

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

ANNÉE 2016
N°

***IRM DE PERFUSION DANS LE MEDULLOBLASTOME DE
L'ADULTE : A PROPOS DE SIX CAS HISTOLOGIQUEMENT
PROUVES***

THESE D'EXERCICE EN MEDECINE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
Et soutenue publiquement le **15 Septembre 2016**
En vue d'obtenir le titre de Docteur en Médecine

Par

THEILLAC Marianne

Née le 17 Mars 1987

A Neuilly sur Marne

Sous la direction du Pr COTTON François

Table des matières

Université Claude Bernard - Lyon 1.....	2
Faculté de Médecine Lyon Est - Liste des enseignants 2015/2016.....	4
Serment d’Hippocrate.....	13
Composition du Jury.....	14
Remerciements	15
Liste des abréviations	18
Thèse.....	19
Introduction	19
Résumé (en anglais).....	21
Article (en anglais)	22
Tableaux	31
Figures	33
Bibliographie	36
Discussion.....	42
Publication - Journal of Neuroradiology	47
Conclusions	48

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD • LYON 1

. Président de l'Université François-Noël GILLY

. Président du Comité de Coordination des
Etudes Médicales François-Noël GILLY

. Directeur Général des Services Alain HELLEU

SECTEUR SANTE

UFR DE MEDECINE LYON EST Doyen : Jérôme ETIENNE

UFR DE MEDECINE LYON SUD – CHARLES MERIEUX Doyen : Carole BURILLON

INSTITUT DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES
ET BIOLOGIQUES (ISPB) Directrice: Christine
VINCIGUERRA

UFR D'ODONTOLOGIE Directeur : Denis BOURGEOIS

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE
READAPTATION Directeur : Yves MATILLON

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE HUMAINE Directrice: Anne-Marie
SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

UFR DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Directeur : Fabien de MARCHI

UFR DE SCIENCES ET TECHNIQUES DES
ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES (STAPS)
VANPOULLE

Directeur : Yannick

POLYTECH LYON
PERRIN

Directeur : Emmanuel

I.U.T.

Directeur : Christophe VITON

INSTITUT DES SCIENCES FINANCIERES
ET ASSURANCES (ISFA)

Directeur : Nicolas LEBOISNE

OBSERVATOIRE DE LYON

Directrice : Isabelle DANIEL

ECOLE SUPERIEURE DU PROFESSORAT ET DE L'EDUCATION (ESPE)
MOUGNIOTTE

Directeur: Alain

Faculté de Médecine Lyon Est

Liste des enseignants 2015/2016

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers Classe exceptionnelle Echelon 2

Cochat	Pierre	Pédiatrie
Cordier	Jean-François	Pneumologie ; addictologie
Etienne	Jérôme	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
Gouillat	Christian	Chirurgie digestive
Guérin	Jean-François	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
Mauguière	François	Neurologie
Ninet	Jacques	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie
Philip	Thierry	Cancérologie ; radiothérapie
Rivoire	Michel	Cancérologie ; radiothérapie
Rudigoz	René-Charles	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers Classe exceptionnelle Echelon 1

Blay	Jean-Yves	Cancérologie ; radiothérapie
Borson-Chazot	Françoise	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
Claris	Olivier	Pédiatrie
Denis	Philippe	Ophtalmologie
Disant	François	Oto-rhino-laryngologie
Douek	Philippe	Radiologie et imagerie médicale
Finet	Gérard	Cardiologie
Gaucherand	Pascal	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

Guérin	Claude	Réanimation ; médecine d'urgence
Lehot	Jean-Jacques	Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
Lermusiaux	Patrick	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
Martin	Xavier	Urologie
Mellier	Georges	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
Michallet	Mauricette	Hématologie ; transfusion
Miossec	Pierre	Immunologie
Morel	Yves	Biochimie et biologie moléculaire
Mornex	Jean-François	Pneumologie ; addictologie
Moulin	Philippe	Nutrition
Neyret	Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
Nighoghossian	Norbert	Neurologie
Ninet	Jean	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
Obadia	Jean-François	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
Ovize	Michel	Physiologie
Ponchon	Thierry	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
Pugeat	Michel	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
Revel	Didier	Radiologie et imagerie médicale
Rode	Gilles	Médecine physique et de réadaptation
Terra	Jean-Louis	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
Thivolet-Bejui	Françoise	Anatomie et cytologie pathologiques
Vandenesch	François	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
Zoulim	Fabien	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers

Première classe

André-Fouet	Xavier	Cardiologie
Barth	Xavier	Chirurgie générale
Berthezene	Yves	Radiologie et imagerie médicale
Bertrand	Yves	Pédiatrie
Beziat	Jean-Luc	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
Boillot	Olivier	Chirurgie digestive

Braye	Fabienne	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
Breton	Pierre	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
Chassard	Dominique	Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
Chevalier	Philippe	Cardiologie
Colin	Cyrille	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
Colombel	Marc	Urologie
Cottin	Vincent	Pneumologie ; addictologie
D'Amato	Thierry	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
Delahaye	François	Cardiologie
Devouassoux	Mojgan	Anatomie et cytologie pathologiques
Di Fillipo	Sylvie	Cardiologie
Ducerf	Christian	Chirurgie digestive
Dumontet	Charles	Hématologie ; transfusion
Durieu	Isabelle	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie
Edery	Charles Patrick	Génétique
Fauvel	Jean-Pierre	Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
Guenot	Marc	Neurochirurgie
Gueyffier	François	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
Guibaud	Laurent	Radiologie et imagerie médicale
Herzberg	Guillaume	Chirurgie orthopédique et traumatologique
Honnorat	Jérôme	Neurologie
Kodjikian	Laurent	Ophtalmologie
Krolak Salmon	Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie
Lachaux	Alain	Pédiatrie
Lina	Bruno	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
Mabrut	Jean-Yves	Chirurgie générale
Mertens	Patrick	Anatomie
Mion	François	Physiologie
Morelon	Emmanuel	Néphrologie
Mure	Pierre-Yves	Chirurgie infantile
Moulin	Philippe	Nutrition
Négrier	Claude	Hématologie ; transfusion

Négrier	Marie-Sylvie	Cancérologie ; radiothérapie
Nicolino	Marc	Pédiatrie
Picot	Stéphane	Parasitologie et mycologie
Roy	Pascal	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
Ruffion	Alain	Urologie
Rymlin	Philippe	Neurologie
Schaeffer	Laurent	Biologie cellulaire
Scheiber	Christian	Biophysique et médecine nucléaire
Schott-Pethelaz	Anne-Marie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
Tilikete	Caroline	Physiologie
Truy	Eric	Oto-rhino-laryngologie
Turjman	Francis	Radiologie et imagerie médicale
Vallée	Bernard	Anatomie
Vanhems	Philippe	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
Vukusic	Sandra	Neurologie

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers

Seconde Classe

Allaouchiche	Bernard	Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
Argaud	Laurent	Réanimation ; médecine d'urgence
Aubrun	Frédéric	Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
Badet	Lionel	Urologie
Bessereau	Jean-Louis	Biologie cellulaire
Boussel	Loïc	Radiologie et imagerie médicale
Calender	Alain	Génétique
Chapurlat	Roland	Rhumatologie
Charbotel	Barbara	Médecine et santé au travail
Chêne	Gautier	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
Cotton	François	Radiologie et imagerie médicale
Dargaud	Yesim	Hématologie ; transfusion
Dubernard	Gil	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
Ducray	François	Neurologie

Dumortier	Jérôme	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
Fanton	Laurent	Médecine légale
Faure	Michel	Dermato-vénéréologie
Fellahi	Jean-Luc	Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
Ferry	Tristan	Maladie infectieuses ; maladies tropicales
Fourneret	Pierre	Pédopsychiatrie ; addictologie
Gillet	Yves	Pédiatrie
Girard	Nicolas	Pneumologie
Gleizal	Arnaud	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
Guyen	Olivier	Chirurgie orthopédique et traumatologique
Henaine	Roland	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
Hot	Arnaud	Médecine interne
Huissoud	Cyril	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
Jacquín-Courtois	Sophie	Médecine physique et de réadaptation
Janier	Marc	Biophysique et médecine nucléaire
Javouhey	Etienne	Pédiatrie
Juillard	Laurent	Néphrologie
Jullien	Denis	Dermato-vénéréologie
Lejeune	Hervé	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
Merle	Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
Michel	Philippe	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
Monneuse	Olivier	Chirurgie générale
Nataf	Serge	Cytologie et histologie
Peretti	Noël	Nutrition
Pignat	Jean-Christian	Oto-rhino-laryngologie
Poncet	Gilles	Chirurgie générale
Raverot	Gérald	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
Ray-Coquard	Isabelle	Cancérologie ; radiothérapie
Richard	Jean-Christophe	Réanimation ; médecine d'urgence
Rossetti	Yves	Physiologie
Rouvière	Olivier	Radiologie et imagerie médicale
Saoud	Mohamed	Psychiatrie d'adultes
Souquet	Jean-Christophe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
Thaumat	Olivier	Néphrologie

Thibault	Hélène	Physiologie
Wattel	Eric	Hématologie ; transfusion

Professeur des Universités - Médecine Générale

Letrilliart	Laurent
Moreau	Alain

Professeurs associés de Médecine Générale

Flori	Marie
Lainé	Xavier
Zerbib	Yves

Professeurs émérites

Baverel	Gabriel	Physiologie
Bozio	André	Cardiologie
Chayvialle	Jean-Alain	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
Daligand	Liliane	Médecine légale et droit de la santé
Descotes	Jacques	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie
Droz	Jean-Pierre	Cancérologie ; radiothérapie
Floret	Daniel	Pédiatrie
Gharib	Claude	Physiologie
Neidhardt	Jean-Pierre	Anatomie
Petit	Paul	Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
Sindou	Marc	Neurochirurgie
Touraine	Jean-Louis	Néphrologie
Trepo	Christian	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
Trouillas	Jacqueline	Cytologie et histologie

