



HAL
open science

**Étude préliminaire sur l'amélioration de la
caractérisation de l'épaississement de la paroi intestinale
dans l'abdomen aigu non traumatique chez l'adulte :
valeur ajoutée de la TDM non injectée et de la
cartographie de l'iode à énergie unique**

Sophie Boyer

► **To cite this version:**

Sophie Boyer. Étude préliminaire sur l'amélioration de la caractérisation de l'épaississement de la paroi intestinale dans l'abdomen aigu non traumatique chez l'adulte : valeur ajoutée de la TDM non injectée et de la cartographie de l'iode à énergie unique. Médecine humaine et pathologie. 2020. hal-03298105

HAL Id: hal-03298105

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03298105>

Submitted on 20 Apr 2022

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

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



AVERTISSEMENT

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

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

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

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

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

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

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

2020

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement

dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

Par

Sophie BOYER

Le 30/10/2020

Étude préliminaire sur l'amélioration de la caractérisation de l'épaississement de la paroi intestinale dans l'abdomen aigu non traumatique chez l'adulte : valeur ajoutée de la TDM non injectée et de la cartographie de l'iode à énergie unique

Membres du jury :

M. Alain BLUM	Professeur	Président du Jury
M. Pedro Augusto GONDIM TEIXEIRA	Professeur	Directeur de Thèse
Mme. Manuela PEREZ	Professeur	Juge
M. Charles LOMBARD	Docteur en médecine	Juge



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**



FACULTÉ de MÉDECINE
NANCY

**Président de l'Université de Lorraine :
Professeur Pierre MUTZENHARDT**

**Doyen de la Faculté de Médecine :
Professeur Marc BRAUN**

**Vice-doyenne
Pr Laure JOLY**

Assesseurs :

Premier cycle : Dr Nicolas GAMBIER
Deuxième cycle : Pr Antoine KIMMOUN
Troisième cycle : Pr Laure JOLY
Formation à la recherche : Pr Nelly AGRINIER
Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER
CUESim : Pr Stéphane ZUILY
SIDES : Dr Julien BROSEUS
Vie Facultaire : Dr Philippe GUERCI
Etudiant : Mme Audrey MOUGEL

Chargés de mission

Docimologie : Dr Jacques JONAS
Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER
PACES : Pr Mathias POUSSEL
Relations internationales : Pr Jacques HUBERT

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

=====

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

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

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Etienne ALIOT - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Henry COUDANE - Gilbert FAURE - Alain LE FAOU - Thierry MAY Patrick NETTER - Luc PICARD - François PLENAT - Paul VERT - Jean-Pierre VILLEMOT - Faiez ZANNAD

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^e Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

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

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

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

Professeur Christo CHRISTOV

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

Professeur Guillaume GAUCHOTTE

43^e Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

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

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

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

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD –

Professeure Valérie CROISÉ - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Benjamin GORY –

Professeur Damien MANDRY - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

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

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

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur David MEYRE - Professeur Bernard NAMOUR –

Professeur Jean-Luc OLIVIER - Professeur Abderrahim OUSSALAH

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

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur Mathias POUSSEL

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

Professeure Véronique DECOT-MAILLERET

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

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

45^e Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

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

Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

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

Professeure Marie MACHOUART

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

Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

46^e Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

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

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

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

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

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

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

Professeur Pierre FEUGIER

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

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

Professeur Guillaume VOGIN

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

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

4^e sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

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

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

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

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

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY –
Professeur Antoine KIMMOUN

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

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

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

Professeur Nicolas GIRERD - Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL

5^e sous-section : (*Médecine d'urgence*)

Professeur Tahar CHOUIHED

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

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

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

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

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

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

Professeur Vincent LAPREVOTE - Professeur Raymund SCHWAN

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

Professeur Bernard KABUTH

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

Professeur Jean PAYSANT

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

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

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLÉ

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

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

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

Professeure Anne-Claire BURSZTEJN

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

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

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

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

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

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET –
Professeur Yves JUILLIÈRE -

Professeur Batic POPOVIC - Professeur Nicolas SADOUL

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

Professeur Juan-Pablo MAUREIRA - Professeur Stéphane RENAUD

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

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

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

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

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

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeure Adeline GERMAIN

3^e sous-section : (*Néphrologie*)

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

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

Professeur Pascal ESCHWÈGE - Professeur Jacques HUBERT

53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

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

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY
Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

3° sous-section : (Médecine générale)

Professeur Jean-Marc BOIVIN - Professeur Paolo DI PATRIZIO

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

1^{re} sous-section : (Pédiatrie)

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

2° sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

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

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

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

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

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

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER - Professeure Cécile RUMEAU

2° sous-section : (Ophtalmologie)

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD

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

Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

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

Professeur Walter BLONDEL

64° Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

65° Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeure Céline HUSELSTEIN

66° Section : PHYSIOLOGIE

Professeur Nguyen TRAN

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

53° Section, 3° sous-section : (Médecine générale)

Professeure associée Sophie SIEGRIST

Professeur associé Olivier BOUCHY

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

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

Docteur Bruno GRIGNON

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

Docteure Isabelle KOSCINSKI

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

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

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN –

Docteure Catherine MALAPLATE - Docteur Marc MERTEN

2° sous-section : (Physiologie)

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Jacques JONAS

45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

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

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

2° sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)

Docteure Anne DEBOURGOGNE

46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

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

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE

Docteur Arnaud FLORENTIN - Docteur Jonathan EPSTEIN (stagiaire)

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

Docteure Isabelle THAON

47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

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

Docteur Julien BROSEUS – Docteure Maud D’AVENI

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

Docteure Lina BOLOTINE

3° sous-section : (*Immunologie*)

Docteure Alice AARNINK

4° sous-section : (*Génétique*)

Docteure Céline BONNET - Docteure Mathilde RENAUD (stagiaire)

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

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

Docteur Philippe GUERCI

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

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

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

2° sous-section : (*Neurochirurgie*)

Docteur Fabien RECH

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

Docteur Thomas SCHWITZER

4° sous-section : (*Pédopsychiatrie ; addictologie*)

Docteur Fabienne ROUYER-LIGIER (stagiaire)

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

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

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

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

Docteur Fabrice VANHUYSE

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

Docteure Nicla SETTEMBRE

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

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

Docteur Anthony LOPEZ

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

1° sous-section : (*Pédiatrie*)

Docteure Cécile POCHON (stagiaire)

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

Docteure Éva FEIGERLOVA

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

Docteur Mikaël AGOPIANTZ

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

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

Docteur Patrice GALLET

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^e Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

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

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19^e Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

63^e Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE, ÉLECTRONIQUE, PHOTONIQUE ET SYSTÈMES

Madame Pauline SOULET LEFEBVRE (stagiaire)

64^e Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^e Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

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

69^e Section : NEUROSCIENCES

Madame Sylvie MULTON

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

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

Docteur Cédric BERBE

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)

Brown University, Providence (U.S.A)

Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)

Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)

Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)

Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)

Université d'Helsinki (FINLANDE)

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)

Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)

Professeur Daniel G. BICHET (2001)

Université de Montréal (Canada)

Professeur Marc LEVENSTON (2005)

Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)

Université de Dundee (Royaume-Uni)

Professeur Yunfeng ZHOU (2009)

Université de Wuhan (CHINE)

Professeur David ALPERS (2011)

Université de Washington (U.S.A)

Professeur Martin EXNER (2012)

Université de Bonn (ALLEMAGNE)

REMERCIEMENTS

A MON MAITRE ET PRESIDENT DU JURY

Monsieur le Professeur Alain BLUM

Professeur des Universités en Radiologie et Imagerie Médicale au CHRU de Nancy

Praticien Hospitalier et Chef du Service d'Imagerie GUILLOZ

Je vous remercie de me faire l'honneur de présider ma thèse de Docteur en médecine.

Vous m'avez transmis le goût de l'imagerie ostéoarticulaire.

J'ai pu découvrir, apprendre et approfondir mes connaissances dans cette spécialité au sein de votre service et j'ai eu le privilège de bénéficier de votre enseignement.

Je vous remercie pour votre bienveillance, vos conseils et votre disponibilité tout au long de mon apprentissage.

Veillez recevoir mon plus profond respect et l'expression de ma sincère gratitude.

A MON MAITRE ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le Professeur Pedro Augusto GONDIM TEIXEIRA

Professeur des Universités en Radiologie et Imagerie Médicale au CHRU de Nancy

Praticien Hospitalier dans le service d'Imagerie GUILLOZ

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en ayant accepté de superviser ce travail de thèse.

Je suis honorée de la confiance que vous m'avez accordée tout au long de ce travail et tout au long de mon internat, et j'espère avoir été à la hauteur.

Vos connaissances, votre sens de la précision et votre gentillesse sont une source d'inspiration pour nous tous.

J'espère pouvoir vous témoigner par ce travail, ma sincère gratitude.

A MON MAITRE ET JUGE

Madame la Professeure Manuela PEREZ

Professeure des Universités en Chirurgie et Anatomie au CHRU de Nancy

Praticien Hospitalier du Service de Chirurgie Générale et des Urgences

C'est un honneur de vous avoir parmi les membres de mon jury.

Je vous remercie d'avoir accepté de lire et de juger mon travail, j'espère qu'il a suscité votre intérêt.

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

A MON MAITRE

Monsieur le Professeur Denis REGENT

Professeur des Universités en Radiodiagnostic et Imagerie Médicale au CHRU de Nancy

C'est un honneur d'avoir pu profiter de vos connaissances, de votre goût pour la précision et les examens bien faits.

Je vous remercie pour votre œil critique sur mon travail et pour vos conseils.

Et je suis heureuse d'avoir pu apprendre à vos côtés, comme mon père il y a quelques années.

Veillez recevoir mon plus profond respect et l'expression de ma sincère gratitude.

A MON MAITRE ET JUGE

Monsieur le Docteur Charles LOMBARD

Docteur en Radiodiagnostic et Imagerie Médicale dans le service d'Imagerie GUILLOZ

Je vous remercie de me faire l'honneur d'être l'un des membres de mon jury et d'avoir participé à la réalisation de ce travail.

Je suis heureuse de pouvoir continuer mon apprentissage et ma formation avec vous car c'est un plaisir de travailler et d'apprendre à vos côtés.

Je vous remercie pour votre disponibilité, votre gentillesse et vos nombreux conseils avisés.

Veillez recevoir mon plus profond respect et l'expression de ma sincère gratitude.

A MON MAITRE

Monsieur le Docteur Matthias LOUIS

Docteur en Radiodiagnostic et Imagerie Médicale dans le service d'Imagerie GUILLOZ

Je vous remercie de m'avoir initiée et de m'avoir donné goût à la radiologie interventionnelle.

C'est à vous que je dois mes connaissances dans ce domaine et mes progrès, et j'espère pouvoir un jour avoir au moins un peu de votre connaissance et de votre savoir-faire.

C'est un honneur et un plaisir d'apprendre à vos côtés.

Veillez recevoir mon plus profond respect et l'expression de ma sincère gratitude.

