)

Outre le risque de récurrence, le pronostic de l'HSA est surtout conditionné par la survenue de deux complications fréquentes, l'hydrocéphalie et le vasospasme, dont les incidences sont estimées autour de 20 à 30% dans le cadre des HSA anévrismales. (5-7)

1.2 Le vasospasme, une complication fréquente et grave

Le vasospasme correspond à la vasoconstriction prolongée d'une artère cérébrale. Le mécanisme physiopathologique sous-jacent est la contraction des cellules musculaires lisses de la paroi du vaisseau entraînant une réduction du calibre de celui-ci et avec pour conséquence une éventuelle diminution du débit vasculaire d'aval.

Bien que l'ensemble des mécanismes à l'origine de la vasoconstriction ne soit pas complètement élucidés, de nombreuses études mettent en évidence le lien entre la présence de sang dans les méninges et la vasoconstriction, celle-ci semblant être, au moins en partie, induite par la libération de médiateurs vasoactifs par le caillot.(8,9)

Le vasospasme survient le plus souvent de manière décalée (4 – 12 jours) par rapport à la survenue de l'HSA, avec un pic de survenue autour du 8^{ème} jour.

Bien que ce phénomène soit considéré comme réversible, le vasospasme fait partie des complications potentiellement graves des HSA puisque celui-ci peut être à l'origine d'une ischémie cérébrale retardée.

La classification de Fischer, établie en 1980, permet de grader le risque de vasospasme en fonction de la répartition de l'hémorragie dans le cadre des HSA anévrismales.(10)

Cependant, il n'existe actuellement pas de classification validée pour grader le risque de vasospasme dans le cadre des HSA non anévrismales.

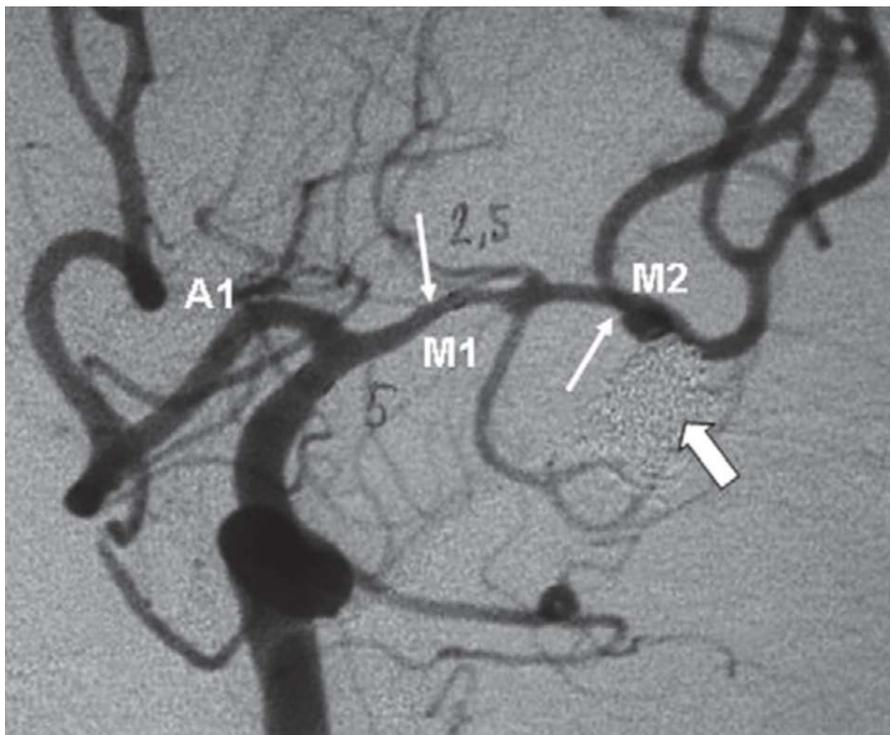


Figure 2 : Artériographie cérébrale après opacification de l'artère carotide interne gauche
Mise en évidence d'un vasospasme (flèches fines) des portions M1 et M2 de l'artère cérébrale moyenne dans les suites d'une HSA sur rupture d'anévrisme de la bifurcation Sylvienne gauche. Anévrisme embolisé (flèche large).

1.3 Les HSA spontanées non anévrismales sans cause retrouvée

Dans environ 15% des HSA non traumatiques, aucune cause à l'origine du saignement n'est retrouvée.(11,12)

Parmi ces HSA spontanées sans cause retrouvée, il a été décrit un sous-groupe d'HSA appelé « HSA périmésencéphalique ». Celles-ci présentent un profil hémorragique particulier et répondent à des critères radiologiques décrits initialement par Van Gijn et al. en 1985 puis notamment précisés par Wallace et al.(13,14)

Ces HSA spontanées non anévrismales périmésencéphaliques sont classiquement considérées comme de bon pronostic car sans risque de récurrence hémorragique et à l'origine d'un plus faible taux de complications. Ainsi, le bilan étiologique et la surveillance de ce type d'hémorragie sont moins codifiés. Pourtant, le risque de vasospasme dans les HSA spontanées non anévrismales est estimé entre 16 et 26% (15,16) et anticiper ce risque est important afin de pouvoir adapter la surveillance.

Des études antérieures ont montré que le risque de vasospasme apparaissait plus important dans les HSA non anévrismales diffuses par rapport aux HSA non anévrismales périmésencéphaliques (15,17). Grâce au scanner, il est cependant possible d'étudier plus finement la topographie de l'hémorragie.

Dans cette étude, nous avons recherché les éléments radiologiques sur le scanner initial qui pourraient être associés au risque de vasospasme dans le cas d'HSA spontanées non anévrismales.

2 Matériel et méthode

2.1 Directives

Article suivant les lignes directrices STROBE pour l'écriture des études observationnelles.

2.2 Éthique

Dans le cadre de cette étude rétrospective non interventionnelle portant sur des données observationnelles et ne recueillant aucune donnée sensible, aucune autorisation auprès du comité d'éthique ou du Comité de protection des personnes (CPP) n'est requise conformément à la loi Jardé de janvier 2017.

Chaque patient admis au CHU de Nantes reçoit un livret d'accueil l'informant que les données de son dossier médical sont exploitables anonymement pour la recherche.

2.3 Conception et design de l'étude

Étude rétrospective portant sur les caractéristiques cliniques, démographiques et radiologiques d'une série consécutive de patients hospitalisés au CHU de Nantes entre le 15 avril 2007 et le 1^{er} janvier 2021 dans un contexte d'hémorragie sous-arachnoïdienne spontanée sans cause retrouvée sur le scanner initial.

L'objectif de cette étude était de rechercher des éléments pouvant être associés à un surrisque de vasospasme chez des patients ayant présenté une HSA non anévrysmale.

L'étude a également porté sur la relecture de l'artériographie initiale et sur les éventuels examens d'imagerie de suivi (Artériographie, TDM et IRM).

2.4 Population étudiée

Tous les patients ayant bénéficié d'une artériographie cérébrale archivée sur le PACS du CHU de Nantes entre avril 2007 et janvier 2021 et labellisée comme « artériographie réalisée dans le cadre d'une HSA sans anévrisme » ont été inclus dans l'étude.

La pratique courante dans le service de Neuroradiologie Diagnostique et Interventionnelle est de réaliser une artériographie chez tous les patients porteurs d'HSA non traumatique, à l'exception des patients chez lesquels aucun traitement endovasculaire n'est susceptible d'être proposé.

Les critères d'exclusion étaient : Patient âgé < 18 ans, absence de scanner initial disponible, patient présentant une HSA post-traumatique, une HSA corticale isolée, une HSA diagnostiquée par ponction lombaire sans hémorragie visible sur le scanner initial ou une HSA dont l'étiologie a été retrouvée lors du scanner initial (rupture de malformation artérioveineuse).

Le flow chart est représenté en **figure 3**.