Viale	Jean-Paul	Réanimation ; médecine d'urgence
-------	-----------	----------------------------------

Maîtres de Conférence – Praticiens Hospitaliers Hors classe

Benchab	Mehdi	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
Bringuier	Pierre-Paul	Cytologie et histologie
Dubourg	Laurence	Physiologie
Germain	Michèle	Physiologie
Jarraud	Sophie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
Jouvet	Anne	Anatomie et cytologie pathologiques
Le Bars	Didier	Biophysique et médecine nucléaire
Normand	Jean-Claude	Médecine et santé au travail
Persat	Florence	Parasitologie et mycologie
Pharaboz-Joly	Marie-Odile	Biochimie et biologie moléculaire
Piaton	Eric	Cytologie et histologie
Rigal	Dominique	Hématologie ; transfusion
Sappey-Mariner	Dominique	Biophysique et médecine nucléaire
Streichenberger	Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
Timour-Chah	Quadiri	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
Voiglio	Eric	Anatomie

Maîtres de Conférence – Praticiens Hospitaliers

Première classe

Ader	Florence	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
Barnoud	Raphaëlle	Anatomie et cytologie pathologiques
Bontemps	Laurence	Biophysique et médecine nucléaire
Chalabreysse	Lara	Anatomie et cytologie pathologiques
Charrière	Sybil	Nutrition
Collardeau Frachon	Sophie	Anatomie et cytologie pathologiques

Cozon	Grégoire	Immunologie
Escuret	Vanessa	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
Hervieu	Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
Kolopp-Sarda	Marie Nathalie	Immunologie
Lesca	Gaëtan	Génétique
Lukaszewicz	Anne-Claire	Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
Maucort Boulch	Delphine	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
Meyronet	David	Anatomie et cytologie pathologiques
Pina-Jomir	Géraldine	Biophysique et médecine nucléaire
Plotton	Ingrid	Biochimie et biologie moléculaire
Rabilloud	Muriel	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
Ritter	Jacques	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
Roman	Sabine	Physiologie
Tardy Guidollet	Véronique	Biochimie et biologie moléculaire
Tristan	Anne	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
Vlaeminck-Guillem	Virginie	Biochimie et biologie moléculaire

Maîtres de Conférences – Praticiens Hospitaliers Seconde classe

Casalegno	Jean-Sébastien	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
Confavreux	Cyrille	Rhumatologie
Curie	Aurore	Pédiatrie
Duclos	Antoine	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
Phan	Alice	Dermato-vénéréologie
Rheims	Sylvain	Neurologie
Rimmele	Thomas	Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence
Schluth-Bolard	Caroline	Génétique
Simonet	Thomas	Biologie cellulaire
Vasiljevic	Alexandre	Anatomie et cytologie pathologiques
Venet	Fabienne	Immunologie

Maîtres de Conférences associés de Médecine Générale

Farge	Thierry
Figon	Sophie

Serment d'Hippocrate

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

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

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

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

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés.

Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers.

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

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

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

Composition du Jury

Le Président du Jury et Directeur de thèse : Monsieur le Professeur François COTTON, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier, Chef de service du service de Radiologie, Centre hospitalier Lyon Sud, Hospices Civils de Lyon.

Membre du Jury : Monsieur le Professeur Yves BERTHEZENE, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier, Chef de service du service de Neuroradiologie, Hôpital Neurologique Pierre Wertheim, Hospices Civils de Lyon.

Membre du Jury : Monsieur le Professeur Philippe DOUEK, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier, Chef de pôle de l'imagerie médicale du groupement hospitalier Est, Service d'imagerie Cardio-thoracique et Vasculaire, Hôpital Cardiologique Louis Pradel, Hospices Civils de Lyon.

Membre du Jury : Monsieur le Professeur François DUCRAY, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier, Chef de service du service de Neuro-oncologie, Hôpital Neurologique Pierre Wertheim, Hospices Civils de Lyon.

Remerciements

A Monsieur le Pr François COTTON, je vous remercie d'avoir accepté de m'encadrer dans ce travail de thèse. Vos conseils avisés, votre disponibilité et votre contribution ont été une aide précieuse tout au long de l'élaboration de cet article, et je garderai un très bon souvenir de notre collaboration. Soyez assuré de mon profond respect et de ma gratitude.

A Monsieur le Pr Yves BERTHEZENE, votre implication dans l'internat de Radiologie à Lyon est exemplaire et c'est pour moi un honneur que vous ayez accepté de juger mon travail de thèse. Soyez assuré de toute ma reconnaissance et de tout mon respect.

A Monsieur le Pr Philippe DOUEK, je suis honorée de vous compter parmi les membres de ce jury. Je garde un excellent souvenir du semestre passé dans votre service à l'hôpital Cardiologique. Soyez assuré de toute mon estime et de toute ma reconnaissance.

A Monsieur le Pr François DUCRAY, votre présence dans ce jury est un honneur et un plaisir. Je vous remercie pour l'intérêt que vous avez porté à mon travail. Veuillez trouver dans ces modestes lignes l'expression de tout mon respect.

A Madame le Dr Sylvie GRAND, MCU dans le service de Neuroradiologie de Grenoble, à **Monsieur le Dr Julien SAVATOSKY**, PH dans le service de Neuroradiologie de la Fondation Rotschild de Paris, et à **Monsieur le Dr David MEYRONET**, PH dans le service Neuropathologie du Groupement hospitalier Est, merci pour votre participation, enthousiasme et soutien dans l'élaboration de ce travail. Soyez assurés de toute mon estime.

A Monsieur Salem HANNOUN, merci pour ton aide dans la construction et la traduction de cet article.

A Monsieur Nikolaos MAKRIS, le logiciel Oléa n'a plus de secret pour toi, merci pour ton aide précieuse et ta patience.

Aux chefs de service lyonnais, Monsieur le Pr BOUSSEL, Monsieur le Pr VALETTE, Monsieur le Pr ROUVIERE, Monsieur le Pr PIALAT, Monsieur le Pr PRACROS, Madame la Pr DEVOUASSOUX et Monsieur le Pr REVEL, **ainsi que leurs chefs et assistants**, Anne Frédérique, Agnès, Vivien, Anne Sophie, Mathilde, Isabelle, Maud et Marie, Charles M et Charles A, Arnaud, Séverine, Asma, Jean Romain, Flavie, Pascal, Anne, Nicole, Marie P, Laure, Aurélie, Sophie, Marine, Delphine, Sébastien...Vous m'avez accueillie dans vos services et je vous remercie pour votre gentillesse, votre disponibilité et votre enseignement.

A Monsieur le Dr Philippe THIESSE, merci pour ce semestre enrichissant dans votre service d'Imagerie au CLB. J'admire vos qualités humaines, d'enseignant et de médecin. Vous m'avez ouvert la voie montpelliéraine auprès du Dr Raphaël TETREAU, et pour toutes ces raisons, soyez assuré de ma profonde estime.

Aux chefs du pavillon B, pour ce dernier semestre, Christelle, Simona, Aïcha, Polo, Basile, Pierre et Luis, vous aurez réussi le pari de me faire apprécier l'ostéo articulaire. Mention spéciale pour Christelle, pour ton soutien dans la dernière ligne droite: tu es une source d'inspiration intarissable ;)

A la joyeuse bande de co internes lyonnais,

des promos du dessus : Audrey H, Roxana, LP, Leïla, Audrey L, Noémie et Nico,

de ma promo: Audrey O, Rémy, Thomas B et Olivier, Elodie, Elie, Adva et Pia,

et les plus jeunes: Ana, Damien, Thomas J, Julien H, Nathan

Aux co internes des autres spés et autres contrées, Pierre Marie, le plus radiologue des anapaths, Alexis, tes performances m'impressionneront toujours ;), Béatrice et Clémence.

A mes co internes actuels, Guillaume, Grégoire, Romain et Liadeh, mais aussi Bani, Florian, Louis, Marie Camille, Sophie, Meriem et Mehdi, une belle équipe pour ce dernier semestre !

Au service d'Imagerie du centre Val d'Aurelle de Montpellier, je ne pouvais pas rêver mieux comme accueil. Aux Dr Guillaume LAFFARGUE, Dr Raphaël TETREAU, Dr Corrado ROVANI, Dr Bruno MASSON, Dr Sylvia GAUDIN, Dr Emilie AUBERT, Dr Michèle FOURCHON, Dr Nicole PELISSIER, et bien sur toute l'équipe para médicale de folie (Stéphanie, Nicole, Louise, Nadia, Jade, Marie Alice, Eva, Olivier, Clément, les deux Romain, Lara, Céline, Véronique, Marjo...)

Aux copains de la fac Bichat Larib, Hugo, Marie, Béné, JB, Jean Eude, Julien et Loïc (et vos jolies montpelliéraines), Vincent et Julia, Luc et Anne Fleur, Ruben et Lauren, Malo et Audrey.

A mes cousins lyonnais, Sophie et Aurélien, Jeanne et Ben, Jules, Luce et Arthur, sans oublier Claire et Julien !

A mes trois lyonnaises, Marie, Céline et Marion. Je pense que la parisienne que j'étais n'aurait jamais sauté le pas sans vous. Vous avez toujours été présentes dans cette aventure lyonnaise et j'espère sincèrement que les kilomètres ne nous séparerons pas !

A ma belle famille, Frédérique et Bernard, Julien et Julie, Camille et les enfants, merci de m'avoir accueillie et apprivoisée (!).

A mes parents, Guillemette et Christian (le coach), pour votre soutien infaillible depuis que j'ai suivi votre voie en me lançant dans les études de Médecine. Merci pour votre écoute et votre patience, je ne serais jamais arrivée jusqu'ici aujourd'hui sans vous.

A mon frère Stéphane et sa jolie famille japonaise, Reiko, Hugo et Alice, il ne se passe pas un jour sans que je pense à vous 4 ! Tu m'es toujours de bon conseil et j'admire ton courage, ta force et ta persévérance qui t'ont permis de mener la vie que tu mènes aujourd'hui.