A MES MAITRES D'INTERNAT

Monsieur le Professeur René ANXIONNAT

Monsieur le Professeur Alain BLUM

Monsieur le Professeur Serge BRACARD

Monsieur le Professeur Marc BRAUN

Monsieur le Professeur Michel CLAUDON

Monsieur le Professeur Pedro Augusto GONDIM TEIXEIRA

Madame le Professeure Valérie LAURENT

Monsieur le Professeur Damien MANDRY

Monsieur le Professeur Denis REGENT

Monsieur le Professeur Cyril SCHWEITZER

Et à tous leurs collaborateurs :

- *Aux membres de l'équipe de GUILLOZ :*
Anne, Charles, Aymeric, Ayla, Gauthier, Pierre J, Romain, Edouard et Hassan et aux plus anciens, Anne-Sophie, Chloé, Pierre P, Jacques et Waled.
- *Aux membres de l'équipe de Brabois :*
Xavier, Isabelle, Damien, Matthieu et Marie, messieurs BAZIN et BOCCACCINI ainsi qu'Adrien, Alix, Marina et Andrea
- *Aux membres de l'équipe de neuroradiologie :*
Emmanuelle, Sophie, Marion, Sophie, Liang, Anne-Laure et Jean EVEN
- *Aux membres de l'équipe de radiologie pédiatrique :*
Marie-Agnès GALLOY et Frédéric GEISSLER
- *Aux membres des équipes de néonatalogie de Metz-Mercy et de pédiatrie du CHU de Nancy et du centre hospitalier de Forbach.*

A MA FAMILLE

A Guillaume, avec tout mon amour,

A Marie et Julie, mes sœurs, les deux femmes de ma vie,

A mes parents, Laurence et Bruno, merci pour votre soutien inconditionnel et votre amour indéfectible,

A mes grands-mères, Agnès et Lucette, pour leur tendresse et leur patience,

A mes grands-pères, Georges et Jean-Pierre, partis trop tôt, j'espère qu'ils seraient fiers,

A mes cousins et cousines, leurs conjointes et conjoints et leurs enfants pour les moments de bonheur partagés et ceux à venir,

A mes oncles et tantes,

A Guillaume O, qui je suis sûre, ne s'attendait pas à apparaître ici.

A MES AMIS

Les plus anciens et non les moindres, Juliette, Sarah, Marie et Coraline,

A ceux rencontrés à la faculté, Alexandra et Matthias, Charlotte C, Mathilde, Pierre-Antoine, Robin et Anne-Sophie,

A ceux redécouverts ou rencontrés lors de l'internat, Charlotte J, Alix et Margaux,

A mes co-internes de radiologie, qui embellissent tous les jours de stage, Romain D, Andrea, Nicolas D, Charline, Emmanuel, Lauriane, François R et François A, Adrien, Olivier, Mehdi, Adrien, Tanguy, Aurélie, Pierre W, Samir, Jean-Michel, Victoria, Eve, Margaux et Emeline... et à tous les autres !

Aux anciennes co-internes devenues cheffes de clinique qui ont marqué mon parcours, Solène, Julia et Ayla,

Aux amis de Guillaume devenus mes amis, Antoine et Juliette, Anne-Charlotte et Louis, Vincent, Edouard,

Et plus particulièrement,

A Laure, la plus ancienne et l'une de mes plus fidèles amies,

A Jean-Félix, le plus attentionné et le plus persévérant de tous,

A Jeanne, que je finis toujours par retrouver,

A Céline, la plus incroyable rencontre de ces dernières années,

A Hélène, qui a partagé mes débuts en radiologie et dont le soutien est infaillible,

A Camille G, toujours présente même à l'autre bout de la France.

Et aussi

A tous les membres de l'équipe de manipulateurs de GUILLOZ, et notamment à Valérie L qui m'a aidée dans la réalisation de mon travail,

A tous les membres de l'équipe de manipulateurs de Brabois, et plus particulièrement à Typhelle, Hélène et Marion,

A tous les membres de l'équipe de manipulateurs de Neuroradiologie et plus particulièrement à Stéphanie et Amélie,

A tous les membres de l'équipe de manipulateurs de l'Hôpital d'Enfants,

Aux infirmières de ces différents services et plus particulièrement Pascale et Séverine,

A tous ceux qui ont un jour croisé mon chemin.

SERMENT

«**A**u moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure

d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés. J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque».

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS	21
INTRODUCTION	22
1. Douleurs abdominales aiguës non traumatiques	22
1.1. Définitions	22
1.2. Epidémiologie	23
1.3. Prise en charge.....	23
2. Epaissement pariétal digestif en scanner	26
2.1. Définition.....	26
3. Rehaussement pariétal digestif en scanner	27
3.1. Définition.....	27
4. Protocole d'acquisition Scanner.....	29
4.1. Protocole standard du service d'Imagerie GUILLOZ.....	29
4.2. Single Energy Iodine Mapping (SIM).....	30
4.3. Place actuelle de l'acquisition sans injection.....	33
5. Bibliographie de l'introduction.....	34
ARTICLE ORIGINAL	36
Abstract	37
Introduction.....	38
Materials and methods	39
Results.....	42
Discussion	44
Tables.....	46
Figures and legends	48
Références.....	52
CONCLUSION	54

LISTE DES ABREVIATIONS

CT : Computed Tomography

DLP : Dose-Length Product

FN : False Negative

FP : False Positive

HU : Hounsfield Unity

IRB : Institutional Review Board

Infec : Infectious

Inflam : Inflammatoire

mg : milligramme

mGy : milliGray

ml : millilitre

ROI : Region Of Interest

Se : Sensitivity

SIM : Single energy Iodine Map

Sp : Specificity

SPECT : Single Photon Emission Tomography

TN : True Negative

TP : True Positive

INTRODUCTION

1. Douleurs abdominales aiguës non traumatiques

1.1. Définitions

Les **douleurs abdominales aiguës non traumatiques** ont été définies dans la littérature comme des douleurs abdominales sans origine post-traumatique évoluant au maximum pendant 5 jours (1). Différents termes peuvent être utilisés dans la littérature pour parler de douleurs abdominales aiguës tels que « abdomen aigu » ou « abdomen chirurgical ». Les origines traumatiques sont principalement représentées par les accidents de voiture et les accidents sportifs (2).

Les douleurs abdominales aiguës non traumatiques peuvent être causées par différentes causes telles que les infections (appendicite, sigmoïdite, colite ou gastro-entérite), les pathologies inflammatoires (maladie de Crohn, recto-colite hémorragique), les syndromes occlusifs ou encore les ischémies. Ces différentes étiologies varient en termes de sévérité et de morbidité. Toutes les étiologies de douleurs abdominales aiguës ne nécessitent pas de traitement immédiat qu'il soit médical ou chirurgical. Ainsi les étiologies non urgentes ont été définies comme ne requérant pas de traitement dans les 24 heures et les étiologies urgentes comme nécessitant un traitement dans les 24 heures après le diagnostic (1).

Colite : inflammation de la muqueuse du côlon pouvant s'étendre du rectum au côlon proximal, d'origine infectieuse (bactérienne ou virale principalement) ou inflammatoire (recto-colite hémorragique, maladie de Crohn) (3).

Ischémie mésentérique : interruption du flux sanguin d'une ou plusieurs portions de l'intestin grêle, par un mécanisme embolique, thrombotique ou un bas débit, pouvant entraîner un infarctus et la nécrose de l'intestin, potentiellement mortelle (4).

1.2. Epidémiologie

Les douleurs abdominales aiguës non traumatiques sont une cause fréquente de consultation aux services des urgences et/ou chez le médecin généraliste. Elles représentent environ 10% des motifs de consultation dans les services d'urgences (1), pour un total de 21 millions de consultations en France en 2016.

Dans 55% ces cas environ, l'origine de la douleur sera médicale (cholécystite aiguë, pancréatite aiguë, diverticulite).

Un tiers environ des douleurs abdominales aiguës sont d'origine chirurgicale (appendicite aiguë).

Dans un quart des cas aucune étiologie ne sera retrouvée aux douleurs abdominales aiguës (5).

1.3. Prise en charge

Ischémie mésentérique :

Elle représente environ 0,1% des admissions hospitalières et 1% des admissions pour tableau « d'abdomen aigu » (6).

La prise en charge d'une ischémie mésentérique est toujours une urgence médicale et souvent une urgence chirurgicale. Il a été décrit dans la littérature que l'un des facteurs pronostics les plus importants était la rapidité du diagnostic et celle du début de la prise en charge thérapeutique (7).

Le traitement médical commun à tout tableau d'ischémie mésentérique est l'équilibration des électrolytes et le maintien d'un état hémodynamique stable. Un traitement par anticoagulant ou antiagrégant plaquettaire peut être mis en place en fonction de l'origine (veineuse ou artérielle) et de la chronicité de l'atteinte.

En cas d'occlusion artérielle aiguë le traitement étiologique repose sur la revascularisation des vaisseaux occlus. Plusieurs techniques sont envisageables en fonction de l'état du patient et de la gravité des lésions : voie endovasculaire ou prise en charge chirurgicale.

Une prise en charge chirurgicale peut également être nécessaire pour effectuer la résection des zones nécrosées (7).

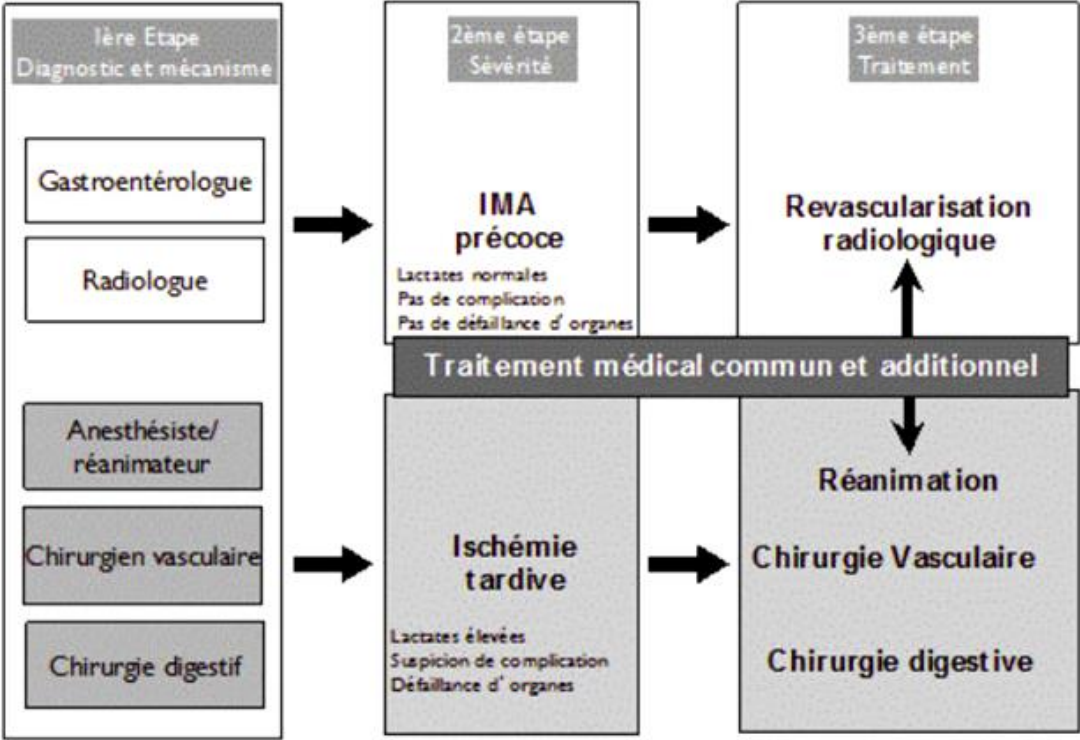


Figure 1 : Organisation de la prise en charge thérapeutique de l'ischémie mésentérique aiguë artérielle occlusive (8).

Colite aiguë :

La prise en charge d'une colite aiguë repose sur la rééquilibration hydroélectrolytique par voie orale ou intra-veineuse, la prise en charge de la douleur, la réalisation de prélèvements à visée diagnostique et bactériologique (coprocultures) et la mise en place d'une bi-antibiothérapie probabiliste per os si possible (METRONIDAZOLE et CIPROFLOXACINE).