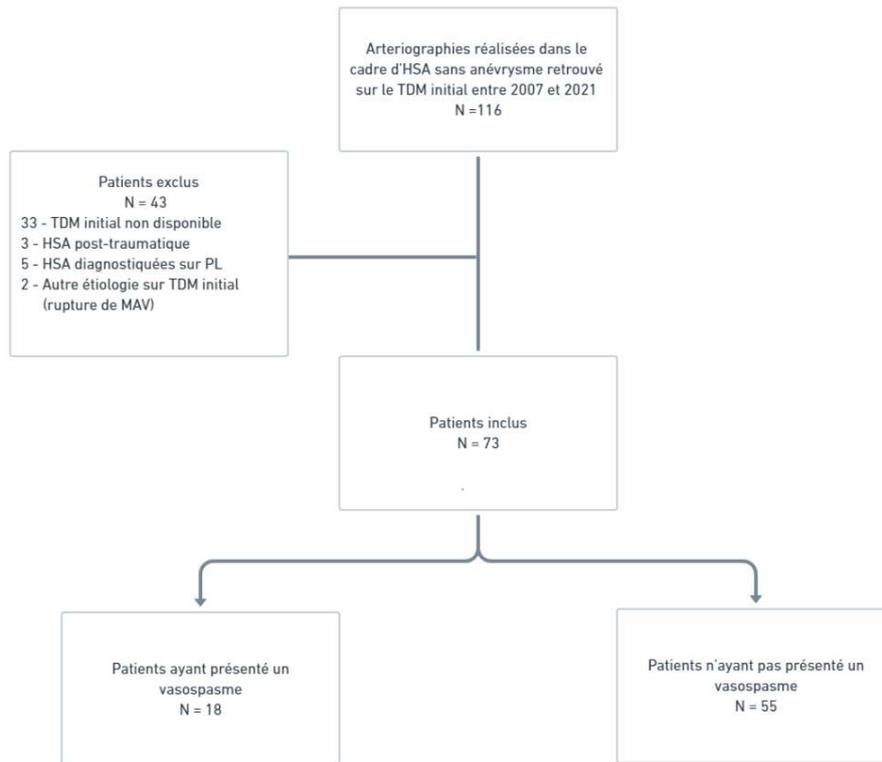


Figure 3 : Flow Chart

HSA : Hémorragie sous-arachnoïdienne, TDM : Tomodensitométrie, PL : Ponction lombaire, MAV : Malformation artério-veineuse.

2.5 Variables étudiées

2.5.1 Variables cliniques

Pour chaque patient inclus nous avons recueilli : l'âge au moment du diagnostic, le sexe, le statut tabagique, les antécédents personnels d'hypertension artérielle, de coronaropathie ou d'accident vasculaire cérébral, la présence d'un traitement anticoagulant, antiagrégant ou antihypertenseur, la notion d'éthylisme chronique, une histoire familiale d'HSA et les éventuelles complications survenues au cours du suivi (vasospasme, hydrocéphalie ou décès). La date du dernier suivi a également été recueillie afin d'estimer la durée de suivi de chaque patient.

2.5.2 Variables radiologiques

2.5.2.1 Scanner initial

Chaque scanner cérébral initial a été relu en aveugle quant à l'évolution vers un vasospasme et/ou sur la présence d'un anévrisme découvert sur l'artériographie.

Pour chaque scanner, la présence ou non de sang a été recueillie dans 12 localisations, indifféremment de la quantité présente et que le sang soit présent de manière unilatérale ou bilatérale : les 12 localisations d'intérêt étaient la grande citerne, la citerne ambiante, la citerne crurale, la citerne interpédonculaire, la citerne prépontique, la citerne supra-

sellaire, la citerne quadrigéminale, la citerne cérébelleuse supérieure, la vallée Sylvienne, la fissure interhémisphérique, les ventricules (latéraux, le 3^{ème} ventricule et/ou le 4^{ème} ventricule) et le parenchyme cérébral.

Ces 12 localisations d'intérêt sont présentées en **figure 4**.

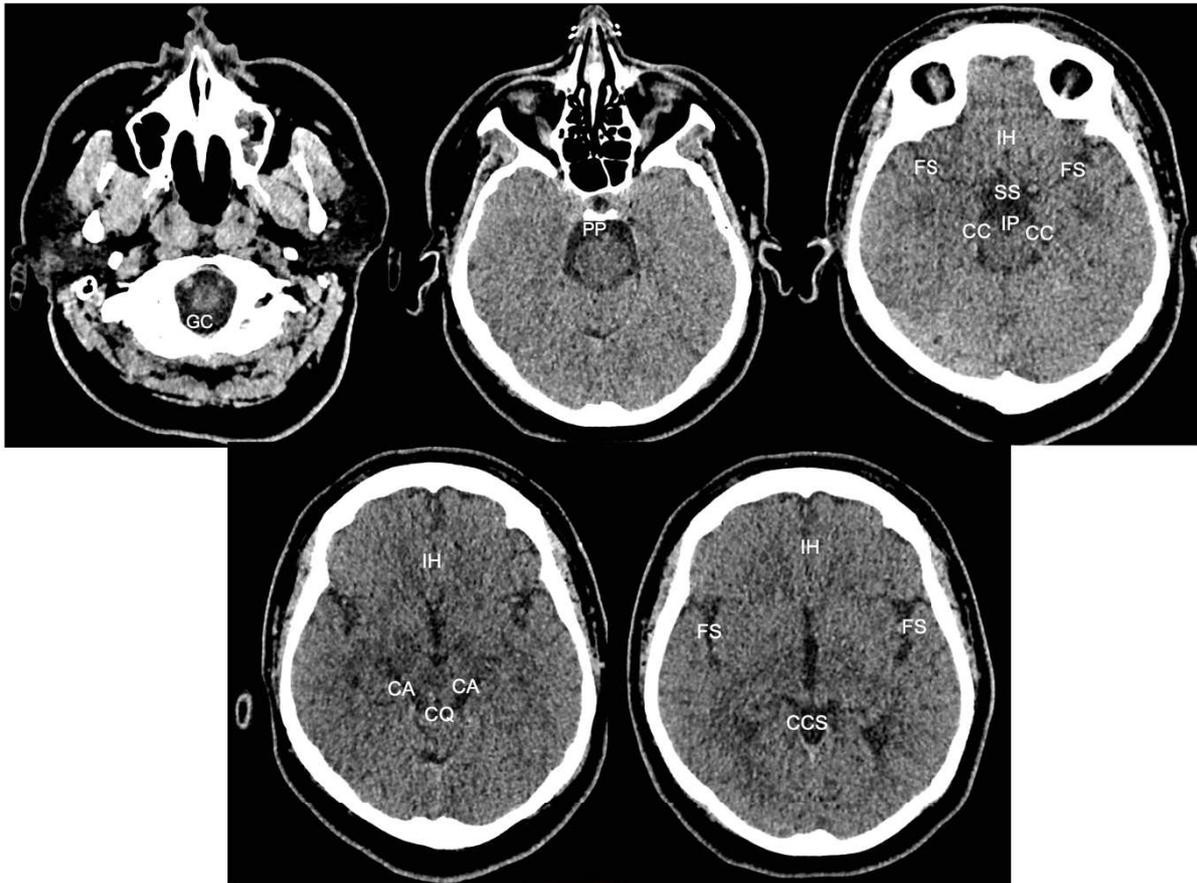


Figure 4 : TDM cérébral en contraste spontané chez un patient ne présentant pas d'HSA
Principales localisations d'intérêt : GC : Grande Citerne, PP : Citerne Pré-pontique, FS : Fissure Sylvienne, IP : Citerne Inter-pédonculaire, SS : Citerne Supra-sellaire, IH : Fissure Inter-hémisphérique, CC : Citerne Crurale, CA : Citerne Ambiante, CQ : Citerne Quadrigéminale, CCS : Citerne Cérébelleuse Supérieure.

Les hémorragies sous-arachnoïdiennes ont été classées en « HSA périmésencéphalique » ou « HSA non-périmésencéphalique » selon 5 critères anatomiques, correspondant aux critères utilisés dans l'étude de Wallace et al (18) plus précis que les critères initiaux proposés par Van Gijn (13) et considérés comme présentant une bonne variabilité inter-observateur.

L'hémorragie devait répondre aux 5 critères pour être classée comme HSA périmésencéphalique, dans tous les autres cas l'HSA était considérée comme non-périmésencéphalique.

Les critères de Wallace sont présentés en **Annexe 1**.