A Xavier, certains diront que c'était écrit (depuis le primaire, si si !)... mais les choses se sont passées autrement. Cinq années plus tôt on s'engageait finalement dans une relation à distance, à laquelle s'ajoutaient le stress et les doutes du début de l'internat. La route a été longue, mais aujourd'hui, je crois qu'on peut dire que nous avons largement remporté ce pari sur l'avenir.

La vie est belle à tes côtés et elle ne fait que commencer, je t'aime.

Liste des abréviations

- DSC: dynamic susceptibility contrast
- MB: Medulloblastoma
- PA: Pilocytic Astrocytoma
- rCBV: Cerebral Blood Volume ratio
- ROI: Region of Interest
- WHO: World Health Organization

Thèse

Introduction

D'après la classification WHO, le médulloblastome (MB) est une tumeur neuro épithéliale maligne de haut grade du cervelet. Elle survient classiquement chez l'enfant (1/3 des tumeurs de la fosse postérieure de l'enfant) avec un pic d'incidence entre 5 et 10 ans, mais elle peut également toucher les adultes (moins d'1 cas /1 000 000), avec pic entre 20 et 40 ans.

Le MB est une tumeur invasive, qui peut métastaser dans la totalité du système nerveux central par le liquide céphalo rachidien, avec près de 50% des cas qui sont métastatiques au diagnostic.

D'un point de vue histologique, il s'agit d'une tumeur hypercellulaire, qui comporte cinq sous-groupes histologiques, qui sont par ordre de fréquence : classique, desmoplasique, nodulaire, à grandes cellules et anaplasique.

Le sous type desmoplasique survient plus fréquemment chez l'adulte (20-40%) et est de meilleur pronostic.

Sur le plan radiologique, les MB sont de présentation variable. En imagerie IRM conventionnelle, les MB classiques sont hypointenses en T1 et hyperintenses en T2, alors que les MB desmoplasiques sont plutôt en iso signal T2 du fait de leurs zones desmoplasiques. Sur les séquences injectées, les modes de rehaussement sont variables : les MB classiques prennent le contraste de manière intense et homogène dans 65% des cas, les MB desmoplasiques montrent un rehaussement nodulaire dans 50% des cas. Cependant, l'imagerie conventionnelle en IRM ne permet pas de distinguer les MB classiques des desmoplasiques.

En imagerie multimodale, le caractère hypercellulaire est bien retrouvé avec une restriction sur l'imagerie de diffusion. En spectroscopie, l'élévation du pic de choline (marqueur des membranes) associé à la baisse du N-acetyl-aspartate (index de souffrance neuronale) traduit

une faible viabilité neuronale avec une importante prolifération cellulaire.

L'imagerie de perfusion par susceptibilité magnétique (technique de premier passage) donne accès à des informations sur la microcirculation capillaire des tissus, en mesurant le débit sanguin d'un tissu (exprimé en ml/min/100g de tissu). Cette technique d'imagerie fonctionnelle est utilisée dans la pathologie cérébrale vasculaire, infectieuse et tumorale. Dans la pathologie tumorale, l'évaluation de la néoangiogenèse et de la vascularisation tumorale a un intérêt dans le diagnostic initial (différencier les types de tumeurs cérébrales) et le suivi thérapeutique (différencier les récurrences tumorales de simples remaniements post thérapeutiques).

C'est dans le cadre du diagnostic initial que nous nous sommes intéressés à l'imagerie de perfusion dans le MB. A notre connaissance, aucune étude sur la perfusion des MB de l'adulte n'a été réalisée.

Ce travail vise donc à évaluer les caractéristiques des MB de l'adulte en IRM de perfusion, en corrélant les valeurs de rCBV aux données histologiques.

Enfin, une revue des différentes masses intra axiales de la fosse postérieure chez l'adulte, en se focalisant sur la perfusion, a été réalisée.

Abstract

Purpose

Medulloblastoma (MB) is a high-grade rare brain tumor in adults, with heterogeneous imaging features and variable enhancing patterns. Diffusion and spectroscopy multimodal imaging have already been described in adult MB, yet perfusion has not been explored. This study aimed to evaluate vascularity in adult classic and desmoplastic MB, using perfusion-weighted dynamic susceptibility contrast (DSC) MRI and histopathology.

Methods

Six histologically proved MB patients were classified as classic ($n=3$) and desmoplastic ($n=3$). DSC perfusion MRI was performed in three centers and retrospectively evaluated. Postprocessing included automatic arterial input function, motion and contrast leakage correction. Region of interest (ROI) delineation was performed on three perfusion slices to obtain a total of three cerebral blood volume ratios (rCBV) that were averaged to serve as the main rCBV. Permeability was evaluated on K2 maps.

Results

Low rCBVs were observed in all cases (mean rCBV= 1.19 ± 0.39). rCBV values were lower than 2 for classic MB and lower than 1 for desmoplastic MB. All cases showed an increase of permeability on K2 maps.

Conclusions

Our preliminary results suggest that MB exhibits rCBV values close to 1 and increased permeability on DSC perfusion imaging, especially in desmoplastic cases, which could be explained by fibrous matrix. This type of perfusion pattern contrasts with those given by other enhancing subtentorial tumors such as metastasis, high-grade gliomas or hemangioblastomas.

Article

Introduction

According to the World Health Organization (WHO), medulloblastoma (MB) is a highly malignant neuro-epithelial tumor of the cerebellum. [1] It is classically described as a hypercellular tumor with small, blue, and round cells. Mainly common in pediatric patients, it also occurs in adults (less than 1 case per million). [1–3]

MB shows either classic histologic features or variants of non-classic subtypes: desmoplastic MB, MB with extensive nodularity, large cell or anaplastic MB. [1,4] Desmoplastic subtype is more frequently found in adult patients (20-40%) and has better survival outcome. [1,4,5]

The heterogeneous features of adult MB are especially pronounced on conventional MRI. Classic MB appears hypo-intense on T1WI and hyper-intense on T2WI, whereas desmoplastic MB tends to have low T1 and iso T2 signals due to their higher cellularity in areas with desmoplasia. [6,7] On post contrast images, patchy and marked enhancements have been reported. Indeed, classic MB showed marked enhancement in 65% of cases, while desmoplastic MB showed nodular enhancement in 50% of cases. [7–9] However, no distinct enhancement patterns were identified between classic and desmoplastic MB. [10]

Concerning multimodal MRI, hypercellular nature of MB has been reported on diffusion and spectroscopy. On diffusion imaging, MB shows restricted diffusion [1,7,11,12], while on proton MR spectroscopy, it shows a prominent choline peak and reduced NAA, suggestive of actively proliferating cells, with increased membrane turnover and low neuronal viability. [13–15]

Perfusion-weighted dynamic susceptibility contrast (DSC) MRI has showed the utility of cerebral blood volume ratio (rCBV) measures in differentiating histopathologic brain tumors. It also helps in the differentiation of post-treatment changes from tumor recurrence. [16] Two pediatric studies using perfusion imaging in brain tumors, reported a wide perfusion variability of MB. [17] They also underlined the ability of perfusion imaging to differentiate true tumor progression from pseudo progression. [18] To our knowledge, no perfusion studies were performed on adult MB. Hence, this study aimed to evaluate tissular and vascular perfusion characteristics in adult MB, using perfusion-weighted DSC MRI. Firstly, rCBV values were measured and compared to histologic subtypes. Secondly, a review of adult posterior fossa intra axial masses differential diagnosis was performed, with a focus on perfusion characteristics.

Materiel and methods

Subjects

Six patients with an established histological diagnosis of MB were studied in this multicentric (3 centers) retrospective study between 2010 and 2014. Different centers were asked to participate because of the rarity of MB in adults. Patients were divided in two sub-groups according to histologic subtypes: group 1 included patients with classic MB (n=3) and group 2 patients with desmoplastic MB (n=3).

MR acquisitions

MRI acquisitions were performed on five different 1.5 and 3 Tesla MR Systems (Philips Medical Systems, Einhoven, Holland & Siemens, Erlangen, Germany). MRI protocol consisted in the acquisition of morphological, spectroscopy, diffusion and perfusion sequences. Morphological sequences included T1WI with and without gadolinium administration and T2WI (SE, TSE or FLAIR). Proton single voxel spectra were acquired also with short echo time. Diffusion WI was performed with b values of 0 and 1000 s/mm². Acquisition parameters for the previous sequences are summarized in supplementary tables A.1, A.2, A.3 and A.4. Perfusion-weighted DSC imaging was performed for every case. Perfusion parameters are summarized in table A for each patient.

Post-processing

MR images were processed on the hospital's PACS workstation (PACS Centricity RA 1000 Radiology Workstation, GE Healthcare, Little Chalfont, United Kingdom) by two experienced neuro-radiologists (MT and FC).

Morphological MR review included tumor T1 and T2 signal analysis, tumor size measurement (larger diameter on axial slices), type of enhancement, anatomical localization

and presence of cystic components. Tumor size (mm) was measured based on the longest diameter of the tumor on an axial plan of the T1 WI with gadolinium enhancement. Spectroscopy data (n=4) analysis consisted in the quantification of relative choline (3.2 ppm) (ratio choline / creatine). Region of Interest (ROI) delineation of the restricted tumor areas was performed on ADC maps. ADC values were then extracted and expressed in $10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$.

DSC perfusion data were processed using Olea Sphere software (Olea medical solutions, La Ciotat, France). Post-processing included motion correction, automatic determination of arterial input function and contrast leakage correction. Perfusion maps, including K2 (blood brain barrier leakage) and CBV, were calculated and coregistered to T1 post-contrast. ROIs were manually and carefully placed away from vessels, cystic and edematous areas. An enhanced tumor region and a non-tumor region were identically delineated in each slice and rCBVs were calculated as followed: tumor CBV / non tumor CBV. For each patient, ROI delineation was performed on three perfusion slices to obtain a total of three rCBVs that were averaged to serve as the main rCBV. Permeability was estimated on K2 maps, based on a method by Boxerman et al. [19]

Histopathological analysis

MB histopathological diagnosis was performed using standard techniques: formalin-fixed and paraffin-embedded tissues, hematoxylin-eosin stain, reticulin stain, immunohistochemistry, and microscope examination. MB tumors were then categorized according to the 2007 WHO classification of the CNS tumors. [1]

Results

Clinical, pathological and imaging characteristics for each patient are summarized in table B.