L'hospitalisation peut être nécessaire en cas de signes de gravité (instabilité hémodynamique, perforation digestive ou patient immunodéprimé).

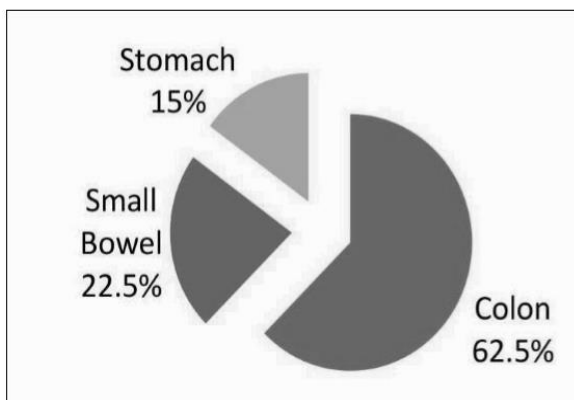
La recherche d'arguments cliniques et paracliniques en faveur d'une origine inflammatoire devra également être réalisée afin de pouvoir mettre en place un traitement de fond adapté (9).

2. Épaississement pariétal digestif en scanner

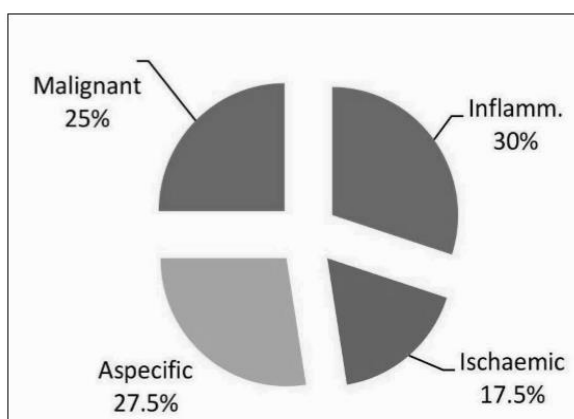
2.1. Définition

En imagerie en coupe, l'épaisseur de la paroi de l'intestin grêle ne doit pas excéder 3 mm. La paroi du côlon doit mesurer entre 1 et 2 mm lorsqu'il est distendu et peut mesurer jusqu'à 5 mm lorsque la lumière digestive est collabée (10).

L'épaississement pariétal digestif en scanner a une bonne sensibilité. Il permet facilement d'évoquer une pathologie digestive sous-jacente mais il n'est pas spécifique. En effet, un épaississement pariétal digestif peut être secondaire aussi bien à une pathologie sévère comme les lymphomes, les tumeurs solides et les ischémies mésentériques qu'à des pathologies de meilleur pronostic comme les colites infectieuses ou les pathologies inflammatoires (10).



Pourcentage d'épaississement pariétal selon le site du tractus digestif



Pourcentage d'épaississement pariétal digestif par étiologie

Figure 2 : Répartition des épaissements pariétaux digestifs en fonction de leur localisation et de leur étiologie (11).

3. Rehaussement pariétal digestif en scanner

3.1. Définition

En imagerie, la présence d'un épaissement pariétal digestif étant très sensible mais non spécifique, d'autres signes plus performants ont été étudiés et décrits dans la littérature pour différencier les différentes pathologies intestinales, tels que le rehaussement de la paroi du tube digestif.

Le rehaussement se mesure en Unités Hounsfield (UH).

La paroi digestive se rehausse après injection de produit de contraste iodé et ce précocement, puisque dès le temps artériel, il y a une prise de contraste pariétale qui perdure ensuite au temps portal (12).

En 2016, une étude a montré que l'absence de rehaussement ou un défaut de rehaussement d'un segment intestinal épaissi, était le meilleur signe pour diagnostiquer une ischémie mésentérique (12).

Concernant les maladies inflammatoires telles que la maladie de Crohn, des études ont montré une augmentation significative de la prise de contraste de la paroi intestinale chez des patients atteints, bien qu'ils ne présentaient pas d'épaississement pariétal significatif (13).



Femme de 52 ans, suivie pour une maladie de Crohn actuellement en poussée aiguë, incluse dans notre groupe patient.

Scanner axial sans injection (A) et après injection au temps portal (B). Epaissement pariétal du segment digestif pathologique associé à une prise de contraste intense (flèches rouges) comparativement au segment sain (flèches jaunes) : 98 UH versus 85 UH.

4. Protocole d'acquisition Scanner

4.1. Protocole standard du service d'Imagerie GUILLOZ

Le scanner abdomino-pelvien injecté est devenu l'examen de 1ere intention pour l'exploration diagnostique des douleurs abdominales aiguës de l'adultes (2,5).

Le patient est installé en décubitus dorsal sur la table du scanner.

Il faut éloigner au maximum les objets métalliques, positionner si possible le patient avec les bras au-dessus de la tête

Les topogrammes de face et de profil seront réalisés depuis les bases pulmonaires jusqu'aux têtes fémorales.

L'acquisition est réalisée en mode hélicoïdal et suit une progression cranio-caudale.

On utilise des reconstructions en « filtre mou » pour explorer l'ensemble des viscères et donc le tractus digestif. Les reconstructions en « filtre dur » sont préférées pour l'exploration des structures osseuses et du parenchyme pulmonaire.

Pour une étude abdomino-pelvienne, nous effectuons dans notre service une première acquisition sans injection et une seconde acquisition 80 secondes après l'injection du produit de contraste iodé.

Il est recommandé de réduire les mAs au maximum et de maintenir des kV suffisants (100-120kV selon la corpulence du patient). L'injection de produit de contraste est également réalisée en fonction de la corpulence du patient selon la formule de 2.5 mL /kg et à un débit d'environ 2.5mL/seconde.

4.2. Single Energy Iodine Mapping (SIM)

But :

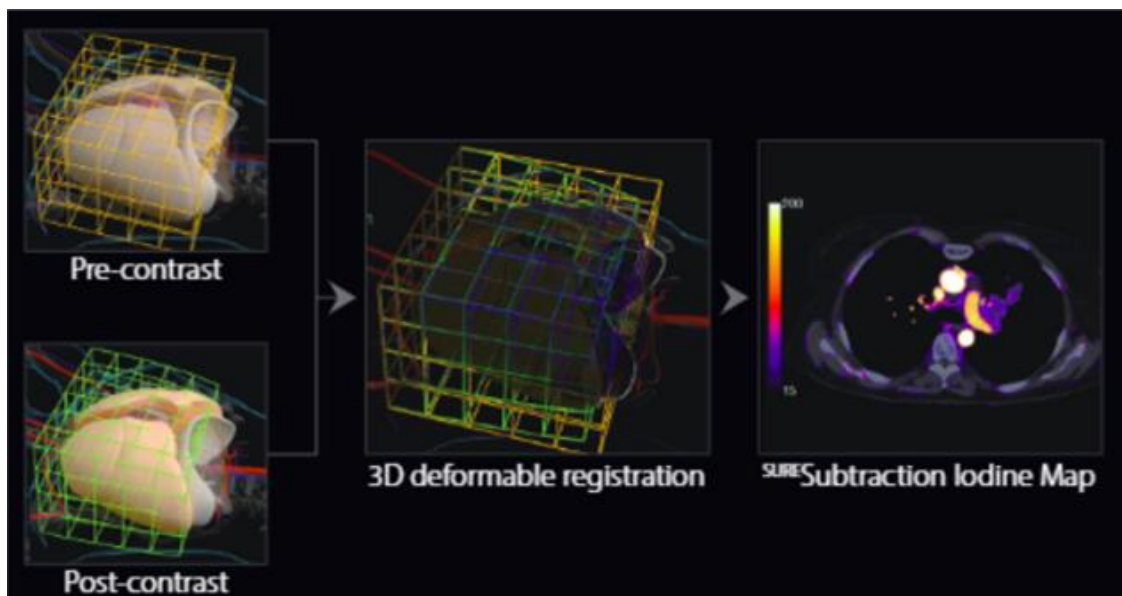
Ajouter la puissance diagnostique des cartographies iodées de couleurs (flux sanguin) à tous les scanners abdomino-pelviens multi-phases réalisés en routine avec une application de soustraction iodée.

Les cartographies iodées en couleurs améliorent la visualisation des faibles différences de densités en échelle de gris et mesurées en Unités Hounsfield, en mettant en évidence les différences locales de perfusion.

Technologie :

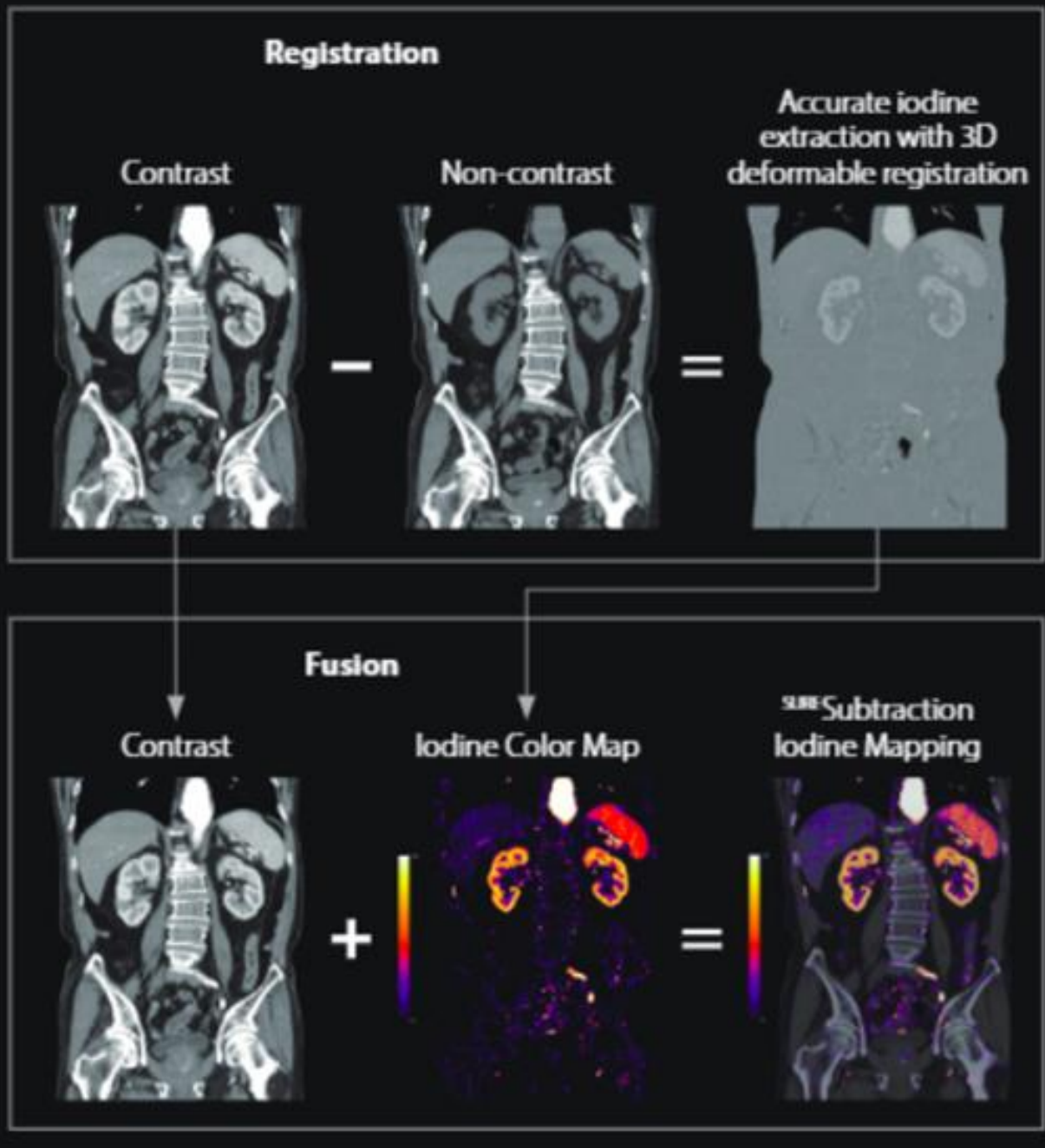
Le single energy iodine mapping (SIM) est un algorithme de reconstruction semi-rigide, soit un algorithme d'enregistrement déformable en 3D qui permet de compenser les mouvements du patient, afin de garantir une extraction précise du signal iodé.