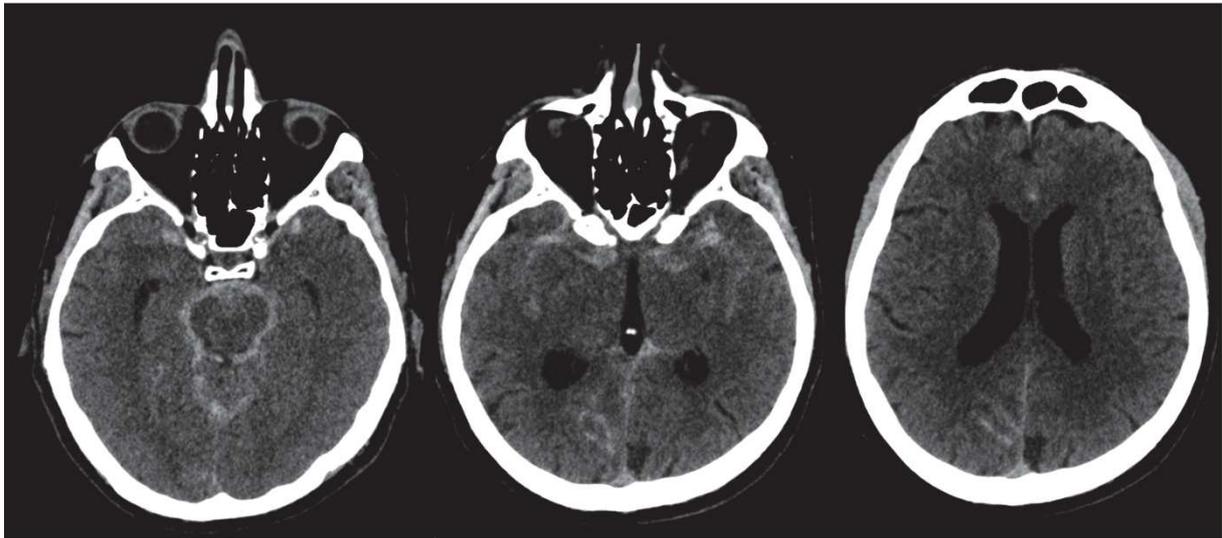


Figure 5 : Scanner cérébral en coupe axiale sans injection de produit de contraste d'un patient ayant présenté une HSA spontanée diffuse

Le sang en hyperdensité spontanée est localisé dans les citernes de la base, les vallées Sylviennes, la scissure inter-hémisphérique et les sillons corticaux. La répartition de l'hémorragie ne répond donc pas aux critères de Wallace.

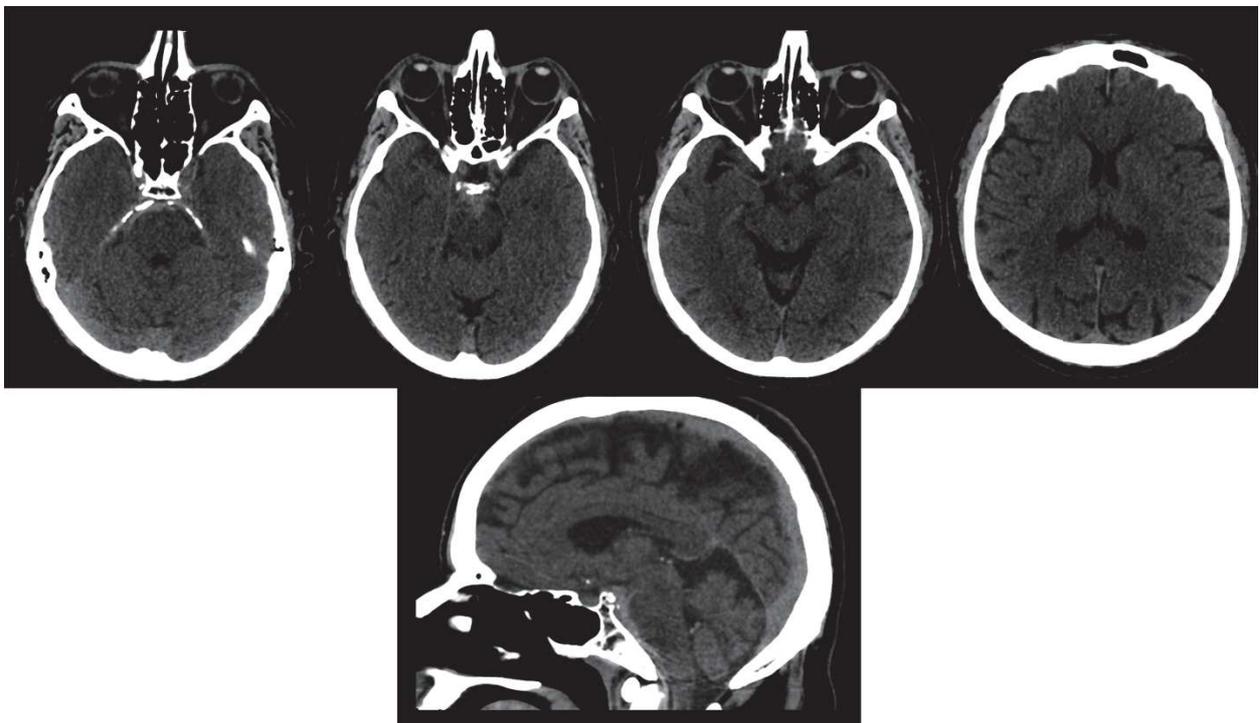


Figure 6 : Scanner cérébral en coupe axiale sans injection de produit de contraste d'un patient ayant présenté une HSA spontanée périmesencéphalique

Le sang en hyperdensité spontanée est limité à la région périmesencéphalique. Le pattern radiologique répond aux critères de Wallace.

Pour chaque scanner, il a également été précisé si le saignement apparaissait latéralisé ou si celui-ci était au contraire centré sur la ligne médiane.

Chaque HSA a été classée selon la classification de Fisher (10) en grade 2, 3 ou 4 en fonction de la répartition du saignement.

Les critères de Fisher sont résumés en **Annexe 2**.

La présence ou non d'un vasospasme à la phase initiale a été recueillie à partir du compte-rendu de l'angiogramme initial rédigé par un médecin senior radiologue.

Le caractère diffus ou focal, la localisation précise et l'intensité du vasospasme n'ont pas été recueillis du fait de l'inconstance de ces informations dans les comptes rendus.

Les autres complications initiales (hydrocéphalie, hypertension intracrânienne, ischémie constituée) apparaissant dans le compte rendu ont également été colligées.

2.5.2.2 Artériographie

L'artériographie diagnostique initiale a été réalisée dans l'unité de Neuro-Vasculaire du CHU de Nantes par un neuroradiologue interventionnel. Le bilan complet d'une HSA implique dans le service de Neuroradiologie du CHU de Nantes une opacification de l'ensemble des axes à destination cervico-encéphalique.

La présence ou non d'un vasospasme à la phase initiale a été recueillie à partir du compte-rendu de l'artériographie rédigé par un médecin senior spécialisé en Neuroradiologie.

Les comptes rendus ont également été examinés pour statuer sur la présence ou non d'un anévrisme.

Les images des artériographies diagnostiques ont été relues en aveugle afin d'étudier chez chaque patient le drainage veineux des veines basales de Rosenthal.

Le système veineux est classiquement catégorisé en trois types :

Type I : *Drainage normal continu* : La veine basale de Rosenthal est continue avec la veine cérébrale moyenne profonde, celle-ci se drainant dans la veine de Galien.

Type II : *Drainage Normal discontinu* : Le drainage veineux se fait de manière bilatérale, vers l'avant via la veine uncale et vers l'arrière via la veine de Galien.

Type III : *Drainage veineux primitif* : Le drainage se fait principalement vers des veines autres que la veine de Galien (le plus souvent via une veine périmésencéphalique se drainant dans le sinus pétreux supérieur ou par la veine basale de Rosenthal se drainant directement dans le sinus transverse ou le sinus droit).

Bien qu'aucun lien de causalité n'ait été mis en évidence et que les mécanismes physiopathologiques sous-jacents restent incompris à ce jour, l'association entre variante du système veineux et survenue d'HSA périmésencéphalique non anévrismale a été observée dans de multiples études. En particulier, la présence d'un drainage veineux primitif d'au moins un côté (type III) semble associée à la survenue d'HSA périmésencéphalique.(19)

Pour être plus reproductible, nous avons choisi de simplifier la catégorisation du drainage veineux en « drainage normal » regroupant le type I et le type II et « drainage veineux primitif » représenté par le groupe III et associé à la survenue d'HSA périmésencéphalique. Les différents types de systèmes veineux sont présentés en **Figure 7**.