Male/female ratio was 5:1, with a median age of 36 years (min/max = 20/73 years).

Mean tumor size was 36 ± 14 mm. We observed a restricted diffusion (mean $ADC=0.451 \pm 0.105$ mm²/s) and a prominent peak of choline on spectroscopy sequences (n=4).

Concerning perfusion maps, rCBVs for each patient are summarized in table C. rCBVs were close to 1 in all cases (mean $rCBV=1.19 \pm 0.39$).

Classic MB sub-group showed ratios above and close to 1 (mean $rCBV$ group 1= 1.54 ± 0.1) whereas desmoplastic sub-group presented ratios under 1 (mean $rCBV$ group 2= 0.85 ± 0.09).

Regarding permeability, all case presented a rise of K2 on K2 maps.

Classic MB and desmoplastic MB cases are respectively illustrated in figures A and B.

Discussion

Unlike most of enhancing intra-axial brain tumors such as metastasis or high-grade gliomas, [20,21] our study reported close to 1 rCBV values in adult MB, suggestive of low neoangiogenesis. Desmoplastic MB also presented lower ratios than classic MB. This main finding could result from MB fibrocollagenous matrix, which is more pronounced in desmoplastic subtypes. (6, 10–12) We also observed an increase of permeability in all case.

Perfusion imaging could provide additional information about tumors vascularity. Although informative, perfusion imaging in MB is poorly explored and mainly concerns pediatric studies. In 2006, low capillary permeability and low blood flow were found in MB using CT xenon. This work by Warnke et al. reported MB to be significantly less perfused than normal cerebellar tissue in pediatric patients, which is consistent with our results in desmoplastic MB. [22] Recent pediatric studies, using ASL and dual contrast DSC-DCE perfusion imaging, found wide perfusion variability in MB (maximum relative tumor blood flow 2.87 ± 1.74). [17,18,23] These discrepancies could be first explained by technical differences related to perfusion acquisition and processing. Second, they could be related to the studied population (adults vs. children). Previous studies also reported high vascularity in children MB (75 microvessels per 0.7mm^2) and higher microvessel density in enhanced rather than non-enhanced cases. [24,25] Moreover, microvessel density has not yet been described in adult MB.

To our knowledge, only few case reports have studied adult patients. Jouanneau et al. reported a very late relapse of MB with an rCBV max of 2. [26] The interpretation of these results should take into consideration the post-treatment interactions (surgery, chemotherapy and radiotherapy) and the recurrences that might be more aggressive. [27]

Despite of its small incidence (1 case per million), MB should be taken into consideration when performing a differential diagnosis for adult intra axial subtentorial masses. Metastases are the most relevant adult brain tumor and occur 15% in cerebellum. [28] On morphological MRI, brain metastases usually appear nodular, hypointense on T1 WI, hyperintense on T2 WI, with heterogeneous pattern of enhancement. On perfusion imaging, rCBV is increased, at least up to 2. [29]

When focusing on primary intra axial posterior fossa tumor, hemangioblastomas, astrocytomas and lymphomas are the most common diagnosis to discuss. [30]

Hemangioblastoma is benign vascular tumor which occurs between 20 and 40 years of age. It can appear purely cystic, cystic with a solid nodular component, predominantly and/or purely solid. Solid portions enhance intensely with contrast. Perfusion maps show highly raised rCBV with an increase of permeability. Histopathological characteristics of hemangioblastomas are proliferation of capillaries with variable sizes, closely packed, thin walled vessels and large neoplastic stromal cells. [29,31]

Similarly to our adults MB, low or close to 1 rCBV values are also observed in pilocytic astrocytoma (PA) and cerebral lymphoma. PA is the most common glioma in children and young adults (WHO I). [1] When compared to MB, it shows a strong enhancement after gadolinium injection [32], high ADC values, [11] and lower choline and higher NAA peaks. [33] Contrary to high grade gliomas, PA show rCBV values close to 1. [21,31,34,35] This could be explained by its endothelial cells that have open tight junctions and fenestrae allowing contrast medium extravasation. [36]

Cerebral lymphoma occurs 10-15% in posterior cerebral fossa. It is characterized by a homogeneous enhancement after gadolinium injection, a large peak of lipids, [37] an iso or hypo T2 signal and a restricted diffusion resulting from its dense cellular nature. rCBV values are similar to our adult MB values. An increase of permeability has also been described with

post-bolus signal overshoot from baseline. Indeed, this is explained by the infiltration of blood vessels wall by lymphomatous cells. [1,20,38]

Eventually, radionecrosis and cerebral abscesses can be discussed in differential diagnosis. It is well established that perfusion MRI helps in differentiation between radionecrosis and brain tumor recurrences. Also, few studies have reported low perfusion in abscesses capsules. [21,39]

This retrospective study suffers from some limitations. First, the low number of patients is mainly due to the rare occurrence of MB in adults. Moreover, perfusion imaging is not yet well applied in clinical practice. Second, this was a multicentric study, and perfusion parameters varied between cases (magnetic field, TR, TE, flip, voxel size), as reported in table A. Future work, incorporating a larger patient number with perfusion MRI, histopathological and molecular data, should confirm our main finding.

Conclusions

Despite its low incidence in adulthood, MB should be considered in all adults with posterior fossa tumors. Multimodal MRI provides important information for the characterization of posterior fossa enhancing lesions in adults. Our results suggest MB to have rCBV values close to 1 and increased permeability on perfusion-weighted DSC imaging, especially in desmoplastic cases, which is contrasting with other enhancing posterior fossa neoplasms such as metastasis, high grade gliomas or hemangioblastomas.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgments

The authors wish to thank Dr Hervé Boissonnet, Service de Neurochirurgie, Fondation Ophtalmologique A. de Rothschild, Paris, France.

Tableaux

Table A Dynamic susceptibility contrast enhanced MR perfusion parameters

Patients	MR System	Protocol	Rate of injection	TR	TE	Flip	Slice thickness	Voxel size	Matrix
Patient 1	Philips Ingenia 3T	PERF T2* 0.9 SENSE	4.5	1952	25	70	4	0.9x0.9	244 / 241
Patient 2	Philips Achieva 3T	PRESTO_HR SENSE	6	17	24.8	7	3.5	1.8x1.8	88 / 84
Patient 3	Philips Ingenia 1.5T	PERF HR SB SENSE	6	2011	40	75	5	1.3x1.3	160 / 158
Patient 4	Philips Achieva 1.5T	PERF SENSE	6	506	30	40	5.5	1.8x1.8	128 / 73
Patient 5	Siemens Avanto 1.5T	EPI PERFUSION IPAT	6	1550	30	90	5	1.8x1.8	128 / 128
Patient 6	Philips Achieva 1.5T	PERF SENSE	6	506	30	40	5.5	1.8x1.8	128 / 73

(Rate of injection (ml²/s), TR/TE (ms), Flip (°), TR/TE/Slice thickness/Voxel size (mm))

Table B Clinical, pathological and imaging characteristics for each patient

Patients	Sex	Age	Clinical history	Pathology	Localization	Size*	T1 signal	T2 signal	Enhancement	Cystic	Cho/Cr ratio	ADC**
Patient 1	M	37	Cerebellar syndrome, ICHT	Desmoplastic	Hemispheric	40	Hyposignal	Hypersignal	Heterogeneous	Yes	NA	427
Patient 2	M	26	Cerebellar syndrome	Desmoplastic	Midline	24	Isosignal	Isosignal	Homogeneous	Yes	25.3	533
Patient 3	F	26	ICHT	Desmoplastic	Hemispheric	45	Hyposignal	Hypersignal	Homogeneous	Yes	13.26	388
Patient 4	M	73	Cerebellar syndrome	Classic	Midline	14	Hyposignal	Isosignal	Homogeneous	No	5.65	524
Patient 5	M	20	Cerebellar syndrome, headache	Classic	Midline	43	Hyposignal	Hypersignal	Heterogeneous	Yes	NA	550
Patient 6	M	35	Cerebellar syndrome	Classic	Hemispheric	48	Hyposignal	Hypersignal	Homogeneous	Yes	50.14	282

(ADC: Apparent diffusion coefficient; ICHT: Intracranial hypertension; NA: non available; * in mm; ** in .10⁻³mm²/s)

Table C Dynamic susceptibility contrast perfusion results for each patient

Patients	rCBVs*	tumor CBVs (measures 1 ; 2 ; 3)	non tumor CBVs (measures 1 ; 2 ; 3)	K2 in tumor ROI
Patient 1	0.91	2.19 ; 2 ; 1.59	2.11 ; 2.37 ; 1.9	Increased
Patient 2	0.89	1 ; 0.95 ; 1.03	1.21 ; 1.14 ; 1.02	Increased
Patient 3	0.74	0.38 ; 0.4 ; 0.36	0.54 ; 0.52 ; 0.49	Increased
Patient 4	1.65	3.51 ; 3.15 ; 4.27	2.64 ; 1.95 ; 2.14	Increased
Patient 5	1.45	1.43 ; 1.91 ; 1.75	1.23 ; 1.32 ; 1	Increased
Patient 6	1.52	1.51 ; 2.08 ; 1.92	1.76 ; 1.14 ; 1.02	Increased

(* rCBV = tumor CBV / non tumor CBV)