Les images reconstruites sont superposées à l'acquisition obtenue après injection de produit de contraste, sous forme d'une superposition de couleurs.



Courtoisie de Canon medical systems corporation

Iodine Mapping SCT



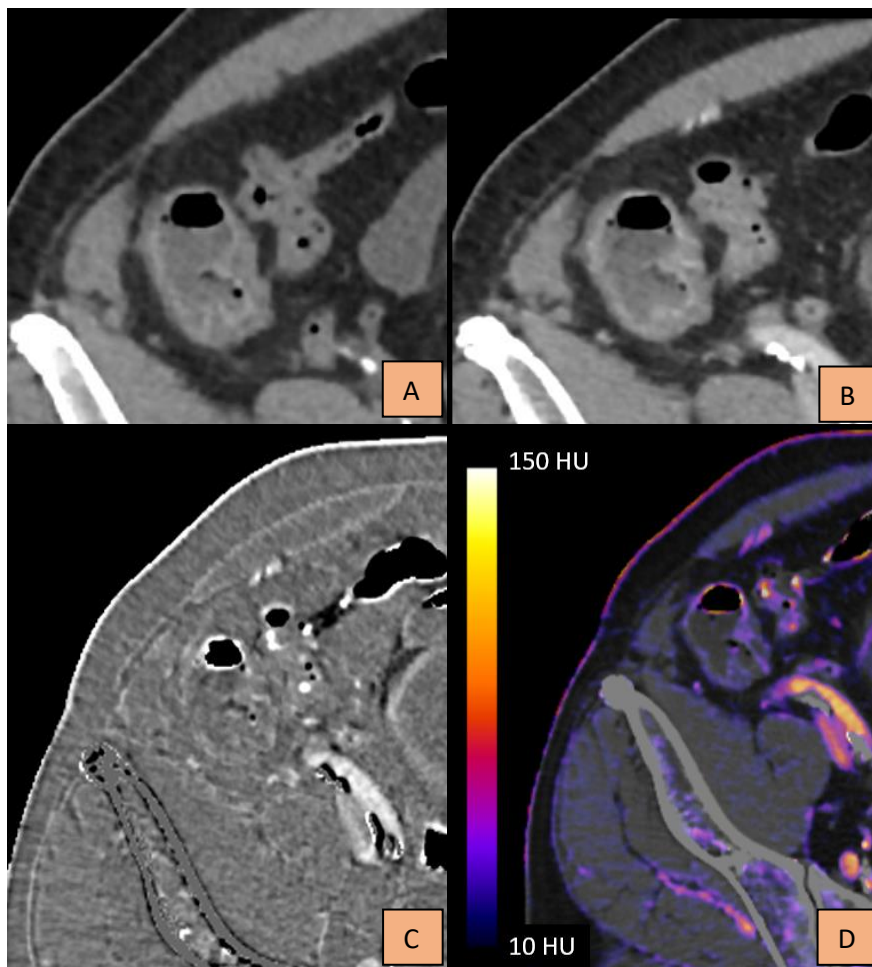
Courtoisie de Canon medical systems corporation

Application à notre étude :

L'acquisition en échelle de gris en Unités Hounsfield (UH) a été utilisée pour réaliser une étude quantitative du rehaussement.

L'échelle de couleurs a permis une analyse visuelle et qualitative de la concentration iodée des différents tissus après injection.

Le single energy iodine mapping était lancé automatiquement par le manipulateur en charge de l'examen pour chaque scanner abdomino-pelvien injecté et réalisé dans notre service.



Homme de 63 ans : cholécystite aiguë non compliquée inclus dans le groupe contrôle de notre étude. Pas d'épaississement pariétal digestif en scanner. (A) Scanner axial sans injection et (B) acquisition axiale à la phase portale. (C) acquisition en échelle de gris en Unités Hounsfield après l'algorithme Single Energy iodine Mapping. (D) acquisition en échelle de couleurs après l'algorithme de reconstruction SIM.

4.3. Place actuelle de l'acquisition sans injection

Il n'y a, à ce jour, pas de consensus concernant la réalisation systématique d'une acquisition sans injection de produit de contraste, lors d'un scanner abdomino-pelvien réalisé pour douleur abdominale aiguë non traumatique chez l'adulte, et ce bien que le scanner soit considéré comme le gold standard.

Certains auteurs suggèrent qu'une simple acquisition sans injection est suffisante pour identifier la cause de la douleur abdominale, tandis que d'autres indiquent que le rehaussement après injection de produit du contraste est une caractéristique importante pour la différenciation entre les causes inflammatoires, ischémiques, néoplasiques et pour l'évaluation de l'activité inflammatoire. (14-17).

Par exemple, concernant la prise en charge et le diagnostic d'une ischémie mésentérique, des études ont montré que l'acquisition sans injection permet d'apporter des éléments sémiologiques en faveur du diagnostic, tels que l'hémorragie sous muqueuse spontanément hyperdense ou la visualisation du thrombus, mais qu'elle n'est pas nécessaire pour diagnostiquer l'ischémie mésentérique aiguë, car l'absence de rehaussement pariétal (signe le plus spécifique) du segment intestinal pathologique peut être facilement comparé au rehaussement d'un segment intestinal sain (18).

5. Bibliographie de l'introduction

- 1- Gans, S. L., Pols, M. A., Stoker, J., & Boermeester, M. A. (2015). *Guideline for the Diagnostic Pathway in Patients with Acute Abdominal Pain. Digestive Surgery, 32(1), 23–31.*
- 2- Heiken, J. P., Katz, D. S., & Menu, Y. (2018). *Emergency Radiology of the Abdomen and Pelvis: Imaging of the Non-traumatic and Traumatic Acute Abdomen. Diseases of the Abdomen and Pelvis 2018-2021, 123–143.*
- 3- Mahesh Gajendran, Priyadarshini Loganathan, Guillermo Jimenez, Anthony P. Catinella, Nathaniel Ng, Chandraprakash Umapathy et al. *A comprehensive review and update on ulcerative colitis. Disease-a-month, Volume 65, Issue 12, 2019 Jan.*
- 4- Miklosh Bala, Jeffry Kashuk, Ernest E. Moore, Yoram Kluger, Walter Biffi, Carlos Augusto Gomes et al., *Acute mesenteric ischemia : guidelines of the world society of emergency surgery. World Journal of Emergency Surgery (2017) 12:38*
- 5- Gianfranco Cervellin, Riccardo Mora, Andrea Ticinesi, Tiziana Meschi, Ivan Comelli, Fausto Catena et al., *Epidemiology and outcomes of acute abdominal pain in a large urban Emergency Department: retrospective analysis of 5,340 cases, Ann Transl Med 2016;4(19):362*
- 6- Richard M. Gore, Vahid Yaghmai, Kiran H.Thakrar, Jonathan W. Berlin, Uday K. Mehta, Geraldine M. Newmark, et al. (2008) *Imaging in Intestinal Ischemic Disorders. Radiologic Clinics of North America, Volume 46(5), 845–875.*
- 7- Daniel G.Claire, Jocelyn M.Beach, (2016) *Mesenteric Ischemia. New England Journal of Medicine, 374(10), 959–968.*
- 8- Olivier Corcos, Yoram Bouhnik, *L'ischémie mésentérique aiguë, Post'U (2013) 177-188*
- 9- Laurent Siproudhis, *Conduite à tenir lors d'un premier épisode de colite aiguë, Société Nationale Française d'hépatogastro-entérologie, 2014*

- 10- Fernandes T, Oliveira MI, Castro R, Araújo B, Viamonte B, Cunha R. Bowel wall thickening at CT: simplifying the diagnosis. *Insights Imaging*. 2014 Jan 10;5(2):195–208.
- 11- Iadicola D, P.D Marco, S.Bonventre (2018). Bowel wall thickening: inquire or not inquire? *Il giornale di chirurgia*, 39(1), 41-44.
- 12- Anh Minh Chuong, Lucie Corno, Hélène Beaussier, & Marc Zins, (2016). Assessment of Bowel Wall enhancement for the Diagnosis of intestinal ischemia in Patients with small Bowel Obstruction: Value of Adding Unenhanced CT to Contrast-enhanced CT. *Radiology* 280(1), 98-107.
- 13- Yu Bao Liu, Chang Hong Liang, Zhong Lin Zhang, Biao Huang, Han Bin Lin, Yuan Xin Yu et al. (2006). Crohn disease of small bowel: multidetector row CT with CT enteroclysis, dynamic contrast enhancement, CT angiography, and 3D imaging. *Abdominal Imaging*, 31(6), 668–674.
- 14- Basak S, Nazarian LN, Wechsler RJ, Parker L, Williams BD, Lev-Toaff AS, et al. Is unenhanced CT sufficient for evaluation of acute abdominal pain? *Clin Imaging*. 2002 Dec;26(6):405–7.
- 15- Tapasvi C, Prajapati N, Madhok R, Gupta AK, Taneja V, Aggarwal A. Evaluation of bowel wall thickening by computed tomography to differentiate benign from malignant lesions. *J Clin Diagn Res JCDR*. 2014 Nov;8(11):RC09-12
- 16- Chuong AM, Corno L, Beaussier H, Boulay-Coletta I, Millet I, Hodel J, et al. Assessment of Bowel Wall Enhancement for the Diagnosis of Intestinal Ischemia in Patients with Small Bowel Obstruction: Value of Adding Unenhanced CT to Contrast-enhanced CT. *Radiology*. 2016 Jul;280(1):98–107.
- 17- Fulwadhva UP, Wortman JR, Sodickson AD. Use of Dual-Energy CT and Iodine Maps in Evaluation of Bowel Disease. *RadioGraphics*. 2016 Mar;36(2):393–406.
- 18- Schieda, N., Fasih, N., & Shabana, W. (2013). Triphasic CT in the diagnosis of acute mesenteric ischaemia. *European Radiology*, 23(7), 1891–1900.

ARTICLE ORIGINAL

Preliminary study on the characterization of Bowel Wall Enhancement in Non-Traumatic Acute Abdomen in adults: Added Value of Unenhanced CT and Single Energy Iodine Mapping.

Article actuellement soumis à

Boyer Sophie¹ M.D.

Charles Lombard¹ M.D.

Ayla Urbaneja¹ M.D.

Céline Vogrig¹ M.D.

Denis Regent¹ M.D., Ph.D.

Alain Blum¹ M.D., Ph.D.

Pedro Augusto Gondim Teixeira¹ M.D., Ph.D.

- 1- Guilloz imaging department, Central Hospital, University Hospital Center of Nancy, 29 avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny, 54035 Nancy cedex, France.