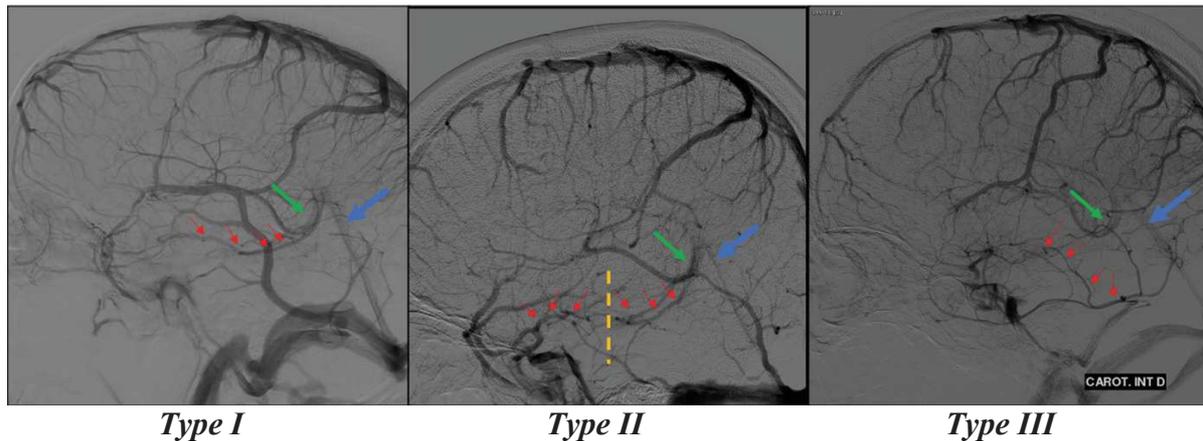


Figure 7 : Artériographies cérébrales en coupe sagittale après opacification au temps veineux permettant de mettre en évidence les différents types de drainage

*Flèches rouges : veine basale de Rosenthal. Flèche vertes : veine de Galien.
Flèches bleues : sinus droit.*

Type I - Drainage normal continu : la veine basale est continue et se draine en arrière dans la veine de Galien.

Type II - Drainage discontinu : drainage de la veine basale en arrière dans la veine de Galien et drainage en avant dans le sinus caverneux via la veine uncale.

La ligne orange discontinue illustre la séparation entre les deux drainages.

Type III - Drainage Primitif : la veine basale se draine dans des veines autres que la veine de Galien (la veine uncale, la veine ponto-mésencéphalique antérieure, la veine mésencéphalique latérale ou le sinus tentoriel).

Ici le segment antérieur de la veine basale semble se drainer via le sinus pétreux.

2.5.2.3 Examens de suivi

À partir des comptes rendus des différents examens archivés sur le PACS comprenant artériographies, TDM et IRM, nous avons pu recueillir les complications radiologiques survenues à distance de l'HSA (récidive de saignement, vasospasme, hydrocéphalie, ischémie) et les éventuels traitements mis en place (dérivation ventriculo-péritonéale (DVP), dérivation ventriculaire externe (DVE) et angioplastie).

Nous avons également étudié l'incidence de découverte secondaire d'anévrismes au cours du suivi des 73 patients qui présentaient un premier angioscanner sans anomalie vasculaire mise en évidence.

2.6 Définition du critère principal

Le critère principal de notre étude était la survenue d'un vasospasme sur le scanner initial ou au cours du suivi du patient.

La définition du vasospasme que nous avons choisie pour cette étude est celle du vasospasme radiologique. Cette donnée est en effet disponible pour tous les patients, contrairement aux résultats des écho-Dopplers transcrâniens. Afin d'être le plus reproductible et le plus objectif possible nous nous sommes basés sur les compte rendus du scanner initial, de l'artériographie initiale et des éventuels examens de suivi par TDM, IRM ou artériographies.

L'ensemble des comptes rendus a été rédigé par des médecins radiologues seniors et l'intégralité des artériographies réalisée par des radiologues seniors spécialisés en Neuroradiologie interventionnelle.

Le caractère diffus ou focal, la localisation précise et l'intensité du vasospasme n'ont pas été recueillis du fait de l'inconstance de ces informations dans les comptes rendus.

2.7 Étude statistique

Les résultats ont été exprimés sous forme de moyenne, d'écart-type, de médiane, de minimum et de maximum pour les variables quantitatives et sous forme de nombre et de pourcentage pour les variables catégorielles. Les patients ont été divisés en deux groupes selon la survenue ou non d'un vasospasme (tableau 1) puis selon la présence ou non de sang dans les vallées Sylviennes (tableau 2). Les tests statistiques paramétriques bivariés habituels (test χ^2 ou test exact de Fisher) ont été utilisés pour les comparaisons de groupes. Tous les tests statistiques étaient bilatéraux et le niveau de significativité a été fixé à $p = 0,05$. Nous avons calculé les valeurs diagnostiques et leurs intervalles de confiance à 95% de la présence ou de l'absence de sang dans les vallées Sylviennes au scanner (sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive [VPP], valeur prédictive négative [VPN], taux de précision) pour prédire la survenue de vasospasme. L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel de statistiques et de calcul R, version 3.3.1 (<http://www.r-project.org/>), en utilisant le paquetage Caret (<https://cran.r-project.org/web/packages/caret/index.html>).

3 Résultats

3.1 Population étudiée

116 patients ont bénéficié d'une artériographie labellisée « HSA sans anévrisme retrouvée sur le scanner initial » et ont été inclus dans l'étude.

Au total, 43 patients ont été exclus de l'étude : 33 patients en raison d'un scanner initial non disponible, 5 en raison d'un scanner initial normal (le diagnostic ayant été réalisé devant la présence de pigments xanthochromiques dans le LCS) et 5 du fait d'une autre étiologie (3 HSA post-traumatiques et 2 HSA liées à des ruptures de malformations artério-veineuses).

La population étudiée résultante était de 73 patients parmi lesquels 18 (24,6%) ont présenté un vasospasme au cours du suivi, tandis que 55 (75,3%) en sont restés indemnes.

3.2 Caractéristiques cliniques et démographiques

L'âge moyen au moment de l'épisode de l'HSA était de 63,5 ans. Le sex-ratio était de 2,8 et la durée moyenne de suivi était de 179 jours.

Nous n'avons pas constaté de différence significative entre le groupe de patients ayant présenté un vasospasme et le groupe indemne de vasospasme concernant le sexe, l'âge, la présence d'une hypertension (traitée ou non), la présence d'un traitement de l'hémostasie, le statut tabagique, la notion d'éthylisme chronique, d'antécédents de coronaropathie, d'accident vasculaire cérébral ou d'histoire familiale d'HSA.

Les données cliniques et démographiques des deux groupes étudiés sont présentées dans le **tableau 1**.

Table 1 : Basic descriptive statistics for patients without or with Vasospam

	Vasospasm No. 18	No Vasospasm No. 55	P-value
Femme sex	3 (16.67%)	16 (29.09%)	0.37
Age	59.00 (52.50 - 65.75)	65.00 (56.00 - 73.50)	0.52
Follow up duration			0.60
Median (IQR)	90.00 (7.25 - 339.50)	205.00 (11.00 - 1365.00)	
High Blood Pressure			0.34
Treated HBP	4 (22.22%)	12 (21.82%)	
Untreated HBP	1 (5.56%)	11 (20.00%)	
No HBP	13 (72.22%)	32 (58.18%)	
Smokers	7 (38,88%)	19 (36,53%)	0.46
Antithrombotic.drugs	2 (11.11%)	9 (16.36%)	0.72
Alcohol intake abuse	1 (5.56%)	4 (7.27%)	1.00

Table 1 : Basic descriptive statistics for patients without or with Vasospasm

	Vasospasm No. 18	No Vasospasm No. 55	P-value
Familial history of IA	1 (5.56%)	2 (3.64%)	1.0
History of Cardiovascular comorbidity			0.77
CAD	1 (5.56%)	4 (7.27%)	
Past SAH	0 (0.00%)	2 (3.64%)	
Stroke	0 (0.00%)	1 (1.82%)	
None	17 (94.44%)	48 (87.27%)	

IQR : Interquartile Range, *HBP* : High Blood Pressure, *IA* : Intracranial Aneurysm, *CAD* : Coronary Artery Disease, *Past SAH* : Past Subarachnoid hemorrhage

3.3 Caractéristiques radiologiques

Dans les groupes « avec vasospasme » et « sans vasospasme », le sang était le plus souvent retrouvé au sein de la citerne pré-pontique (94,4% et 92,7% des cas), la citerne interpédonculaire (88,9% et 89,1%) et la citerne crurale (83,3% et 81,8%).

La présence de sang dans la vallée Sylvienne était significativement plus fréquente dans le groupe avec vasospasme que dans le groupe sans vasospasme : 17 (94,4%) contre 37 (67,3%), $p < 0,05$.

Il n'existait pas de différence significative entre les deux groupes concernant la présence de sang sur l'ensemble des 11 autres localisations étudiées.