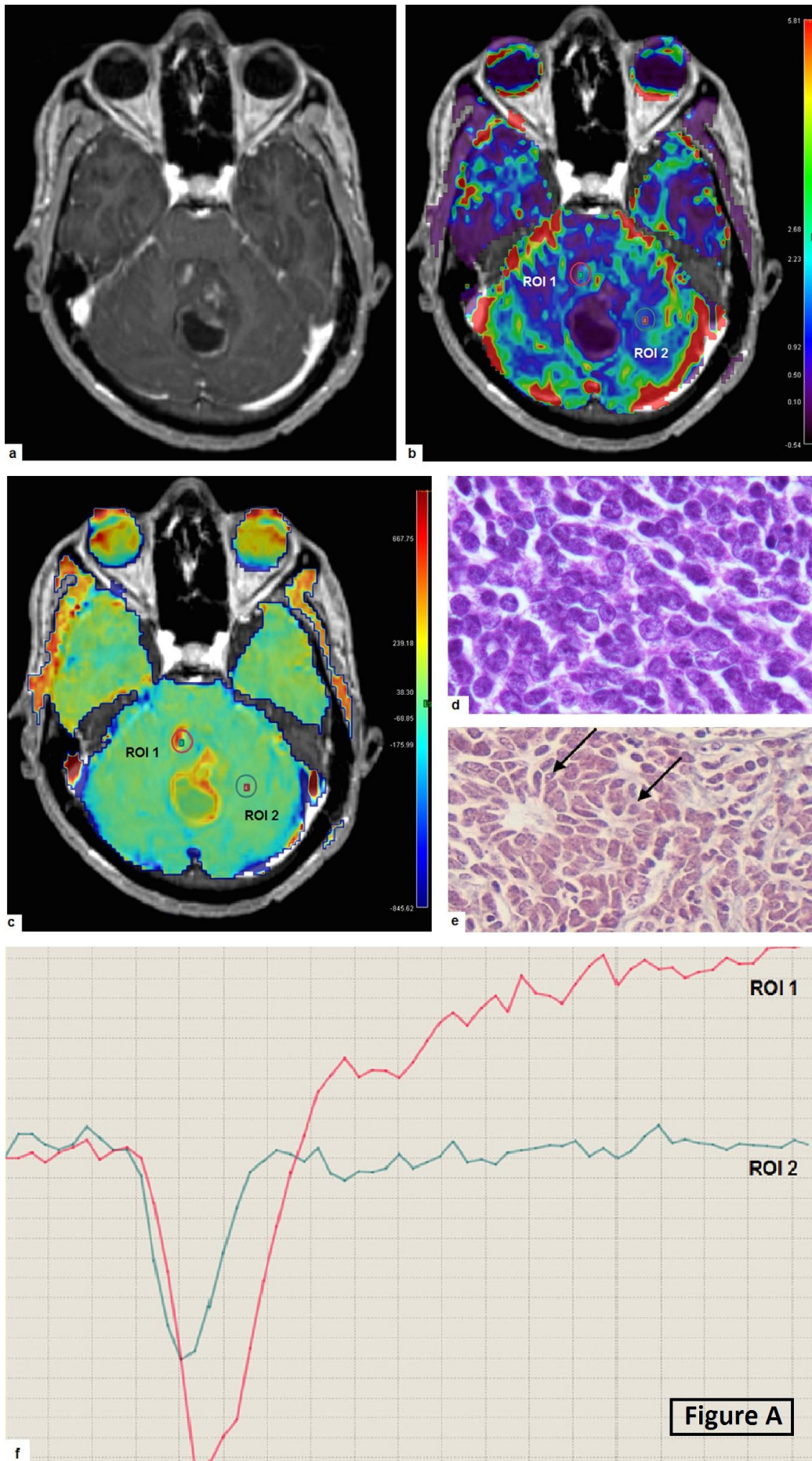
Figures

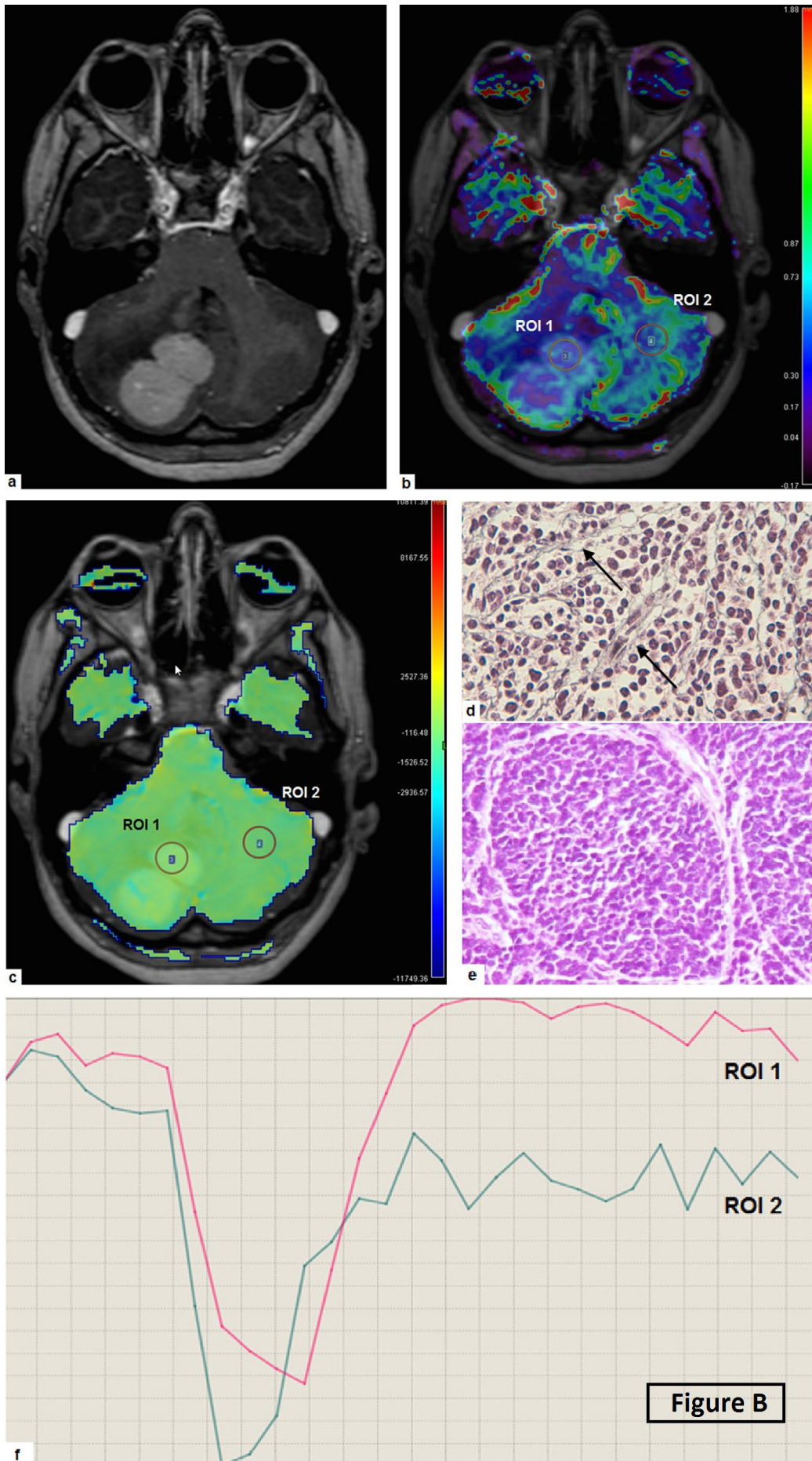
Fig. A Illustration of (a) an axial T1 post-gadolinium, (b, c) CBV and K2 maps, (d) HES (x40), (e) reticulin stain (x20) and (f) perfusion curves in a **classic medulloblastoma**

Images show a vermian heterogeneous mass, with macrocystic components and heterogeneous enhancement. Perfusion maps show tumor CBV (ROI 1) close to non-tumor CBV (ROI 2), with increased permeability on K2 maps and perfusion curves. Histopathology shows a tumor composed of closely apposed small, rounded, hyperchromatic cells with a high nuclear-cytoplasmic ratio. Reticulin stain shows Homer-Wright rosette formations (arrows).

Fig. B Illustration of (a) an axial T1 post-gadolinium, (b, c) CBV and K2 maps, (d) and reticulin stain (x40), (e) HES (x20) and (f) perfusion curves in a **desmoplastic medulloblastoma**

Images show a right hemispheric cerebellar mass, with microcystic components and homogeneous strong enhancement. Perfusion maps show lower tumor CBV (ROI 1) than non-tumor (ROI 2) CBV, with increased permeability on K2 maps and perfusion curves. Histopathology shows ovoid nodules separated by desmoplastic internodular regions. Reticulin staining shows rows (arrows) with intervening collagen (stroma richer in collagen fibers).





Bibliographie

- [1] Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, Cavenee WK, Cancer IA for R on. World Health Organization Classification of Tumours of the Central Nervous System. WHO Regional Office Europe; 2007.
- [2] Koeller KK, Rushing EJ. From the archives of the AFIP: medulloblastoma: a comprehensive review with radiologic-pathologic correlation. Radiogr A Rev Publ Radiol Soc North Am Inc 2003;23:1613–37. doi:10.1148/rg.236035168.
- [3] Smoll NR, Drummond KJ. The incidence of medulloblastomas and primitive neuroectodermal tumours in adults and children. J Clin Neurosci 2012;19:1541–4. doi:10.1016/j.jocn.2012.04.009.
- [4] McManamy CS, Pears J, Weston CL, Hanzely Z, Ironside JW, Taylor RE, et al. Nodule formation and desmoplasia in medulloblastomas-defining the nodular/desmoplastic variant and its biological behavior. Brain Pathol 2007;17:151–64. doi:10.1111/j.1750-3639.2007.00058.x.
- [5] Massimino M, Antonelli M, Gandola L, Miceli R, Pollo B, Biassoni V, et al. Histological variants of medulloblastoma are the most powerful clinical prognostic indicators. Pediatr Blood Cancer 2013;60:210–6. doi:10.1002/pbc.24225.
- [6] Bourguin PM, Tampieri D, Grahovac SZ, Léger C, Del Carpio R, Melançon D. CT and MR imaging findings in adults with cerebellar medulloblastoma: comparison with findings in children. AJR Am J Roentgenol 1992;159:609–12. doi:10.2214/ajr.159.3.1503035.