Affiliations :

- 2- ^a Service d'Imagerie Guilloz, Hôpital Central, Centre Hospitalier Universitaire de Nancy, 29 Ave du Maréchal de Lattre de Tassigny, Nancy 54035, France.
- 3- ^b Toshiba Medical Visualization Systems, Edinburgh, UK
- 4- ^c Emergency and Reanimation Department, Hôpital Central, Centre Hospitalier Universitaire de Nancy, 29 Ave du Maréchal de Lattre de Tassigny, Nancy 54035, France.

Corresponding author:

Sophie Boyer M.D.

Guilloz imaging department, Central Hospital, University Hospital Center of Nancy, 29 avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny, 54035 Nancy cedex, France.

Abstract

Objectives: To evaluate the benefit of unenhanced CT and single energy iodine mapping to conventional contrast-enhanced CT for bowel wall enhancement characterization in an acute abdomen setting.

Methods: CT images from 45 patients with a suspected acute abdomen underwent abdominopelvic CT from April 2018 to June 2018 were analyzed retrospectively by two independent radiologists. These patients had been referred by emergency department physicians in a context of acute abdominal pain and had a confirmed etiological diagnosis. Three image sets were evaluated separately (portal phase images alone; portal phase images and unenhanced images and portal phase images and single energy iodine maps). Diagnostic accuracy and confidence were assessed. Quantitative analysis of bowel wall enhancement was also performed.

Results: The number of correct diagnosis increased 8% and 12% with unenhanced images and 6% and 13% with SIM for reader 1 and 2 respectively, compared to portal phase only. There was an improvement of the confidence of the etiological diagnosis with the number of certain diagnoses increasing from 23% to 100%, which was statistically significant for reader 2 and of borderline significance for reader 1 ($P = 0.002$ and 0.052 , respectively) when unenhanced phase and SIM were added. The inter-rater agreement improved when an unenhanced and portal phase images were associated compared to portal phase images alone ($\kappa = 0.652$ and 0.42 , respectively).

Conclusion: SIM and unenhanced images improved the reproducibility and the diagnostic confidence compared to portal phase images alone for the diagnosis of ischemic and inflammatory/infectious bowel wall thickening.

Keywords : Acute abdomen; Computed tomography; contrast media; mesenteric ischemia; inflammatory bowel disease.

Summary sentence

The analysis of unenhanced and SIM images in association with portal phase images had a beneficial effect on the reproducibility and confidence of the etiological diagnosis of adults with acute non-traumatic bowel wall thickening.

Introduction

Bowel wall thickening in abdominal CT studies is a frequent, nonspecific image finding common to various diseases (neoplasia, inflammatory bowel disease, infection, ischemia, etc.)(1). In cases of acute abdomen, the etiology of bowel wall thickening can be particularly difficult to interpret with potential implications in patient management (2). Imaging features such as length of involvement, degree of thickening, symmetry, and attenuation pattern, as well as peri-enteric abnormalities, can help narrow the diagnostic possibilities (1,3). In this context, enhancement pattern analysis is also important to further characterize bowel wall pathology (1,4).

Despite the undisputed role of CT for the detection and characterization of bowel wall thickening, there is no consensus on the optimal acquisition protocol for abdominal CT in the setting of acute abdominal pain. Some authors suggest a simple unenhanced acquisition is sufficient for the identification of the cause of abdominal pain, while others indicate that contrast enhancement is an important feature for the differentiation between inflammatory, ischemic, and neoplastic causes as well as for the evaluation of the inflammatory activity (5–8). More recently, dual-energy CT based image post-processing, including iodine mapping, has been advocated for the evaluation of bowel disease, despite the difficulties in protocol selection, data post-processing, and interpretation. Dual-energy may allow a better visualization (and even quantification) of subtle differences in bowel wall enhancement in ischemic, inflammatory, and neoplastic pathologic processes (9). The choice of acquisition protocol may affect not only the diagnostic performance but also the patient delivered dose, which is of increasing concern given the ever-growing number of CT studies performed in the emergency setting (10).

Single energy iodine mapping (SIM) became recently available for clinical application and is based on the non-rigid registration and subtraction of unenhanced and enhanced CT images (11,12). SIM is an image post-processing technique that requires only the acquisition of preand post-contrast images, allowing quantification of iodine density in Hounsfield units (HU) and the generation of color iodine maps, which can be superimposed to the original images creating a SPECT effect. We hypothesize that an unenhanced phase and SIM postprocessing could improve the evaluation of bowel wall thickening in patients with acute abdominal pain, increasing the confidence in the differentiation of inflammatory and ischemic causes of bowel wall thickening.

Materials and methods

Population

From April 2018 to June 2018, abdominal CT studies of 372 adults presenting a pathologic bowel segment were retrospectively evaluated. These studies had been performed for the exploration of acute abdominal pain. Patients with prior surgery, trauma, and abdominal tumors were not included. Among these studies, 124 had both pre- and post-contrast acquisitions. SIM post-processing, however, was only feasible in 82 studies due to differences in the acquisition coverage between pre- and post-contrast phases. Among these patients, 25 had a confirmed final diagnosis (pathologic group): eight surgically confirmed mesenteric ischemia; six infectious colitis with positive coproculture; eight infectious colitis responding favorably to medical treatment on a seven-day clinical follow-up and three patients a prior diagnosis of Crohn's disease presenting an acute flare. A control group with 20 consecutive patients without bowel wall thickening was formed. In this group, 11 patients had a normal CT evaluation, two had an iliopsoas abscess, three acute pancreatitis, two cholecystitis, one pyelonephritis, and one duodenal ulcer. Thus, the final study population was composed of 45 patients. In our institution, retrospective studies performed with standard imaging techniques with fully anonymized patient data analysis do not require ethics committee approval (IRB waived).

CT acquisition protocol

All images were acquired with a 320 detector-row CT scanner (Aquilion ONE, Canon Medical Systems, Ottawara, Japan) with the following parameters: 120 kV, mA modulation of with 150 mA minimum, collimation 0.5 second x 80 mm, FOV 35-50 cm, gantry rotation time of 0.5 second and a 512x512 matrix. Two acquisition phases were performed, one before contrast injection and one 80 seconds after contrast injection (portal phase) with 2.5ml/kg iodine (ULTRAVIST 370mg/ml or XENETIX 350mg/ml or VISIPAQUE 320 mg/ml or IOMERON 400mg/ml) up to a maximum of 250ml at 2.5 ml/s injection rate. All images were reconstructed using an iterative image reconstruction algorithm. Iodine maps were generated automatically at the scanner's workstation using a non-rigid registration algorithm to subtract pre- from post-contrast acquisitions on a pixel-by-pixel basis. The result is an iodine density gray-scale map in Hounsfield units (HU) that can be either used

independently for quantitative analysis of the iodine distribution or generate a color-coded map to be overlaid to the unenhanced acquisition (nuclear medicine study effect) for visual analysis.

Quantitative Iodine concentration assessment

All measurements were performed by a radiologist with three years of clinical experience with CT imaging. Abdominal enhancement was considered satisfactory when 160 HU or more could be measured at the supra celiac aorta (11). For each patient in the study group, two free-hand regions-of-interest (ROI) contouring the bowel wall were drawn in the grayscale iodine map on the portal phase and iodine density gray-scale map, one over the area of bowel wall thickening and a second over a normally appearing bowel segment distant to the pathologic bowel segment (Fig. 1). Slices depicting the bowel wall without partial volume effects and with a clear differentiation between the lumen and adjacent structures were chosen for measurements. In the control group, a random segment of normally appearing bowel analyzed using the same technique.

Visual Iodine map assessment

The radiological evaluation was performed by two radiologists (reader 1 and reader 2) with respectively 8 and 7 years of clinical experience with emergency CT imaging, blinded to the final diagnosis.

Three readout sessions were performed, each at least two weeks apart:

- Portal phase images only
- Unenhanced and portal phase images
- Portal phase images and iodine color maps

For each CT study evaluated, one image was selected by the same radiologist who performed the bowel wall measurements. This image clearly showed the pathologic bowel segment in the study group and normal bowel in the control group without partial volume effects. In each image selected, the target bowel segment was indicated for the readers to

avoid bias by evaluating two different bowel sections. Then readers 1 and 2 classified the target bowel segment in each readout session as follows:

- 1) Inflammatory or infectious thickening
- 2) Ischemic thickening
- 3) Normal bowel segment
- 4) Thickening of uncertain etiology.

The diagnostic confidence was assessed with the following scale:

- 1) Certain
- 2) Probably
- 3) Uncertain

The acquisition dose length product (DLP) in mGy*cm was evaluated with a 32 cm phantom.

Statistical analysis

Quantitative variables were described by using mean \pm standard deviation [range]. Normal and pathologic bowel wall enhancement in HU was compared between the patient groups evaluated with the Wilcoxon or Mann Whitney tests. The threshold for statistical significance was set to $P < 0.05$. The sensitivity and specificity for the detection of infectious/inflammatory or ischemic etiology were calculated for each reader and each readout session. « Thickenings of uncertain etiology » were considered as a false negative or false positive result according to the final diagnosis. Weighted kappa values were calculated to assess the inter-rater agreement. Kappa values were interpreted as follows: excellent (0.81–1.00), satisfactory (0.61–0.80), moderate (0.41–0.60), weak (0.21–0.40), or very weak (0.00–0.20).

Results

There were 15 women and 10 men (F/M sex ratio 1.5) in the pathologic group with a mean age of 61 ± 19 [24-91] years while in the control group there were seven women and 13 men (F/M sex ratio 0.5) with a mean age of 63 ± 21 [21-100] years. In the pathologic group, there were eight patients with mesenteric ischemia and 17 with infectious or inflammatory bowel diseases. The patients with mesenteric ischemia were older than those with infectious or inflammatory pathology (mean age of 74 ± 17 [50-91] years and 48 ± 18 [24-91] years, respectively). The mean DLP of the portal phase and unenhanced phase acquisitions were 891 ± 215 [233-1656]mGy*cm and 775 ± 244 [233-1223]mGy*cm, respectively. Thus, adding an unenhanced acquisition represents a mean 47% DLP increase.

Quantitative analysis results are presented in Table 1. There was a statistically significant reduction ($P < 0.0001$) in iodine gray-scale map density values between patients with bowel ischemia and controls (16 ± 17 [0-54] versus 46 ± 28 [9-119] HU) (Fig 2.). Interestingly, there was also a statistically significant increase in iodine distribution ($P = 0.04$) in normally appearing bowel segments in patients with mesenteric ischemia compared to controls (70 ± 24 [35-102] versus 46 ± 28 [9-119] HU, respectively). Iodine gray-scale maps did not show any statistically significant difference in iodine distribution between infectious or inflammatory bowel segments compared to controls ($P = 0.7$) (Fig. 3.) with a higher enhancement of pathologic segments compared to controls (42 ± 16 [21-73] versus 46 ± 28 [9-119] HU, respectively).

The interobserver agreement for the etiology of bowel wall thickening was lowest when portal phase images were considered alone (Kappa = 0.42). There was a slight increase in interobserver agreement when SIM was added (Kappa = 0.55); however, the agreement in both these image sets the agreement was considered moderate. The combination of portal phase and unenhanced images yielded the best agreement (kappa = 0.652), which was considered satisfactory.