Seules 5 des 18 HSA (27,8%) du groupe avec vasospasme répondaient à l'ensemble des critères de Wallace et étaient donc considérées comme HSA périmésencéphaliques tandis que les HSA périmésencéphaliques représentaient 43,6% des HSA indemnes de vasospasme. La catégorisation en « HSA périmésencéphalique » ou « non périmésencéphalique » n'était pas associée de manière significative au risque de vasospasme.

L'hémorragie présentait une distribution plus souvent latéralisée dans le groupe vasospasme (44,4%) que non vasospasme (36,4%) bien que la différence n'apparaisse pas significative.

La présence de sang dans les ventricules était plus fréquemment mise en évidence dans le groupe sans vasospasme (60%) que dans le groupe avec vasospasme (44,4%), sans que cette différence ne soit significative.

Les deux groupes étaient comparables concernant leur catégorisation selon l'Échelle de Fisher avec dans le groupe avec vasospasme : 27,8% de patients Grade 2, 22,2% de Grade 3 et 50% de Grade 4 versus le groupe sans vasospasme où 18,2% des patients étaient Grade 2, 18,2% Grade 3 et 63,6% Grade 4.

Les données radiologiques des deux groupes étudiés sont présentées dans le **tableau 2**.

Le seul critère significativement plus souvent présent dans le groupe avec vasospasme étant le sang localisé dans les vallées Sylviennes, nous avons comparé les caractéristiques des patients en fonction de la présence ou non de sang dans cette localisation.

Table 2 : Location of hemorrhage for patients without or with Vasospasm

	Vasospasm No. 18	No Vasospasm No. 55	P-value
Primitive venous drainage	7 (38.89%)	22 (40.00%)	1.0
Wallace Criteria			
Criteria 1	11 (61.11%)	38 (69.09%)	0.57
Criteria 2	5 (27.78%)	27 (49.09%)	0.17
Criteria 3	6 (33.33%)	27 (49.09%)	0.29
Criteria 4	16 (88.89%)	47 (85.45%)	1.0
Criteria 5	17 (94.44%)	50 (90.91%)	1.0
Cisterna magna	12 (66.67%)	34 (61.82%)	0.78
Cisterna crural	15 (83.33%)	45 (81.82%)	1.0
Cisterna ambient	11 (61.11%)	38 (69.09%)	0.57
Inter hemispheric	8 (44.44%)	21 (38.18%)	0.78
Inter peduncular	16 (88.89%)	49 (89.09%)	1.0
Pre-pontic	17 (94.44%)	51 (92.73%)	1.00
Supra-sellar	15 (83.33%)	34 (61.82%)	0.15
Sylvian fissura	17 (94.44%)	37 (67.27%)	0.029
Cisterna quadrigeminal	5 (27.78%)	27 (49.09%)	0.17
Cisterna vermian	5 (27.78%)	18 (32.73%)	0.78
Blood in ventricles	8 (44.44%)	33 (60.00%)	0.28
Lateralised	8 (44.44%)	20 (36.36%)	0.58
Fisher grade			0.57
Grade 2	5 (27.78%)	10 (18.18%)	
Grade 3	4 (22.22%)	10 (18.18%)	
Grade 4	9 (50.00%)	35 (63.64%)	
npSAH hemorrhage type	13 (72.22%)	31 (56.36%)	0.28

Wallace Criteria : cf. annexe 1, Fisher grade : cf. annexe 2, npSAH : Hémorragie sous-arachnoïdienne non périmésencéphalique.

Le tableau 3 nous montre que ni les caractéristiques démographiques comme l'âge et le sexe, ni les antécédents personnels d'HTA, de coronaropathie ou d'accident vasculaire cérébral n'étaient associés à la présence de sang dans les vallées Sylviennes. Le statut tabagique et la notion d'éthylisme chronique n'étaient également pas significativement différents entre les deux groupes.

Table 3 : : Basic descriptive statistics for patients without or with Blood in the Sylvian Fissure

	No Blood in the Sylvian Fissure No. 54	Blood in the Sylvian Fissure No. 19	P-value
Female sex	12 (22.22%)	7 (36.84%)	0.23
Age	64.50 (56.00 - 72.00)	61.00 (55.50 - 71.00)	0.47
Follow up duration			
Median (IQR)	109.50 (10.00 - 614.75)	309.00 (6.00 - 937.00)	0.20
High Blood Pressure			0.49
Treated HBP	10 (18.52%)	6 (31.58%)	
Untreated HBP	9 (16.67%)	3 (15.79%)	
No HBP	35 (64.81%)	10 (52.63%)	
Antithrombotic.drugs	7 (12.96%)	4 (21.05%)	0.46
Smokers	18 (33,33%)	9 (47,36%)	0.26
Alcohol intake abuse	4 (7.41%)	1 (5.26%)	1.0
Familial history of IA	2 (3.70%)	1 (5.26%)	1.0
History of Cardiovascular comorbidity			0.31
CAD	4 (7.41%)	1 (5.26%)	
Past SAH	1 (1.85%)	1 (5.26%)	
Stroke	0 (0.00%)	1 (5.26%)	
None	49 (90.74%)	16 (84.21%)	
Primitive venous drainage	20 (37.04%)	9 (47.37%)	0.59
Hydrocephalus	12 (22.22%)	1 (5.26%)	0.16

IQR : Interquartile Range, HBP : High Blood Pressure, IA : Intracranial Aneurysm, CAD : Coronary Artery Disease, Past SAH : Past Subarachnoid hemorrhage

La mise en évidence d'un drainage veineux primitif ne semblait également pas être associée à la présence de sang dans les vallées Sylviennes.

Nous avons étudié les performances diagnostiques de la présence ou de l'absence de sang dans les vallées Sylviennes pour prédire le vasospasme.

Avec une valeur prédictive négative (VPN) de 0,94 et un intervalle de confiance (IC) de 95% compris entre 0,74 et 0,99, l'absence de sang dans la vallée Sylvienne est associée à un très faible risque de vasospasme.

En revanche, la faible valeur prédictive positive (VPP) de 0,33 avec un IC 95% compris entre 0,21 et 0,47 nous indique que la présence de sang dans les vallées Sylviennes n'implique pas systématiquement la survenue d'un vasospasme.

Les performances diagnostiques de la présence de sang dans les vallées Sylviennes sont résumées dans le **tableau 4**.

Table 4 : Diagnostic performances of the Blood in the Sylvian Fissure to predict Vasospasm

	Value	95%IC
Sensitivity	0.95	0.74 – 0,99
Specificity	0.31	0.20 - 0.46
Positive Predictive Value	0.33	0.21 - 0.47
Negative Predictive Value	0.94	0.73 – 0,99

Le suivi des 73 patients inclus s'est étendu sur un total de 1560 mois/patients et avec 23 mois de suivi par patient en moyenne.

Sur les 29 HSA répondant aux critères d'HSA périmésencéphalique, aucun anévrisme n'a été mis en évidence sur les différents examens ayant suivi le scanner initial, que ce soit sur les artériographies réalisées systématiquement ou sur les angioscanners ou IRM réalisés au cours du suivi.

À l'inverse, 3 anomalies vasculaires ont été mises en évidence parmi les 44 HSA ne répondant pas aux critères d'HSA périmésencéphalique. Un anévrisme a été découvert sur une artériographie, un sur un angioscanner et un sur une IRM.

- La 1^{ère} patiente est une femme de 54 ans ayant présenté une HSA WFNS1 Fisher 4, révélée par des céphalées et une diplopie fluctuante. Le bilan artériographique initial n'a pas mis en évidence d'anomalie vasculaire. Devant l'abondance et la répartition diffuse du saignement, un contrôle par angioscanner a été réalisé et a permis de visualiser une « ectasie latéro-basilaire en regard de l'ostium de la cérébelleuse supérieure gauche ». Une nouvelle artériographie a été réalisée confirmant la présence d'une image d'addition millimétrique du tronc basilaire pour lequel aucun traitement endovasculaire n'a été préconisé. La patiente d'origine étrangère a été perdue de vue après l'hospitalisation.
- Le 2^{ème} patient est un homme de 53 ans ayant présenté une HSA WFNS1 Fisher 3, révélée par des céphalées isolées. Le scanner initial a mis en évidence une hydrocéphalie modérée et l'artériographie des irrégularités de calibre vasculaires sans qu'aucun anévrisme ne soit découvert sur ces deux examens. Un angioscanner de contrôle à J+6

a permis d'éliminer la présence d'un vasospasme, les irrégularités de calibre étant attribuées à une surcharge athéromateuse. Cet examen ne retrouvait toujours pas d'anévrisme. Au cours du suivi, il a été réalisé une IRM de contrôle à 1 mois révélant la présence d'un anévrisme de 1,5 mm situé à la face postérieure de l'artère basilaire. Un angioscanner réalisé à 3 mois ne retrouvait finalement pas l'anévrisme précédemment décrit. Le patient n'habitant pas dans le département a finalement été perdu de vue après ce scanner « normal ».