- [7] Fruehwald-Pallamar J, Puchner SB, Rossi A, Garre ML, Cama A, Koelblinger C, et al. Magnetic resonance imaging spectrum of medulloblastoma. *Neuroradiology* 2011;53:387–96. doi:10.1007/s00234-010-0829-8.
- [8] Koci TM, Chiang F, Mehringer CM, Yuh WT, Mayr NA, Itabashi H, et al. Adult cerebellar medulloblastoma: imaging features with emphasis on MR findings. *AJNR Am J Neuroradiol* 1993;14:929–39.
- [9] Becker RL, Becker AD, Sobel DF. Adult medulloblastoma: review of 13 cases with emphasis on MRI. *Neuroradiology* 1995;37:104–8.
- [10] Malheiros SMF, Carrete H, Stávale JN, Santos AJ, Borges LRR, Guimarães IF, et al. MRI of medulloblastoma in adults. *Neuroradiology* 2003;45:463–7. doi:10.1007/s00234-003-1011-3.
- [11] Rumboldt Z, Camacho DLA, Lake D, Welsh CT, Castillo M. Apparent diffusion coefficients for differentiation of cerebellar tumors in children. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:1362–9.
- [12] Yeom KW, Mobley BC, Lober RM, Andre JB, Partap S, Vogel H, et al. Distinctive MRI features of pediatric medulloblastoma subtypes. *AJR Am J Roentgenol* 2013;200:895–903. doi:10.2214/AJR.12.9249.
- [13] Panigrahy A, Krieger MD, Gonzalez-Gomez I, Liu X, McComb JG, Finlay JL, et al. Quantitative short echo time ¹H-MR spectroscopy of untreated pediatric brain tumors: preoperative diagnosis and characterization. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:560–72.
- [14] Moreno-Torres A, Martínez-Pérez I, Baquero M, Campistol J, Capdevila A, Arús C, et al. Taurine detection by proton magnetic resonance spectroscopy in medulloblastoma: contribution to noninvasive differential diagnosis with cerebellar astrocytoma.

Neurosurgery 2004;55:824–9; discussion 829.

- [15] Majós C, Alonso J, Aguilera C, Serrallonga M, Acebes JJ, Arús C, et al. Adult primitive neuroectodermal tumor: proton MR spectroscopic findings with possible application for differential diagnosis. *Radiology* 2002;225:556–66. doi:10.1148/radiol.2252011592.
- [16] Paulson ES, Schmainda KM. Comparison of dynamic susceptibility-weighted contrast-enhanced MR methods: recommendations for measuring relative cerebral blood volume in brain tumors. *Radiology* 2008;249:601–13. doi:10.1148/radiol.2492071659.
- [17] Yeom KW, Mitchell LA, Lober RM, Barnes PD, Vogel H, Fisher PG, et al. Arterial spin-labeled perfusion of pediatric brain tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014;35:395–401. doi:10.3174/ajnr.A3670.
- [18] Thompson EM, Guillaume DJ, Dósa E, Li X, Nazemi KJ, Gahramanov S, et al. Dual contrast perfusion MRI in a single imaging session for assessment of pediatric brain tumors. *J Neurooncol* 2012;109:105–14. doi:10.1007/s11060-012-0872-x.
- [19] Boxerman JL, Schmainda KM, Weisskoff RM. Relative cerebral blood volume maps corrected for contrast agent extravasation significantly correlate with glioma tumor grade, whereas uncorrected maps do not. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:859–67.
- [20] Kremer S, Grand S, Remy C, Esteve F, Lefournier V, Pasquier B, et al. Cerebral blood volume mapping by MR imaging in the initial evaluation of brain tumors. *J Neuroradiol* 2002;29:105–13.
- [21] Rollin N, Guyotat J, Streichenberger N, Honnorat J, Tran Minh V-A, Cotton F. Clinical relevance of diffusion and perfusion magnetic resonance imaging in assessing intra-axial brain tumors. *Neuroradiology* 2006;48:150–9. doi:10.1007/s00234-005-0030-7.

- [22] Warnke PC, Kopitzki K, Timmer J, Ostertag CB. Capillary physiology of human medulloblastoma: impact on chemotherapy. *Cancer* 2006;107:2223–7. doi:10.1002/cncr.22212.
- [23] Boddaert N, Grévent D, Dangouloff-Ros V, Calmon R, Zilbovicius M, Blauwmbloome T, et al. Intérêt de l'ASL en neuropédiatrie. *J Neuroradiol* 2016;43:75. doi:10.1016/j.neurad.2016.01.034.
- [24] Hervey-Jumper SL, Garton HJL, Lau D, Altshuler D, Quint DJ, Robertson PL, et al. Differences in vascular endothelial growth factor receptor expression and correlation with the degree of enhancement in medulloblastoma. *J Neurosurg Pediatr* 2014;14:121–8. doi:10.3171/2014.4.PEDS13244.
- [25] Grotzer MA, Wiewrodt R, Janss AJ, Zhao H, Cnaan A, Sutton LN, et al. High microvessel density in primitive neuroectodermal brain tumors of childhood. *Neuropediatrics* 2001;32:75–9. doi:10.1055/s-2001-13872.
- [26] Jouanneau E, Guzman Tovar RA, Desuzinges C, Frappaz D, Louis-Tisserand G, Sunyach M-P, et al. Very late frontal relapse of medulloblastoma mimicking a meningioma in an adult: usefulness of 1H magnetic resonance spectroscopy and diffusion-perfusion magnetic resonance imaging for preoperative diagnosis: case report. *Neurosurgery* 2006;58:E789; discussion E789. doi:10.1227/01.NEU.0000204878.10591.71.
- [27] Pöschl J, Koch A, Schüller U. Histological subtype of medulloblastoma frequently changes upon recurrence. *Acta Neuropathol* 2015;129:459–61. doi:10.1007/s00401-015-1397-0.
- [28] Barnholtz-Sloan JS, Sloan AE, Davis FG, Vigneau FD, Lai P, Sawaya RE. Incidence proportions of brain metastases in patients diagnosed (1973 to 2001) in the

- Metropolitan Detroit Cancer Surveillance System. *J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol* 2004;22:2865–72. doi:10.1200/JCO.2004.12.149.
- [29] Hakyemez B, Erdogan C, Bolca N, Yildirim N, Gokalp G, Parlak M. Evaluation of different cerebral mass lesions by perfusion-weighted MR imaging. *J Magn Reson Imaging JMRI* 2006;24:817–24. doi:10.1002/jmri.20707.
- [30] Ramsewak DW, Thomas A, Patel SR, Wang A-M, Kilanowski S. Pictorial Review of Pediatric and Adult Primary Posterior Fossa Masses. *Neurographics* 2013;3:70–86. doi:10.3174/ng.2130057.
- [31] Bing F, Kremer S, Lamalle L, Chabardes S, Ashraf A, Pasquier B, et al. [Value of perfusion MRI in the study of pilocytic astrocytoma and hemangioblastoma: preliminary findings]. *J Neuroradiol* 2009;36:82–7. doi:10.1016/j.neurad.2008.09.002.
- [32] Strong JA, Hatten HP, Brown MT, Debatin JF, Friedman HS, Oakes WJ, et al. Pilocytic astrocytoma: correlation between the initial imaging features and clinical aggressiveness. *AJR Am J Roentgenol* 1993;161:369–72. doi:10.2214/ajr.161.2.8333380.
- [33] Cuellar-Baena S, Morales JM, Martinetto H, Calvar J, Sevlever G, Castellano G, et al. Comparative metabolic profiling of paediatric ependymoma, medulloblastoma and pilocytic astrocytoma. *Int J Mol Med* 2010;26:941–8.
- [34] Sugahara T, Korogi Y, Kochi M, Ikushima I, Hirai T, Okuda T, et al. Correlation of MR imaging-determined cerebral blood volume maps with histologic and angiographic determination of vascularity of gliomas. *AJR Am J Roentgenol* 1998;171:1479–86. doi:10.2214/ajr.171.6.9843274.
- [35] Grand SD, Kremer S, Tropres IM, Hoffmann DM, Chabardes SJ, Lefournier V, et al.

- Perfusion-sensitive MRI of pilocytic astrocytomas: initial results. *Neuroradiology* 2007;49:545–50. doi:10.1007/s00234-006-0204-y.
- [36] Sato K, Rorke LB. Vascular bundles and wickerworks in childhood brain tumors. *Pediatr Neurosci* 1989;15:105–10.
- [37] Yamasaki F, Takayasu T, Nosaka R, Amatya VJ, Doskaliyev A, Akiyama Y, et al. Magnetic resonance spectroscopy detection of high lipid levels in intraaxial tumors without central necrosis: a characteristic of malignant lymphoma. *J Neurosurg* 2015;1–10. doi:10.3171/2014.9.JNS14106.
- [38] Cotton F, Ongolo-Zogo P, Louis-Tisserand G, Streichenberger N, Hermier M, Jouvet A, et al. [Diffusion and perfusion MR imaging in cerebral lymphomas]. *J Neuroradiol* 2006;33:220–8.
- [39] Franco C, Caranci F, Arco FD, Cerase A, Lipsis L De, Esposito G, et al. Magnetic resonance features of pyogenic brain abscesses and differential diagnosis using morphological and functional imaging studies: A pictorial essay. *J Neuroradiol* 2014;41:153–67. doi:10.1016/j.neurad.2014.05.004.

Discussion

L'imagerie de perfusion apporte des informations nouvelles sur la vascularisation des tumeurs. Notre étude a rapporté des valeurs de rCBV basses, proche de 1, dans le MB de l'adulte, à l'inverse d'autres tumeurs intra axiales comme les métastases ou les gliomes de haut grade. Les MB desmoplastiques ont rapporté des ratios plus bas que les MB classiques. Cette différence pourrait être expliquée par la matrice de fibro-collagène qui est plus prononcée dans les sous types desmoplastiques.