The number of correct diagnoses for the differentiation between normal bowel, ischemic bowel, and infectious/inflammatory bowel obtained in each readout session is shown in Table 2. The number of correct diagnoses increased when an unenhanced acquisition and SIM were added to the evaluation (38 versus 33 and 34 versus 30 for readers 1 and 2,

respectively) (Fig 4.). Compared to the analysis of portal phase images only, there was an 8% and 12% increase in the number of correct diagnoses when unenhanced images were added and of 6% and 13% when SIM was added for readers 1 and 2, respectively. These differences, however, were not statistically significant ($P > 0.19$). The diagnostic confidence improved gradually from the portal phase-only readout to the portal phase - unenhanced read out to the portal phase - SIM readout. The number of patients with a certain diagnosis increased from 10 to 13 to 19 in these three readout sessions for reader 1, representing 23% and 90% increases, respectively, compared to the portal phase-only readout. These figures were 12, 20, and 24 for reader 2, representing 67% and 100% increases, respectively. Compared to the analysis of portal phase images only, the number of uncertain diagnoses was lowest when SIM was added for both readers, two versus seven, and four versus 17 respectively for the reader 1 and 2. These differences were only significant for reader 2 ($P = 0.002$). For reader 1, the P values were 0.5 and 0.052 when the confidence of the portal phase-only readout was compared to when unenhanced and SIM readouts. There was a reduction in the number of patients diagnosed with bowel thickenings of uncertain etiology when the portal phase-only readout was compared to the portal phase-unenhanced images readout (13-20% versus 9% for both readers). When SIM was associated with portal phase images, there were no patients with bowel thickening of uncertain etiology for both readers.

The sensitivity and specificity for mesenteric ischemia detection were high regardless of the image sets evaluated for both readers (75-100% and 89-100%, respectively). The diagnostic performance was worse for the detection of inflammatory or infectious bowel wall thickening (sensitivities and specificities varying from 47-76% and 83-96%, respectively, for both readers) (Table 2). There was a discrete positive impact of unenhanced images and SIM in the diagnostic performance for infectious or inflammatory bowel wall thickening. For reader 1, sensitivity increased when unenhanced and SIM images were added (59% versus 76%) with similar specificity (83% versus 88%). For reader 2, specificity increased when SIM was added (85% versus 96%), and sensitivity increased when unenhanced images were added (47% versus 59%).

Discussion

The role of contrast-enhanced CT for the etiological diagnosis and severity assessment of bowel wall thickening in cases of non-traumatic acute abdominal pain is well established in the literature (1,13,14). However, there is scarce information on the added value of an unenhanced acquisition in this context. The presented results indicate that adding an unenhanced acquisition and generating SIM to the CT imaging protocol in patients with acute abdominal pain may be beneficial. Despite a DLP increase of 47%, adding an unenhanced phase led to an improvement in inter-reader reproducibility for the etiological diagnosis of bowel wall thickening compared to the evaluation of portal phase images alone (Kappa =0.652 versus 0.42, respectively). Moreover, there was an improvement of the confidence of the etiological diagnosis with the number of certain diagnoses increasing from 23% to 100%, which was statistically significant for reader 2 and of borderline significance for reader 1 (P = 0.002 and 0.052, respectively). The association of unenhanced and SIM also led to an 8- 13% increase in the number of correct etiological diagnoses with a slight improvement in the diagnostic performance for both readers ; however, these differences were not statistically significant (P>0.19). Finally, for both readers, no patients diagnosed with bowel wall thickening of uncertain etiology when SIM was associated.

We hypothesize adding an unenhanced phase, and SIM provides a referential to the reader to judge upon the enhancement of the bowel wall, improving confidence and reproducibility. Thus, in light of these results, and given the potential impact of the etiology of bowel wall thickening for patient management in the context of non-traumatic acute abdomen, including an unenhanced phase to the CT acquisition protocol can be recommended. CT image post-processing based on registration and subtraction (similar to SIM) is currently used for multiple purposes in various organs and systems as an alternative to dual-energy with positive results reported in the literature (15–17).

For bowel wall thickening characterization, quantitative analysis of bowel wall enhancement showed statistically significant differences between pathologic and normally appearing bowel segments (e.g., probably related to reactive bowel hyperperfusion) of patients with bowel ischemia with respect to controls (P<0.04). Quantitative analysis was not useful for the diagnosis of infectious or inflammatory bowel wall thickening (P=0.7). Although the best

sensitivities and specificities and the highest confidence for the etiological diagnosis of bowel wall thickening were obtained when SIM was associated with portal phase images, it was not possible to confirm this trend in the population studied. SIM post-processing, however, provides similar data than dual-energy CT, which allows quantifications of bowel wall enhancement and a more conspicuous detection of bowel enhancement differences (8,18,19). The main advantage of dual-energy CT is that contrary to SIM post-processing, it can be performed with equivalent or a lower dose than a single-phase CT study (20). Despite this limitation, SIM could be of interest when dual-energy CT is not available, as the latter technique requires specific hardware, limiting its availability.

Various limitations of this study should be acknowledged. The study population was relatively small as this was a feasibility study, and only patients with a confirmed etiologic diagnosis of bowel wall thickening were included. Only cases of surgically confirmed mesenteric ischemia were included, which constitutes a selection bias as most cases were of severe transmural necrosis and may have an impact on diagnostic performance. The readers were not able to change the window setting and to zoom during analysis, which might also influence diagnostic performance. However, the impact of these biases was limited given the study design that compared the performance of three image sets in the same population. Four different types of iodinated contrast agents (e.g., depending on local availability) with slight variations in the iodine concentration (320-400 mg/ml) were used, which might have had an impact on quantitative enhancement analysis. There was no direct comparison between SIM data and dual-energy data in this study.

In conclusion, the analysis of unenhanced and SIM images in association with portal phase images had a beneficial effect on the reproducibility and confidence of the etiological diagnosis of adults with acute non-traumatic bowel wall thickening compared to the analysis of portal phase images alone. The best diagnostic performance was reached when SIM was associated, which, despite the increase in delivered dose this technique requires, it might represent an alternative when dual-energy is not available.

Tables

Table 1. Quantitative enhancement analysis by bowel segment and by pathology. Comparison of enhancement in Hounsfield units (HU) on portal phase and gray-scale iodine maps

	Pathologic segment	Healthy segment	Variation	P value
<i>Patient group</i>				
Ischemic (Portal)	56±32	115±19	59±28	<i>P</i> <0.05
Ischemic (Iodine map)	16±17	70±26	54±37	<i>P</i> <0.05
Infec./Inflam. (Portal)	72±16	59±16	13±11	<i>P</i> =0.0687
Infec./Inflam. (iodine map)	41±15	37±11	4±17	<i>P</i> =0.0198
<i>Control group</i>				
Portal	/	57±17	/	<i>P</i> =0.03 versus ischemia <i>P</i> =0.87 versus inflammatory
Iodine map	/	47±28	/	/

Data presented in mean ± standard deviation.

Infec./inflam. = infectious or inflammatory bowel disease

Table 2. Etiologic diagnostic performance of bowel wall thickening in the three readout sessions performed and sensitivity and specificity by reader and by session

ISCHEMIC DETECTION	TP	TN	FP	FN	Se	Sp
<i>Reader 1</i>						
Portal phase only	8	33	4	0	100%	89%
Portal phase + unenhanced phase	8	35	2	0	100%	95%
Portal phase + SIM	8	34	3	0	100%	92%
<i>Reader 2</i>						
Portal phase only	6	37	0	2	75%	100%
Portal phase + unenhanced phase	8	37	0	0	100%	100%
Portal phase + SIM	8	33	4	0	100%	89%
INFLAMMATION DETECTION	TP	TN	FP	FN	Se	Sp
<i>Reader 1</i>						
Portal phase only	10	15	2	7	59%	88%
Portal phase + unenhanced phase	13	15	3	4	76%	83%
Portal phase + SIM	13	18	3	4	76%	86%
<i>Reader 2</i>						
Portal phase only	8	24	4	9	47%	85%
Portal phase + unenhanced phase	10	26	2	7	59%	93%
Portal phase + SIM	8	27	1	9	47%	96%

(TP = true positive; TN = True negative ; FP = false positive ; FN = false negative ; Se= sensitivity ; Sp = specificity)

Figures and legends

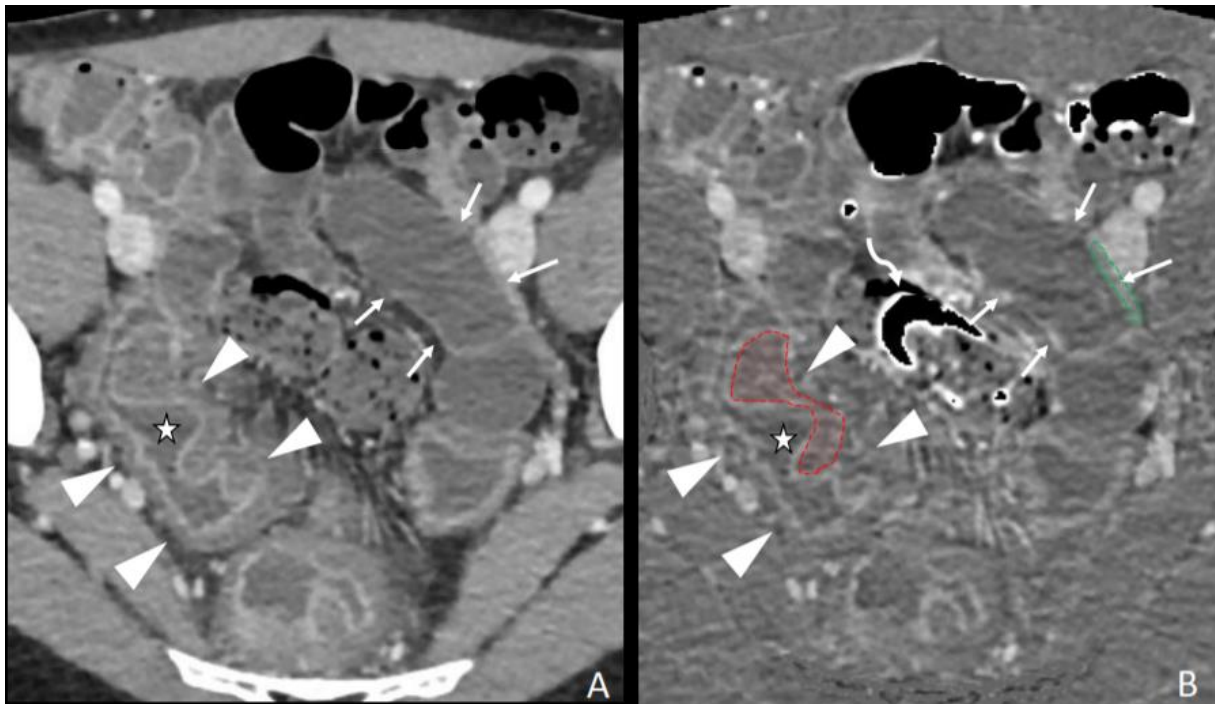


Fig.1 : ROI positioning technique in a 52-year-old man with campylobacter colitis. Axial portal phase abdominal CT image (A) and corresponding gray-scale iodine map (B) depicting segments of bowel wall thickening (arrowheads) and normally appearing bowel wall (thin arrows). The bowel lumen in the pathologic segment is indicated by the star. Areas of misregistration artifact due to bowel movement (squiggly arrow) were avoided. Two freehand ROI were positioned to delineate a portion of the bowel wall in both the pathologic (red free form ROI) and normally appearing (green free-form ROI) segments. The ROI were copy pasted onto both images for post-processing (not shown).