- Le 3^{ème} patient est un homme de 58 ans ayant présenté une HSA WFNS1 Fisher 3 révélée par des céphalées isolées. L'angioscanner initial avait mis en évidence un vasospasme diffus et une « probable micro-ectasie de la communicante antérieure ». Le contrôle artériographique réalisé à J1 a confirmé la présence d'un anévrisme Blister-like millimétrique situé à la face supérieure de l'origine de l'artère ophtalmique droite, compatible avec l'origine du saignement. Un traitement endovasculaire de l'anévrisme a été réalisé à J6 par un Flow Diverter devant l'impossibilité d'introduire des spires au sein de l'anévrisme. Le dernier contrôle IRM réalisé à 10 mois de l'intervention décrivait une stabilité de l'image d'addition millimétrique.

Aucune récurrence hémorragique n'a été relevée parmi les 73 patients suivis.

4 Discussion

La survenue d'une HSA spontanée est classiquement associée à un risque important de handicap et de mortalité.

Il convient cependant de faire la distinction entre les HSA liées à une rupture d'anévrisme, principale cause d'HSA spontanée (85%) pour lesquelles le pronostic est sombre, des HSA sans cause retrouvée où le risque de récurrence est quasi-nul et où le pronostic neurologique n'est que rarement mis en jeu.(20)

Malgré l'absence de recommandation bien établie concernant la prise en charge des HSA non anévrismales, de nombreuses études ont cherché à catégoriser plus finement ce type d'HSA afin d'anticiper au mieux la survenue d'une récurrence, la découverte secondaire d'un anévrisme ou la survenue de complications neurologiques.

L'entité « HSA périmésencéphalique » proposée par van Gijn J. et répondant à des critères radiologiques précis (cf. annexe 1) a permis de créer un sous-groupe au sein des HSA non anévrismales pour lequel la probabilité de récurrence, de complications neurologiques, de découverte secondaire d'un anévrisme et de mortalité est très faible.(13)

A contrario, les HSA non anévrismales ne répondant pas à ces critères sont considérées comme « à risque » et sont le plus souvent prises en charge selon les mêmes modalités que les HSA anévrismales, avec l'idée sous-jacente qu'il est possible que l'origine du saignement soit la rupture d'un anévrisme passé inaperçu. (21–23)

En parallèle, de multiples classifications cliniques et radiologiques ont été proposées afin d'aider à statuer sur la gravité et graduer le risque de complications des HSA anévrismales. Les plus connues sont l'échelle clinique WFNS et la classification de Fisher, cette dernière tenant une place privilégiée pour évaluer la gravité et prédire le risque de vasospasme dans le cadre des HSA anévrismales. (10,24)

Dans notre étude, nous avons recherché les éventuelles associations existantes entre les caractéristiques radiologiques et cliniques des HSA non anévrismales et le risque de survenue d'un vasospasme.

Parmi l'ensemble des variables radiologiques et cliniques étudiées, nous avons mis en évidence que la seule variable qui était associée à la survenue d'un vasospasme était la présence de sang dans les vallées Sylviennes sur le scanner initial.

En effet, l'absence de sang dans les vallées Sylviennes rendait la survenue d'un vasospasme très peu probable (VPN : 94%). À l'inverse, lorsque la présence de sang dans une ou dans les deux vallées Sylviennes était confirmée, la survenue d'un vasospasme était possible, bien que non systématique (VPP : 31%).

En revanche, ni la classification de Fisher pourtant utilisée pour prédire le risque de vasospasme dans les HSA anévrismales, ni la caractérisation en « HSA périmésencéphalique » ou « HSA non périmésencéphalique » pourtant associée à un surrisque de complication, n'ont permis de prédire le risque de vasospasme.

Le fait que la classification de Fisher apparaisse peu adaptée pour prédire le risque de vasospasme dans le cadre des HSA non anévrismales peut être expliqué par l'absence de prise en compte de la localisation précise du saignement par cette classification et notamment l'absence d'information sur la présence ou non de sang au contact des vaisseaux.

Pourtant, plusieurs études ont montré que le contact direct du sang avec la paroi artérielle participait à la survenue de vasospasme. (8,9)

Les différents segments de l'artère cérébrale moyenne apparaissent alors particulièrement à risque de vasospasme car entourés de LCR sur une large partie de leur trajet.

De même, bien que la présence d'un saignement diffus dans les HSA non anévrismales soit associée à un plus grand risque de complication que les HSA répondant aux critères radiologiques d'HSA périmésencéphaliques (23), la classification en « HSA périmésencéphalique » ou « non-périmésencéphalique » n'a pas permis de prédire de façon significative le risque de vasospasme.

Cela s'explique probablement par le fait que les critères de Wallace, comme ceux de van Gijn, tolèrent un saignement de faible abondance dans les vallées Sylviennes dans la classification en « HSA périmésencéphalique ». Pourtant ce saignement, bien que de faible abondance, est probablement suffisant pour déclencher un vasospasme. Ainsi, la classification en HSA périmésencéphalique ou non-périmésencéphalique apparaît peu discriminante sur le risque de vasospasme.

Dans notre étude, le filtrage des patients basé sur les termes « HSA sans anévrisme retrouvé sur le scanner initial » apparaît pertinent, en effet seulement 3 hémorragies ont finalement été exclues car d'origine post-traumatique et 2 car liées à une autre cause évidente sur le scanner initial (ruptures de MAV).

Malheureusement la labellisation en tant que « HSA sans anévrisme retrouvé sur le scanner initial » des examens archivés sur le PACS n'a pas été réalisée de façon systématique durant la période d'étude et n'a finalement permis l'inclusion que de 116 patients.

Au regard du nombre d'HSA spontanées prises en charge chaque année au CHU de Nantes, de nombreux autres patients répondant aux critères d'inclusions auraient dû être inclus. Cependant, nous pouvons considérer que la variabilité de la labellisation, fonction des manipulateurs en électroradiologie médicale, s'est faite de manière aléatoire et n'a pas induit un biais trop important sur la sélection des patients.

Lors de la description de notre population, nous avons pu constater que les groupes « avec vasospasme » et « sans vasospasme » étaient comparables.

Le recueil des différentes localisations du saignement et la classification des patients en HSA périmésencéphalique ou non périmésencéphalique ont été réalisés en aveugle par rapport à la présence d'un vasospasme ou non. En effet, ce recueil a été effectué à partir de l'acquisition TDM sans injection, alors que la mise en évidence d'un vasospasme requiert l'analyse d'un temps injecté au temps artériel.

Cependant, il est possible que notre lecture ait pu être influencée par notre connaissance du nombre d'imageries de suivi réalisées par le patient au moment de l'ouverture du dossier PACS de ce dernier. Un nombre élevé d'examen laissant éventuellement supposer la survenue de complications ayant nécessité des imageries de contrôle.

La prévalence du vasospasme radiologique dans notre étude était de 25% ce qui apparaît concordant avec la littérature (23) bien que de nombreuses études retrouvent une prévalence moins importante, ces dernières prenant en compte seulement les vasospasmes ayant des conséquences cliniques.(12,25)

Nous avons décidé de ne pas préciser la localisation du vasospasme (cette information n'étant pas systématiquement présente sur les comptes rendus) mais de simplement dichotomiser les patients en deux groupes « présence d'un vasospasme » et « absence de vasospasme » afin de ne pas introduire de biais de classement lié à la relecture des scanners par un unique observateur peu expérimenté.

Pourtant, préciser sur quels axes vasculaires était présent le vasospasme aurait pu être pertinent. Les mécanismes physiopathologiques à l'origine du vasospasme font supposer qu'il existe un « effet local » du sang au contact du vaisseaux et même si la majorité des vasospasmes semblent apparaître sur les artères cérébrales moyennes dans notre étude, l'étude de la prévalence du vasospasme sur le tronc basilaire aurait été intéressante à étudier.

En effet, notre travail portait sur les HSA non anévrismales, HSA dans lesquelles le sang est le plus souvent restreint aux citernes de la base, c'est-à-dire à proximité du tronc basilaire.

Plusieurs études ont mis en évidence que dans le cadre des HSA non anévrismales, plus que l'abondance du saignement, c'est plutôt la localisation de celui-ci qui influait sur le risque de complications. (17)

Nous avons décidé de réaliser une catégorisation « binaire » sur la présence ou non de sang dans chaque localisation. En effet, cette classification avait l'avantage d'être plus reproductible mais reconduire cette étude en ajoutant une notion quantitative sur le saignement pourrait être pertinente, notamment en quantifiant le sang dans les vallées Sylvienes.