Choix de la technique de perfusion IRM

Les images de perfusion ont été acquises par la technique de premier passage par injection de produit de contraste (DSC MRI).

Les complexes de gadolinium sont utilisés pour leur effet de susceptibilité magnétique à haute concentration. L'agent de contraste dans les vaisseaux crée des hétérogénéités de champs magnétiques et entraîne une diminution des temps de relaxation T2 dans les tissus environnants.

La diminution de signal enregistrée lors du premier passage de l'agent de contraste dépend de la concentration de l'agent dans le vaisseau, du nombre et du diamètre des vaisseaux par unité de volume, du type de pondération du signal.

L'injection est faite à un débit élevé pour délivrer une quantité de contraste le plus rapidement possible (« bolus »). Elle est concomitante à une acquisition dynamique en T2*, qui mesure le signal avant (ligne de base), pendant et après le passage du bolus.

La qualité des images de perfusion est sensible à plusieurs facteurs : la durée totale d'acquisition (suffisamment d'images de référence avant et après pour englober le premier passage), le bolus doit être injecté le plus rapidement possible pour obtenir la baisse de signal la plus significative (qualité de l'abord veineux, débit d'injection, hémodynamique du patient), les mouvements du patient, le choix du type de séquence (les séquence pondérées écho de gradient T2* ont un meilleur rapport signal sur bruit).

Le paramètre mesuré était le CBV, index de volume sanguin cérébral, déterminé par l'aire

sous la courbe de décroissance du signal. Il s'agit d'une valeur relative, dont le ratio zone pathologique/zone saine sert de référence. La quantification relative nécessite une déconvolution de la fonction d'entrée artérielle afin de prendre en compte le caractère imparfait du bolus de contraste et la fonction cardiaque du patient.

Dans des conditions pathologiques, l'agent de contraste traverse la barrière hémato-encéphalique et entraîne une réduction du T1 des tissus (« effet T1 »), ce qui contamine la perfusion. Pour minorer cet effet, une estimation de la perméabilité a été réalisée en mesurant le K2.

L'autre technique qui consiste à injecter une petite quantité de produit de contraste avant la perfusion dans le but de saturer l'interstitium pour corriger l'effet T1 n'était pas envisageable dans le cadre de cette étude rétrospective.

Choix du post traitement

Dans un premier temps, les mesures avaient été réalisées sur le logiciel de post traitement Neuroperfusion T2* software (Intellispace Portal 7, Philips Medical Systems, Eindhoven, Holland) mais ce logiciel ne permettait pas d'évaluation du K2. L'ensemble des mesures a donc été à nouveau réalisé sur le logiciel Olea Sphere software (Olea medical solutions, La Ciotat, France), avec des résultats concordants. Pour plus de clarté, nous avons choisi de ne pas publier les résultats obtenus avec Intellispace Portal dans l'article.

Choix de la population

Une des limites de cette étude est le faible nombre de patients, qui est principalement expliqué par la rareté du MB chez l'adulte. L'imagerie de perfusion n'est pas encore très utilisée en routine clinique dans les centres d'imagerie français, et encore moins dans le cadre de la pédiatrie. C'est pourquoi notre choix s'est porté sur une population adulte. De plus, les formes desmoplastiques sont plus fréquemment retrouvées chez l'adulte que chez l'enfant.

Limites

En dehors du faible nombre de patients, il faut également évoquer le caractère multicentrique

de cette étude. Il s'agit à la fois d'une force mais également d'une faiblesse puisque les machines et les paramètres d'acquisition de la perfusion différaient d'un centre à l'autre.

Revue de la littérature

L'imagerie de perfusion n'a pas souvent été décrite dans les cas de MB, et concernait essentiellement des études pédiatriques.

En 2006, une étude scanographique au Xenon avait décrit des valeurs basses de flux sanguin et de perméabilité capillaire. Ce travail de l'équipe de Warnke avait montré des valeurs de CBV plus basses dans les MB que dans le parenchyme cérébelleux adjacent sain, ce qui est concordant avec nos résultats dans les MB desmoplastiques.

Plus récemment, deux études pédiatriques ont été réalisées sur l'imagerie de perfusion des tumeurs cérébrales et ont décrit des valeurs plus élevées de rCBV dans les MB.

L'étude de Thompson et al. a été réalisée en utilisant la DSC perfusion associée à une étude de la perméabilité (Ktrans). Deux cas de MB ont été rapportés, avec des rCBV à 3.74 et 4.72, et une perméabilité augmentée dans chaque cas.

L'étude pédiatrique de Yeom KW et al. a été réalisée en utilisant une technique non invasive de perfusion, par marquage de spins (ASL MRI). Cette technique marque les noyaux d'hydrogène de l'eau intra vasculaire artérielle par des impulsions radiofréquences. La différence de signal entre les mesures sans et avec marquage reflète la quantité de sang qui est arrivée dans la région d'intérêt, ce qui permet d'estimer le débit sanguin cérébral. L'avantage de cette technique en pédiatrie est son caractère non invasif (pas de voie veineuse), mais l'inconvénient tient à son plus faible rapport signal sur bruit. Cette étude de Yeom KW et al. a rapporté un ratio moyen de flux sanguin tumoral à 2.87 dans les MB (9 cas, sous types histologiques non précisés).

Ces valeurs diffèrent de nos résultats, mais il faut également considérer la différence de technique et de la différence de population étudiée.

Quelques cas de perfusion dans les MB de l'adulte ont été décrits. L'équipe de Jouanneau avait rapporté un cas de récurrence supra tentorielle, dont le rCBV était élevé à 2. Ces résultats doivent prendre en compte les remaniements post thérapeutiques (chimiothérapie, chirurgie, radiothérapie) et le caractère plus agressif des récurrences tumorales.

Diagnostics différentiels

Malgré la rareté du MB chez l'adulte, cette tumeur doit être discutée dans la gamme diagnostique des masses intra axiales sous tentorielles de l'adulte.

Les métastases sont les tumeurs les plus fréquentes et surviennent dans 15% des cas au niveau du cervelet. Elles apparaissent le plus souvent nodulaires, hypointenses en T1, hyperintenses en T2 avec une large plage d'œdème péri lésionnel, et se rehaussent de manière hétérogène. En perfusion, le rCBV est augmenté et supérieur à 2.

Les gliomes de haut grade sont les tumeurs cérébrales primitives les plus fréquentes de l'adulte, avec un pic d'incidence entre 45 et 70 ans. Elles surviennent très rarement en fosse cérébrale postérieure, et se localisent généralement au niveau du tronc cérébral. L'étude de l'environnement péri lésionnel en IRM multimodale permet de les différencier des métastases cérébrales uniques (œdème vasogénique dans les métastases vs néoangiogénèse caractéristique dans les gliomes de haut grade).

Concernant les tumeurs primitives plus fréquemment retrouvées dans la fosse postérieure chez l'adulte, l'hémangioblastome, l'astrocytome pilocytique (AP) et le lymphome cérébral primitif sont à évoquer.

L'hémangioblastome est une tumeur vasculaire bénigne qui survient entre 20 et 40 ans. Elle peut être purement kystique, mixte ou avec une prédominance tissulaire. Les portions tissulaires prennent le contraste avec une forte élévation du CBV sur les cartographies de perfusion, en rapport avec l'importante prolifération de capillaires décrite en histologie.

A l'inverse, les AP et les lymphomes cérébraux primitifs montrent des valeurs de rCBV basses en perfusion, proches de 1, comme retrouvées dans les cas de MB présentés dans cette étude.

L'AP est une tumeur retrouvée chez l'enfant et le jeune adulte, grade WHO I. Si les caractéristiques en perfusion sont similaires à nos cas de MB, le comportement des AP est différent en diffusion (absence d'hypercellularité) et en spectroscopie (baisse du pic de la choline et élévation du N-acétyl-aspartate).

Le lymphome cérébral primitif survient dans 15% des cas dans la fosse cérébrale postérieure.

Il est caractérisé par une prise de contraste homogène, un large pic de lipides en spectroscopie, un iso ou hyposignal T2 et une restriction de la diffusion, en rapport avec sa nature hypercellulaire. Des valeurs basses de rCBV et une élévation de la perméabilité ont été rapportées. Ce comportement en imagerie de perfusion est expliqué par l'histologie, qui décrit une infiltration et une destruction des parois vasculaires par les cellules lymphomateuses.

Enfin, la radionécrose et les abcès cérébraux font partie de la gamme diagnostique non tumorale à évoquer devant des masses intra axiales avec prise de contraste périphérique. La perfusion a fait ses preuves dans la différenciation des radionécroses vs récidives tumorales (rCBV élevé dans les cas de récidives).

Concernant les abcès, des valeurs basses de CBV ont été décrites au niveau des coques périphériques (riches en collagène).

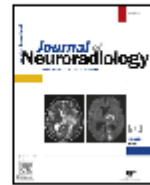
Conclusion

Malgré sa faible incidence chez l'adulte, le médulloblastome doit être considéré dans la gamme diagnostique des tumeurs intra axiales de la fosse cérébrale postérieure. L'imagerie multimodale est essentielle dans la caractérisation des tumeurs cérébrales et nos résultats suggèrent que les médulloblastomes ont des valeurs basses de rCBV, proches de 1, ce qui contraste avec la plupart des autres tumeurs rehaussées de la fosse cérébrale postérieure, comme les métastases, les gliomes de haut grade ou les hémangioblastomes.