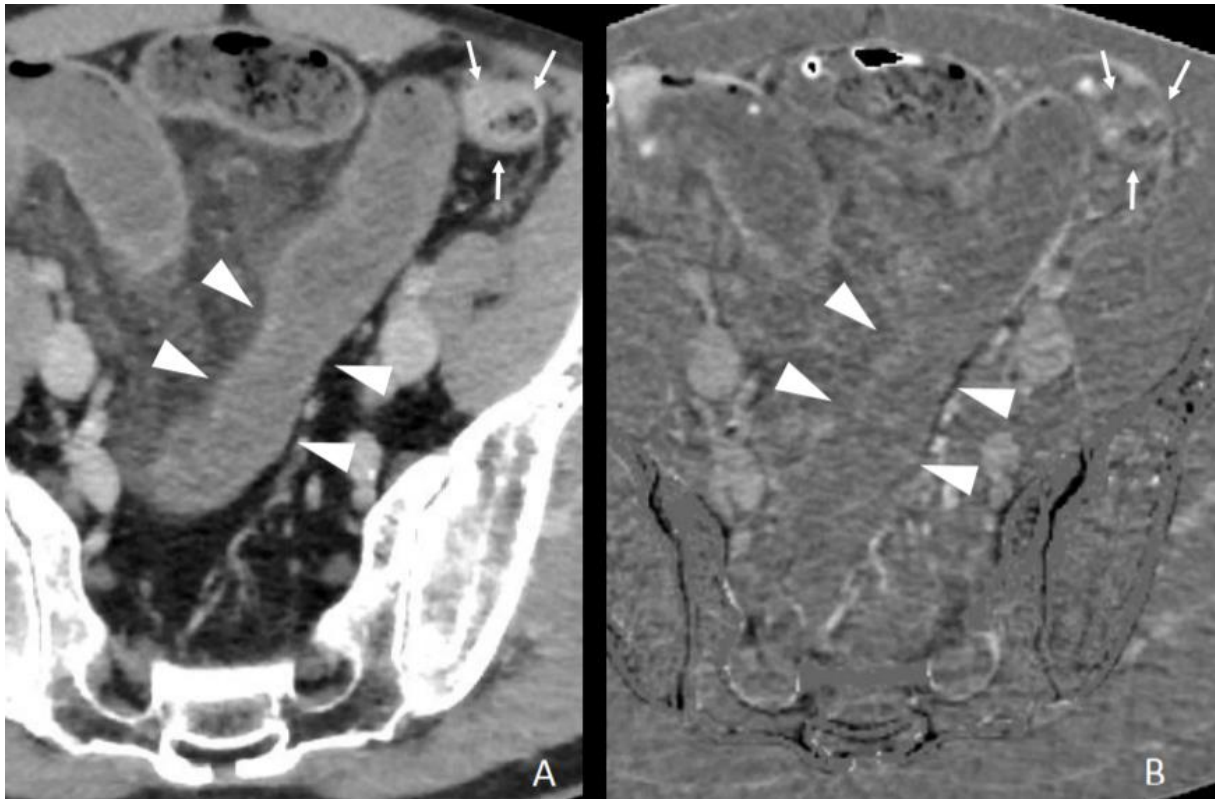


Fig : 91-year-old woman with a surgically confirmed mesenteric ischemia. Axial portal phase CT image (A) and axial gray-scale iodine map (B) depicting segments of bowel wall thickening (arrowheads) and normally appearing bowel wall (thin arrows). Note the lower bowel wall enhancement in the pathologic segment measured at 31 HU compared to the normally appearing segment 83 HU.

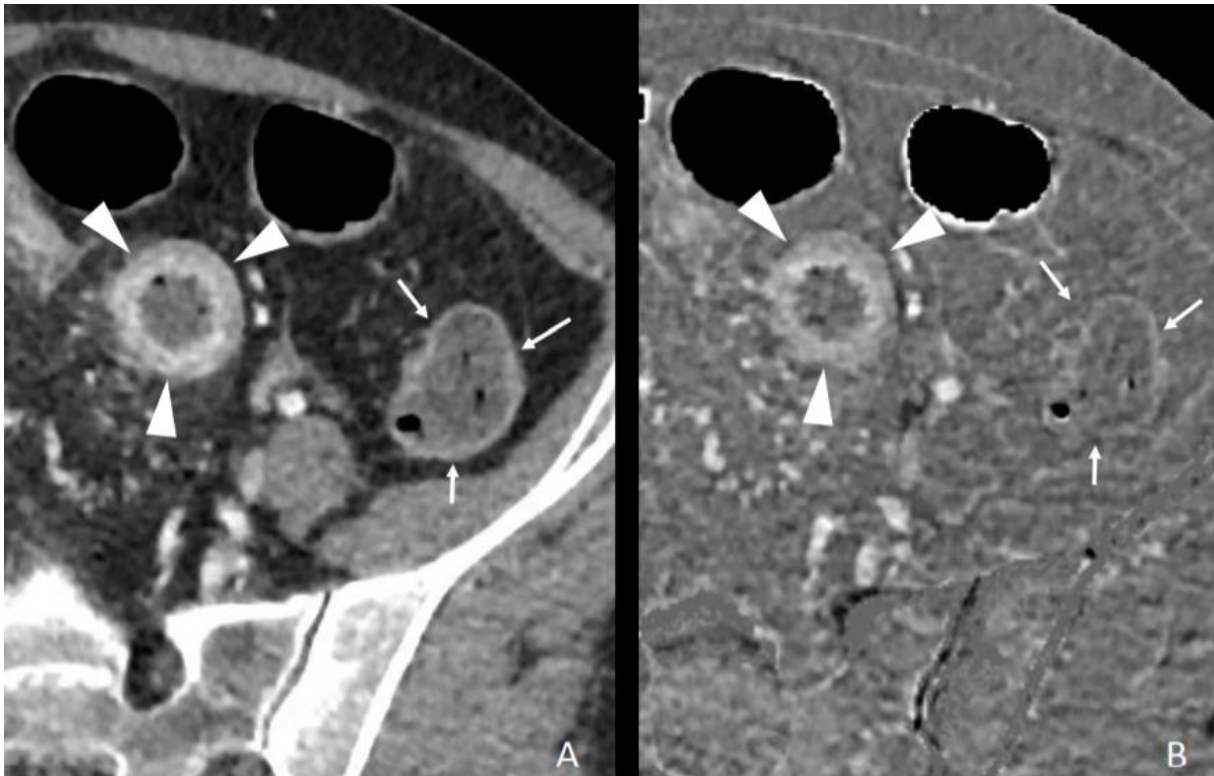


Fig 3 : 52-year-old woman with a clinical diagnosis of Crohn's disease presenting an acute flair. Axial portal phase CT image (A) and axial gray-scale iodine map (B) depicting segments of bowel wall thickening (arrowheads) and normally appearing bowel wall (thin arrows). Note the higher bowel wall enhancement in the pathologic segment measured at 98 HU compared to the normally appearing segment 85 HU.

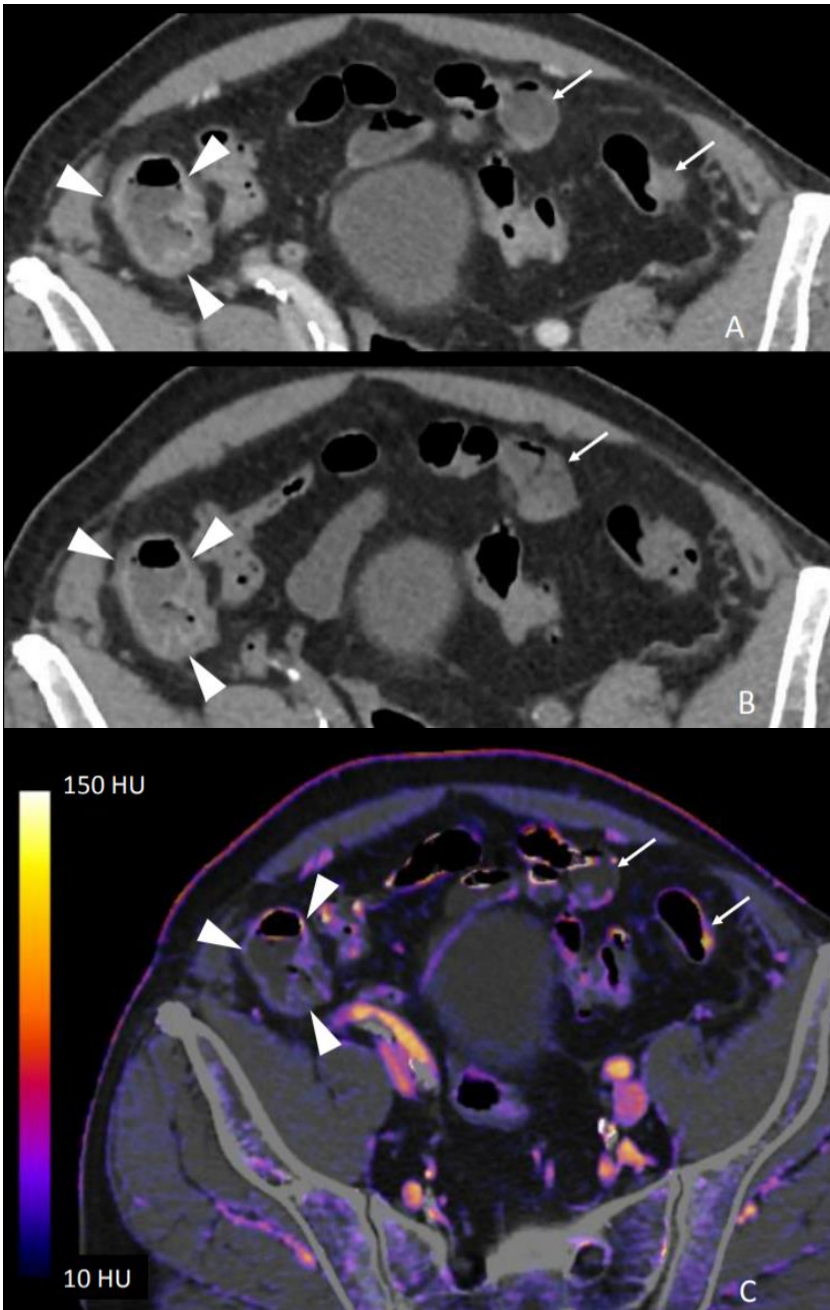


Fig 4 : 63-year-old male included diagnosed with uncomplicated cholecystitis and no pathologic bowel wall thickening. A) Axial CT image in the portal phase showing mild bowel wall thickening at the caecum (arrowheads), which appears to show an increased enhancement compared to adjacent bowel loops (thin arrows). This led both readers to diagnose an inflammatory thickening in the portal-phase only readout. B) Corresponding unenhanced phase image, showing a mild spontaneous hyperdensity of the caecum (arrowheads). Despite this fact, when images A and B are compared, it seems there an increased enhancement in the caecum. Both readers maintained the diagnosis of inflammatory thickening in this readout. C) Corresponding single-energy iodine map (SIM) showing iodine density in both the caecum (arrowheads) and adjacent bowel loops (thin arrows). Note that iodine density is similar in all depicted bowel loops. In the readout including SIM, both readers diagnosed this patient as normal.