Notre étude est basée sur la définition radiologique du vasospasme mais la présence d'un vasospasme radiologique n'implique pas forcément de conséquences cliniques.

De surcroît, aucun décès n'a été mis en évidence bien que nous ne puissions exclure un biais d'attrition lié aux patients perdus de vue.

Au cours du suivi, nous avons mis en évidence 3 cas d'anévrismes intracrâniens non objectivés sur l'angioscanner initial. Chez ces 3 patients le sang était réparti de manière diffuse sur le scanner initial avec notamment la présence de sang dans les vallées Sylvienes. Il s'agissait donc de patterns radiologiques ne répondant pas aux critères radiologiques d'HSA périmésencéphaliques.

Les suites ont été simples pour les 3 patients bien que des complications soient survenues (un épisode de vasospasme et une hydrocéphalie modérée n'ayant pas nécessité de dérivation ventriculaire).

Un seul anévrisme a fait l'objet d'un traitement endovasculaire et bien que nous puissions noter que le diagnostic de cet anévrisme ait été réalisé sur l'artériographie, l'angioscanner initial avait déjà permis d'émettre l'hypothèse d'une probable anomalie vasculaire.

Sur les 29 HSA répondant aux critères d'HSA périmésencéphaliques, aucun anévrisme n'a été mis en évidence sur les différents examens ayant suivi le scanner initial, que ce soit sur les artériographies réalisées systématiquement ou sur les angioscanners ou IRM réalisés au cours du suivi.

Bien que nous puissions supposer que l'absence d'anévrisme découvert au cours du suivi des patients ayant présenté une HSA périmésencéphalique soit liée à un nombre de patients insuffisant, ces résultats sont concordants avec les nombreuses études montrant un très faible taux d'anévrisme chez les patients ayant présenté une HSA périmésencéphalique avec un angioscanner initial négatif.(26,27)

Il apparaît donc légitime de limiter le nombre d'examen à la recherche d'un anévrisme chez ces patients à très faible risque.

En conclusion, les HSA non anévrismales et particulièrement les HSA périmesencéphaliques sont classiquement considérées comme d'évolution favorable et moins à risque que les HSA anévrismales. Pourtant, nous confirmons que le risque de vasospasme radiologique dans cette population n'est pas négligeable.

La classification en HSA périmesencéphaliques versus non-périmesencéphaliques ainsi que la classification selon l'échelle de Fischer semblent peu adaptées pour prédire le risque de vasospasme dans cette population.

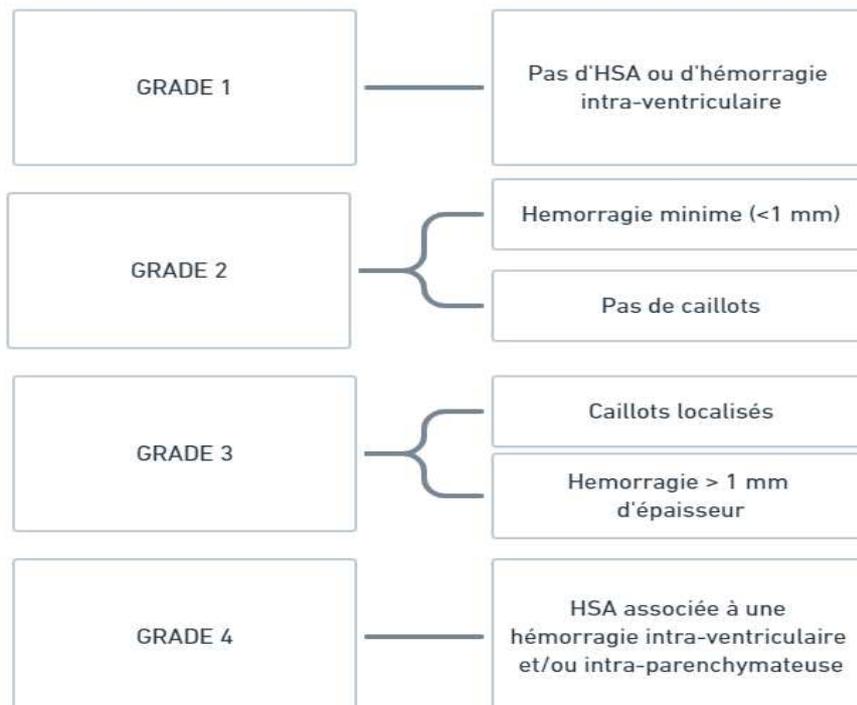
En revanche, l'absence de saignement dans les vallées Sylvienes mise en évidence sur le scanner réalisé initialement présente une très bonne valeur prédictive négative et est associée à un très faible risque de vasospasme dans les HSA spontanées non anévrismales.

À l'inverse, il convient de décrire, le cas échéant, la présence de sang dans les vallées Sylvienes puisque le risque associé de vasospasme est alors bien réel.

Annexes

Critère 1	Centre de l'hémorragie située immédiatement en avant du tronc cérébral et au contact de celui-ci via la citerne prépontique, interpédonculaire ou suprasellaire.
Critère 2	Sang limité aux citernes prépontique, interpédonculaire, suprasellaire, crurale, ambiante, quadrigéminal et/ou à la Grande citerne.
Critère 3	Pas d'extension de l'hémorragie dans la fissure Sylvienne ou la fissure interhémisphérique.
Critère 4	Hémorragie intraventriculaire limitée à un sédiment au sein du 4e ventricule et/ou au sein des cornes occipitales des ventricules latéraux (compatible avec un reflux).
Critère 5	Pas de saignement intraparenchymateux.

Annexe 1 : Critères radiologiques nécessaires au diagnostic d'HSA selon Wallace et al.
 Les 5 critères radiologiques doivent être validés afin de pouvoir classer l'hémorragie en HSA périmésencéphalique.



Annexe 2 : Critères de Fisher

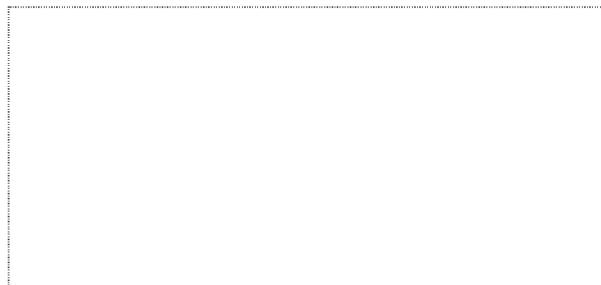
Bibliographie

1. van Gijn J, van Dongen KJ. Computerized tomography in subarachnoid hemorrhage: difference between patients with and without an aneurysm on angiography. *Neurology*. mai 1980;30(5):538-9.
2. de Rooij NK, Linn FHH, van der Plas JA, Algra A, Rinkel GJE. Incidence of subarachnoid haemorrhage: a systematic review with emphasis on region, age, gender and time trends. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. déc 2007;78(12):1365-72.
3. Gerner ST, Reichl J, Custal C, Brandner S, Eyüpoglu IY, Lücking H, et al. Long-Term Complications and Influence on Outcome in Patients Surviving Spontaneous Subarachnoid Hemorrhage. *Cerebrovasc Dis*. 2020;49(3):307-15.
4. Neifert SN, Chapman EK, Martini ML, Shuman WH, Schupper AJ, Oermann EK, et al. Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: the Last Decade. *Transl Stroke Res*. 1 juin 2021;12(3):428-46.
5. Kassell NF, Sasaki T, Colohan AR, Nazar G. Cerebral vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke*. juill 1985;16(4):562-72.
6. Reis GZ, Machado FS de M, de Paula WK, Ribas FD, Ibiapina Dos Reis F. Hydrocephalous as a Complication of Perimesencephalic Nonaneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. déc 2020;29(12):105381.
7. Chen S, Luo J, Reis C, Manaenko A, Zhang J. Hydrocephalus after Subarachnoid Hemorrhage: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Biomed Res Int*. 2017;2017:8584753.
8. Crowley RW, Medel R, Kassell NF, Dumont AS. New insights into the causes and therapy of cerebral vasospasm following subarachnoid hemorrhage. *Drug Discovery Today*. mars 2008;13(5-6):254-60.
9. Macdonald RL, Weir BK. A review of hemoglobin and the pathogenesis of cerebral vasospasm. *Stroke*. août 1991;22(8):971-82.
10. Fisher CM, Kistler JP, Davis JM. Relation of Cerebral Vasospasm to Subarachnoid Hemorrhage Visualized by Computerized Tomographic Scanning: Neurosurgery. *Neurosurgery*. janv 1980;6(1):1-9.
11. Schwartz TH, Solomon RA. Perimesencephalic Nonaneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: Review of the Literature. *Neurosurgery*. 1 sept 1996;39(3):433-40.
12. Andaluz N, Zuccarello M. Yield of further diagnostic work-up of cryptogenic subarachnoid hemorrhage based on bleeding patterns on computed tomographic scans. *Neurosurgery*. mai 2008;62(5):1040-6; discussion 1047.