Available online at
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
RM consulte
www.rm-consulte.com/en



ORIGINAL ARTICLE

Dynamic susceptibility contrast perfusion imaging in biopsy-proved adult medulloblastoma

Marianne Theillac^a, David Meyronet^b, Julien Savatovsky^c, Nikolaos Makris^d, Salem Hannoun^d, Sylvie Grand^e, François Cotton^{a,d,*}

^a Service de Radiologie, Centre Hospitalier Lyon-Sud, Hospices Civils de Lyon, Chemin du Grand-Revoyet, 69495 Pierre-Bénite, France

^b Centre de Pathologie et de Neuropathologie, Groupement Hospitalier Est, Hospices Civils de Lyon, Bron, France

^c Service de Neuroradiologie, Fondation Ophtalmologique A de Rothschild, Paris, France

^d CREATIS, CNRS UMR 5220 & Inserm U1044, Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne, France

^e Clinique Universitaire de Neuroradiologie et Imagerie, CHU de Grenoble, Grenoble, France

KEYWORDS

Medulloblastoma;
Adult;
Desmoplastic;
Perfusion magnetic
resonance imaging

Summary

Purpose: Medulloblastoma (MB) is a high-grade rare brain tumor in adults, with heterogeneous imaging features and variable enhancing patterns. Diffusion and spectroscopy multimodal imaging have already been described in adult MB, yet perfusion has not been explored. This study aimed to evaluate vascularity in adult classic and desmoplastic MB, using perfusion-weighted dynamic susceptibility contrast (DSC) MRI and histopathology.

Methods: Six histologically proved MB patients were classified as classic ($n = 3$) and desmoplastic ($n = 3$). DSC perfusion MRI was performed in three centers and retrospectively evaluated. Postprocessing included automatic arterial input function, motion and contrast leakage correction. Region of interest (ROI) delineation was performed on three perfusion slices to obtain a total of three cerebral blood volume ratios (rCBV) that were averaged to serve as the main rCBV. Permeability was evaluated on K2 maps.

Results: Low rCBVs were observed in all cases (mean rCBV = 1.19 ± 0.39). rCBV values were lower than 2 for classic MB and lower than 1 for desmoplastic MB. All cases showed an increase of permeability on K2 maps.

Abbreviations: DSC, dynamic susceptibility contrast; MB, Medulloblastoma; PA, Pilocytic Astrocytoma; rCBV, Cerebral Blood Volume ratio; ROI, Region of Interest; WHO, World Health Organization.

* Corresponding author. Service de radiologie, Centre Hospitalier Lyon-Sud, Chemin du Grand-Revoyet, 69495 Pierre-Bénite, France.

Tel.: +33 4 78 86 14 42; fax: +33 4 78 86 65 18.

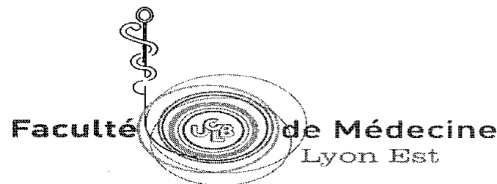
E-mail address: francois.cotton@chu-lyon.fr (F. Cotton).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.neurad.2016.05.002>

0150-9861/© 2016 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Please cite this article in press as: Theillac M, et al. Dynamic susceptibility contrast perfusion imaging in biopsy-proved adult medulloblastoma. J Neuroradiol (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.neurad.2016.05.002>

Conclusions



Nom, prénom du candidat : THEILLAC Marianne

CONCLUSIONS

Le médulloblastome est une tumeur cérébrale de haut grade, rare chez l'adulte, de présentation variable en imagerie par résonance magnétique, avec notamment des modes de rehaussement variables lorsque l'on injecte un complexe de gadolinium. L'imagerie multimodale incluant la diffusion et la spectroscopie ont déjà été décrites dans le médulloblastome de l'adulte, mais la perfusion n'a pas encore été étudiée. Cette étude a évalué l'IRM de perfusion par injection de gadolinium dans le médulloblastome de l'adulte. Ce travail a eu pour but d'évaluer la vascularisation des médulloblastomes classiques et desmoplasiques chez l'adulte, en corrélant l'IRM de perfusion par susceptibilité magnétique (technique de premier passage) avec l'histologie.

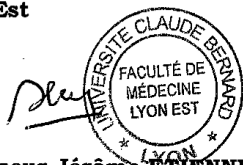
Compte tenu de la rareté de la lésion, le recueil des données d'imagerie et d'histologie ont été réalisés sur 3 centres. Six cas de médulloblastomes prouvés histologiquement ont été répertoriés (n=3 classiques; n=3 desmoplasiques). Les imageries de perfusion IRM, ont été post traitées rétrospectivement sur le logiciel Olea Sphere (Olea medical solutions, La Ciotat, France). Le post traitement comprenait une correction automatique de la fonction d'entrée artérielle, des mouvements et de l'effet T1 (rupture de la barrière hémato encéphalique). Pour chaque patient, trois séries de ROIs ont été positionnées sur trois coupes de perfusion différentes afin d'obtenir trois rCBVs. La moyenne de ces trois rCBVs représentait le rCBV principal. La perméabilité a été évaluée sur les cartographies K2.

Pour tout les patients, les valeurs du rCBVs étaient bas (moyenne rCBV=1.19±0.39). Les rCBVs étaient inférieurs à 2 et inférieurs à 1 pour les médulloblastomes classiques et desmoplasiques respectivement. Sur les cartographies K2, tous les cas ont montré une élévation de la perméabilité.

Ces résultats préliminaires suggèrent que chez l'adulte, les médulloblastomes ont des valeurs de rCBV proches de 1, avec une élévation de la perméabilité. Dans les cas de médulloblastomes desmoplasiques, les valeurs de rCBV sont encore plus basses que dans les cas de médulloblastomes classiques, et pourraient être expliquées par la matrice plus fibreuse des médulloblastomes desmoplasiques. Enfin, cette présentation en IRM de perfusion diffère des valeurs de rCBVs plus élevées et classiquement retrouvées dans les autres tumeurs sous tentorielles rehaussées, comme les métastases, les gliomes de haut grade ou les hémangioblastomes.

Le Président de la thèse,
Nom et Prénom du Président
Signature

VU :
**Le Doyen de la Faculté de Médecine
Lyon-Est**



Professeur Jérôme ETIENNE

VU :
**Pour Le Président de l'Université
Le Président du Comité de
Coordination des Etudes Médicales**



Professeur Jérôme ETIENNE

Vu et permis d'imprimer
Lyon, le **19 JUL. 2016**

THEILLAC Marianne

IRM de perfusion dans le médulloblastome de l'adulte: à propos de six cas histologiquement prouvés

Le médulloblastome (MB) est une tumeur cérébrale de haut grade, rare chez l'adulte, de présentation variable en imagerie par résonance magnétique, avec notamment des modes de rehaussement variables lorsque l'on injecte un complexe de gadolinium. L'imagerie multimodale incluant la diffusion et la spectroscopie ont déjà été décrites dans le MB, mais la perfusion n'a pas encore été étudiée. Cette étude a eu pour but d'évaluer la vascularisation des MB classiques et desmoplasiques chez l'adulte, en corrélant l'IRM de perfusion par susceptibilité magnétique avec l'histologie.

Compte tenu de la rareté de la lésion, le recueil des données d'imagerie et d'histologie ont été réalisés sur 3 centres. Six cas de MB prouvés histologiquement ont été répertoriés (n=3 classiques; n=3 desmoplasiques). Les imageries de perfusion IRM, ont été post traitées rétrospectivement sur le logiciel Olea Sphere (Olea medical solutions, La Ciotat, France). Le post traitement comprenait une correction automatique de la fonction d'entrée artérielle, des mouvements et de l'effet T1 (rupture de la barrière hémato encéphalique). Pour chaque patient, trois séries de ROIs ont été positionnées sur trois coupes de perfusion différentes afin d'obtenir trois rCBVs. La moyenne de ces trois rCBVs représentait le rCBV principal. La perméabilité a été évaluée sur les cartographies K2. Pour tous les patients, les valeurs du rCBVs étaient bas (moyenne rCBV=1.19±0.39). Les rCBVs étaient inférieurs à 2 et inférieurs à 1 pour les MB classiques et desmoplasiques respectivement. Sur les cartographies K2, tous les cas ont montré une élévation de la perméabilité.

Ces résultats préliminaires suggèrent que chez l'adulte, les MB ont des valeurs de rCBV proches de 1, avec une élévation de la perméabilité. Dans les cas de MB desmoplasiques, les valeurs de rCBV sont encore plus basses que dans les cas de MB classiques, et pourraient être expliquées par la matrice plus fibreuse des MB desmoplasiques. Enfin, cette présentation en IRM de perfusion diffère des valeurs de rCBVs plus élevées et classiquement retrouvées dans les autres tumeurs sous tentorielles rehaussées, comme les métastases, les gliomes de haut grade ou les hémangioblastomes.

Medulloblastoma (MB) is a high-grade rare brain tumor in adults, with heterogeneous imaging features and variable enhancing patterns. Diffusion and spectroscopy multimodal imaging have already been described in adult MB, yet perfusion has not been explored. This study aimed to evaluate vascularity in adult classic and desmoplastic MB, using perfusion-weighted dynamic susceptibility contrast (DSC) MRI and histopathology. Six histologically proved MB patients were classified as classic (n=3), desmoplastic (n=3). DSC perfusion MRI was performed in three centers and retrospectively evaluated. Post processing included automatic arterial input function, motion and contrast leakage correction. Region of interest (ROI) delineation was performed on three perfusion slices to obtain a total of three cerebral blood volume ratios (rCBV) that were averaged to serve as the main rCBV. Permeability was evaluated on K2 maps.

Low rCBVs were observed in all cases (mean rCBV=1.19 ±0.39). rCBV values were lower than 2 for classic MB and lower than 1 for desmoplastic MB. All cases showed an increase of permeability on K2 maps. Our preliminary results suggest MB to have rCBV values close to 1 and an increase of permeability on DSC perfusion imaging, especially in desmoplastic cases, which could be explained by fibrous matrix. Such perfusion pattern contrasts with other enhancing sub-tentorial tumors such as metastasis, high grade gliomas or hemangioblastomas.

MOTS CLES

médulloblastome, adulte, desmoplasique, imagerie de perfusion, perfusion par susceptibilité magnétique

JURY

Président : Pr COTTON F.
Membres : Pr BERTHEZENE Y.
Pr DOUEK P.
Pr DUCRAY F.

DATE DE SOUTENANCE 15 Septembre 2016

ADRESSE DE L'AUTEUR 27 Rue Ney 69006 LYON