Références

1. Fernandes T, Oliveira MI, Castro R, Araújo B, Viamonte B, Cunha R. Bowel wall thickening at CT: simplifying the diagnosis. *Insights Imaging*. 2014 Jan 10;5(2):195–208.
2. Macari M, Chandarana H, Balthazar E, Babb J. Intestinal ischemia versus intramural hemorrhage: CT evaluation. *AJR Am J Roentgenol*. 2003 Jan;180(1):177–84.
3. Macari M, Megibow AJ, Balthazar EJ. A Pattern Approach to the Abnormal Small Bowel: Observations at MDCT and CT Enterography. *Am J Roentgenol*. 2007 May 1;188(5):1344–55.
4. Wiesner W, Khurana B, Ji H, Ros PR. CT of Acute Bowel Ischemia. *Radiology*. 2003 Mar 1;226(3):635–50.
5. Basak S, Nazarian LN, Wechsler RJ, Parker L, Williams BD, Lev-Toaff AS, et al. Is unenhanced CT sufficient for evaluation of acute abdominal pain? *Clin Imaging*. 2002 Dec;26(6):405–7.
6. Tapasvi C, Prajapati N, Madhok R, Gupta AK, Taneja V, Aggarwal A. Evaluation of bowel wall thickening by computed tomography to differentiate benign from malignant lesions. *J Clin Diagn Res JCDR*. 2014 Nov;8(11):RC09-12
7. Chuong AM, Corno L, Beaussier H, Boulay-Coletta I, Millet I, Hodel J, et al. Assessment of Bowel Wall Enhancement for the Diagnosis of Intestinal Ischemia in Patients with Small Bowel Obstruction: Value of Adding Unenhanced CT to Contrast-enhanced CT. *Radiology*. 2016 Jul;280(1):98–107.
8. Fulwadhva UP, Wortman JR, Sodickson AD. Use of Dual-Energy CT and Iodine Maps in Evaluation of Bowel Disease. *RadioGraphics*. 2016 Mar;36(2):393–406.
9. Murray N, Darras KE, Walstra FE, Mohammed MF, McLaughlin PD, Nicolaou S. DualEnergy CT in Evaluation of the Acute Abdomen. *RadioGraphics*. 2019 Jan;39(1):264–86.
10. Lehtimäki TT, Kärkkäinen JM, Saari P, Manninen H, Paajanen H, Vanninen R. Detecting acute mesenteric ischemia in CT of the acute abdomen is dependent on clinical suspicion: Review of 95 consecutive patients. *Eur J Radiol*. 2015 Dec;84(12):2444–53.
11. Archip N, Tatli S, Morrison P, Jolesz F, Warfield SK, Silverman S. Non-rigid Registration of Pre-procedural MR Images with Intra-procedural Unenhanced CT Images for Improved Targeting of Tumors During Liver Radiofrequency Ablations. In: Ayache N, Ourselin S, Maeder A, editors. *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2007* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2007 [cited 2020 Apr 4]. p. 969–77. (Lecture Notes in Computer Science; vol. 4792).

12. Tsuji Y, Takahashi N, Fletcher JG, Hough DM, McMenemy BP, Lewis DM, et al. Subtraction Color Map of Contrast-Enhanced and Unenhanced CT for the Prediction of Pancreatic Necrosis in Early Stage of Acute Pancreatitis. *Am J Roentgenol*. 2014 Apr;202(4):W349–56.
13. Chou CK, Mak CW, Tzeng WS, Chang JM. CT of small bowel ischemia. *Abdom Imaging* [Internet]. 2004 Jan [cited 2020 May 18];29(1).
14. Liu YB, Liang CH, Zhang ZL, Huang B, Lin HB, Yu YX, et al. Crohn disease of small bowel: multidetector row CT with CT enteroclysis, dynamic contrast enhancement, CT angiography, and 3D imaging. *Abdom Imaging*. 2006 Dec;31(6):668–74.
15. Gondim Teixeira PA, Hossu G, Lecocq S, Razeto M, Louis M, Blum A. Bone Marrow Edema Pattern Identification in Patients With Lytic Bone Lesions Using Digital Subtraction Angiography–Like Bone Subtraction on Large-Area Detector Computed Tomography: *Invest Radiol*. 2014 Mar;49(3):156–64.
16. Grob D, Smit E, Oostveen LJ, Snoeren MM, Prokop M, Schaefer-Prokop CM, et al. Image Quality of Iodine Maps for Pulmonary Embolism: A Comparison of Subtraction CT and Dual-Energy CT. *Am J Roentgenol*. 2019 Jun;212(6):1253–9.
17. Grob D, Smit E, Prince J, Kist J, Stöger L, Geurts B, et al. Iodine Maps from Subtraction CT or Dual-Energy CT to Detect Pulmonary Emboli with CT Angiography: A MultipleObserver Study. *Radiology*. 2019 Jul;292(1):197–205.
18. Kim YS, Kim SH, Ryu HS, Han JK. Iodine Quantification on Spectral Detector-Based Dual-Energy CT Enterography: Correlation with Crohn’s Disease Activity Index and External Validation. *Korean J Radiol*. 2018;19(6):1077.
19. Potretzke TA, Brace CL, Lubner MG, Sampson LA, Willey BJ, Lee FT. Early SmallBowel Ischemia: Dual-Energy CT Improves Conspicuity Compared with Conventional CT in a Swine Model. *Radiology*. 2015 Apr;275(1):119–26.
20. Grajo JR, Sahani DV. Dual-Energy CT of the Abdomen and Pelvis: Radiation Dose Considerations. *J Am Coll Radiol*. 2018 Aug;15(8):1128–32.

CONCLUSION

Le rôle du scanner avec injection de produit de contraste iodé, pour établir le diagnostic étiologique d'un épaissement pariétal intestinal lors de douleurs abdominales aiguës non traumatiques, est bien établi dans la littérature (1,13,14). Il n'y a cependant pas de consensus dans la littérature sur l'intérêt et la valeur ajoutée d'une acquisition systématique sans injection dans ce contexte clinique.

Notre objectif principal était de montrer que la réalisation du single energy iodine mapping, ajoutée au protocole standard d'acquisition scanographique injecté lors de douleurs abdominales aiguës non traumatiques, était bénéfique au lecteur pour l'établissement d'un diagnostic étiologique.

Notre objectif secondaire était de montrer l'intérêt de l'ajout d'une acquisition sans injection.

Du point de vue de l'interprétation, nous avons montré que l'ajout de l'une ou l'autre de ces phases permet une amélioration des performances diagnostiques du scanner, de la reproductibilité de la lecture, de la confiance et du nombre de diagnostics corrects.

En effet, l'ajout du single energy iodine mapping seul, a eu un effet bénéfique sur la lecture et l'interprétation des examens scanographiques étudiés. Elle a permis une augmentation de 10% et 15% du nombre de diagnostics étiologiques corrects pour le lecteur 1 et 2 respectivement, avec une légère amélioration des performances diagnostiques pour les deux lecteurs.

De plus, pour les deux lecteurs, il n'y a eu aucun diagnostic d'épaissement intestinal d'étiologie incertaine lorsque le SIM était associé

Par ailleurs, l'ajout de la phase sans injection a permis l'amélioration de la reproductibilité inter-lecteurs pour le diagnostic étiologique de l'épaissement de la paroi intestinale, par rapport à l'évaluation de la phase portale seule (Kappa = 0,652 versus 0,42, respectivement). Enfin, il y avait une amélioration de la confiance du diagnostic étiologique : le nombre de diagnostics « certains » ayant augmenté de 23% à 67%.

Bien entendu, il faut tenir compte d'une augmentation moyenne de 47% de la DLP lors de l'ajout d'une acquisition sans injection.

A la lumière de ces résultats, nous émettons l'hypothèse que les ajouts d'une phase non injectée et d'une reconstruction SIM fournissent un référentiel au lecteur pour juger du rehaussement de la paroi intestinale, améliorant ainsi la confiance et la reproductibilité. Compte tenu de l'impact potentiel de l'étiologie de l'épaississement de la paroi intestinale, dans la prise en charge des patients dans le contexte de l'abdomen aigu non traumatique, la réalisation d'une phase non injectée peut être recommandée dans le protocole d'acquisition scanner.

Du point de vue technique, la tendance est actuellement à l'imagerie spectrale.

Cependant, pour bénéficier d'un scanner à double-énergie il est souvent nécessaire pour les établissements de santé qui le souhaitent, de renouveler leur parc scanner.

Le post-traitement des images scanographiques basé sur l'enregistrement et la soustraction (similaire au SIM) ne nécessite pas de tels investissements.

Il est actuellement déjà utilisé dans plusieurs applications, sur divers organes, comme une alternative à la double énergie avec des résultats encourageants rapportés dans la littérature (15–17).

Concernant notre étude et le rehaussement de la paroi intestinale, nous avons vu que le post-traitement de la cartographie du SIM fournit des données similaires à celles de la tomodensitométrie à double énergie, c'est-à-dire qu'il permet l'étude de la quantification du rehaussement de la paroi intestinale et une détection plus évidente des différences de rehaussement de l'intestin (8,18,19).

Le principal avantage du scanner bi-énergie est que, contrairement au post-traitement du SIM, il peut être réalisé avec une dose de rayons X équivalente ou inférieure à une étude scanographique monophasée (20). Malgré cet inconvénient, l'utilisation des cartographies du SIM pourrait être intéressante lorsque le scanner bi-énergie n'est pas disponible.

RESUME DE LA THESE

Objectifs : Évaluer les avantages de la tomodensitométrie sans injection de produit de contraste iodé et de la cartographie iodée à énergie unique, par rapport à la tomodensitométrie conventionnelle avec injection de produit de contraste, pour la caractérisation de l'épaississement de la paroi intestinale dans un contexte d'abdomen douloureux aigu.

Matériels & Méthode : Les images tomodensitométriques de 45 patients présentant un tableau d'abdomen douloureux aigu, ayant bénéficié d'un scanner abdomino-pelvien, entre avril 2018 à juin 2018, ont été analysées rétrospectivement par deux radiologues indépendants. Ces patients avaient été adressés par les médecins du service des urgences de notre établissement dans un contexte de douleurs abdominales aiguës. Ils avaient tous, au décours des soins, un diagnostic étiologique confirmé par chirurgie ou examens paracliniques. Trois ensembles d'images ont été évalués séparément (acquisition à la phase portale seule ; acquisition à la phase portale et acquisition sans injection ; acquisition à la phase portale et cartographie d'iode à énergie unique). La précision et la confiance du diagnostic ont été évaluées. Une analyse quantitative du rehaussement de la paroi intestinale a également été réalisée.

Résultats : Le nombre de diagnostics corrects a augmenté de 8% et 12% avec des acquisitions sans injection, et de 6% et 13% avec SIM pour les lecteurs 1 et 2 respectivement, par rapport à l'acquisition à la phase portale seule. Lorsque les acquisitions sans injection et SIM ont été ajoutées, il y avait une amélioration de la confiance dans le diagnostic étiologique établi avec une augmentation de 23% à 100% du nombre de diagnostics certains ce qui était statistiquement significatif pour le lecteur 2 et de significativité limite pour le lecteur 1 ($P = 0,002$ et $0,052$, respectivement). La variabilité inter-observateur s'est améliorée lorsque des acquisitions sans injection et des acquisitions au temps portal ont été associées comparativement aux acquisitions portales seules ($\kappa = 0,652$ et $0,42$, respectivement).

Conclusion : Les acquisitions SIM et sans injection de produit de contraste ont amélioré la reproductibilité et la confiance diagnostique comparativement aux acquisitions phase portale seule pour le diagnostic étiologique de l'épaississement de la paroi intestinale, d'origine ischémique ou inflammatoire / infectieuse.

TITRE EN ANGLAIS: Preliminary study on the characterization of Bowel Wall Enhancement in Non-Traumatic Acute Abdomen in adults: Added Value of Unenhanced CT and Single Energy Iodine Mapping.

THÈSE : MÉDECINE SPÉCIALISÉE - RADIOLOGIE - ANNÉE 2020

MOTS-CLÉS : Abdomen aigu ; Tomodensitométrie; produits de contraste; ischémie mésentérique; maladie inflammatoire de l'intestin.

ADRESSE FACULTÉ :

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 Vandoeuvre-Lès-Nancy