13. van Gijn J, van Dongen KJ, Vermeulen M, Hijdra A. Perimesencephalic hemorrhage: a nonaneurysmal and benign form of subarachnoid hemorrhage. *Neurology*. avr 1985;35(4):493-7.
14. Wallace AN, Vyhmeister R, Dines JN, Chatterjee AR, Kansagra AP, Viets R, et al. Evaluation of an anatomic definition of non-aneurysmal perimesencephalic subarachnoid hemorrhage. *J Neurointerv Surg*. avr 2016;8(4):378-85.
15. Gross BA, Lin N, Frerichs KU, Du R. Vasospasm after spontaneous angiographically negative subarachnoid hemorrhage. *Acta Neurochir*. 1 juill 2012;154(7):1127-33.
16. Prat D, Goren O, Bruk B, Bakon M, Hadani M, Harnof S. Description of the Vasospasm Phenomena following Perimesencephalic Nonaneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *BioMed Research International*. 28 déc 2013;2013:e371063.
17. Raya A, Zipfel GJ, Diringer MN, Dacey RG, Derdeyn CP, Rich KM, et al. Pattern Not Volume of Bleeding Predicts Angiographic Vasospasm in Nonaneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Stroke*. 1 janv 2014;45(1):265-7.
18. Wallace AN, Vyhmeister R, Dines JN, Chatterjee AR, Kansagra AP, Viets R, et al. Evaluation of an anatomic definition of non-aneurysmal perimesencephalic subarachnoid hemorrhage. *J Neurointerv Surg*. avr 2016;8(4):378-85.
19. Rouchaud A, Lehman VT, Murad MH, Burrows A, Cloft HJ, Lindell EP, et al. Nonaneurysmal Perimesencephalic Hemorrhage Is Associated with Deep Cerebral Venous Drainage Anomalies: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *AJNR Am J Neuroradiol*. sept 2016;37(9):1657-63.
20. Konczalla J, Platz J, Schuss P, Vatter H, Seifert V, Güresir E. Non-aneurysmal non-traumatic subarachnoid hemorrhage: patient characteristics, clinical outcome and prognostic factors based on a single-center experience in 125 patients. *BMC Neurol*. 1 juill 2014;14:140.
21. Hui FK, Tumialán LM, Tanaka T, Cawley CM, Zhang YJ. Clinical Differences Between Angiographically Negative, Diffuse Subarachnoid Hemorrhage and Perimesencephalic Subarachnoid Hemorrhage. *Neurocrit Care*. 10 mars 2009;11(1):64.
22. Kang D-H, Park J, Lee S-H, Park S-H, Kim Y-S, Hamm I-S. Does non-perimesencephalic type non-aneurysmal subarachnoid hemorrhage have a benign prognosis? *Journal of Clinical Neuroscience*. 1 juill 2009;16(7):904-8.
23. Coelho LGBSA, Costa JMD, Silva EIPA. Non-aneurysmal spontaneous subarachnoid hemorrhage: perimesencephalic versus non-perimesencephalic. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2016;28(2):141-6.

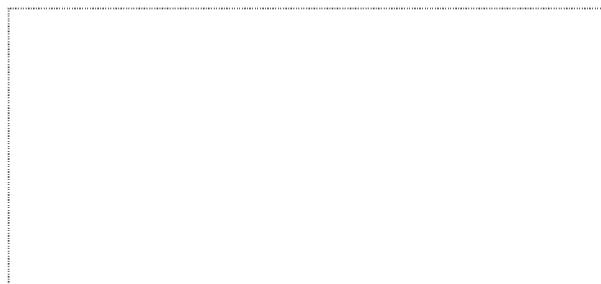
24. Effect of Cisternal and Ventricular Blood on Risk of Delayed Cerebral Ischemia After Subarachnoid Hemorrhage: | Stroke [Internet]. [cité 2 sept 2021]. Disponible sur: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/hs0901.095677?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed
25. Cánovas D, Gil A, Jato M, Miquel M de, Rubio F. Clinical outcome of spontaneous non-aneurysmal subarachnoid hemorrhage in 108 patients. *European Journal of Neurology*. 2012;19(3):457-61.
26. Mohan M, Islim A, Dulhanty L, Parry-Jones A, Patel H. CT angiogram negative perimesencephalic subarachnoid hemorrhage: is a subsequent DSA necessary? A systematic review. *J Neurointerv Surg*. déc 2019;11(12):1216-21.
27. Mortimer AM, Appelman AP, Renowden SA. The negative predictive value of CT angiography in the setting of perimesencephalic subarachnoid hemorrhage. *Journal of NeuroInterventional Surgery*. 1 juill 2016;8(7):728-31.

Vu, le Président du Jury,



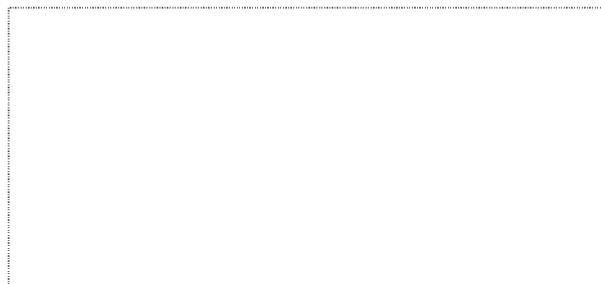
Professeur Hubert DESAL

Vu, le Directeur de Thèse,



Professeur Romain BOURCIER

Vu, le Doyen de la Faculté,



Professeur Pascale JOLLIET

NOM : PERRAUD

PRENOM : Thomas

Titre de Thèse :

ÉTUDE DU RISQUE DE VASOSPASME DANS LES HÉMORRAGIES SOUS-ARACHNOÏDIENNES NON ANÉVRISMALES.

RÉSUMÉ

Introduction : Les hémorragies sous-arachnoïdiennes spontanées non anévrismales sont classiquement considérées comme de bon pronostic car sans risque de récurrence hémorragique et à l'origine d'un plus faible taux de complications. Pourtant, le risque de vasospasme dans les HSA spontanées non-anévrismales est non négligeable et anticiper ce risque est important afin de pouvoir adapter la surveillance. Dans notre étude, nous avons recherché les éventuelles associations existantes entre les caractéristiques radiologiques et cliniques des HSA spontanées non anévrismales et le risque de survenue d'un vasospasme.

Matériel et méthode : Étude rétrospective portant sur les caractéristiques cliniques, démographiques et radiologiques d'une série consécutive de patients hospitalisés au CHU de Nantes entre le 15 avril 2007 et le 1er janvier 2021 dans un contexte d'hémorragie sous-arachnoïdienne spontanée sans cause retrouvée sur le scanner initial. L'objectif de cette étude était de rechercher des éléments pouvant être associés à un surrisque de vasospasme chez des patients ayant présenté une HSA non anévrismale.

Résultats : Nous avons inclus 73 patients parmi lesquels 18 (24,6%) ont présenté un vasospasme au cours du suivi, tandis que 55 (75,3%) en sont restés indemnes. Les deux groupes étaient comparables. Seule la présence de sang dans la vallée Sylvienne était significativement plus fréquente dans le groupe avec vasospasme que dans le groupe sans vasospasme : 17 (94,4%) contre 37 (67,3%), $p < 0,05$. Ainsi, l'absence de sang dans la vallée Sylvienne était associée à un très faible risque de vasospasme avec une bonne valeur prédictive négative (VPN = 0,94 et IC95% = [0,74 et 0,99]).

Discussion : Nous confirmons que le risque de vasospasme radiologique dans le cadre des HSA spontanées non anévrismales n'est pas négligeable. L'absence de saignement dans les vallées Sylviennes mise en évidence sur le scanner réalisé initialement présente une très bonne valeur prédictive négative et est associée à un très faible risque de vasospasme dans les HSA spontanées non anévrismales.

MOTS-CLÉS

Hémorragie sous-arachnoïdienne - périmésencéphalique - vasospasme – anévrisme.