

QUELLE PLACE POUR L'IMAGERIE DANS LA MORT INATTENDUE DU NOURRISSON (MIN) ?

Olivier Prodhomme¹, Odile Pidoux², Yuri Musizzano³, Ikram Taleb-Arrada¹, A. Couture¹

¹ – Service d'Imagerie Pédiatrique, CHU Arnaud de Villeneuve, Montpellier

² – Service de Réanimation Pédiatrique, Médecin Pédiatre coordinateur du centre de référence MIN, CHU Arnaud de Villeneuve et Lapeyronie, Montpellier

³ – Service d'anatomopathologie, CHU Gui de Chauliac, Montpellier

Contact : o-prodhomme@chu-montpellier.fr

Introduction

La Mort Inattendue du Nourrisson (MIN) est responsable d'environ 500 décès par an en France. Chez le nourrisson de 1 mois à 1 an, la MIN est la première cause de mortalité (incidence de 0,09% chez le nourrisson < 1 an en Grande Bretagne). En France, la Haute Autorité de Santé (HAS) emploie aujourd'hui le terme de MIN pour regrouper des situations multifactorielles de décès d'enfants de 0 à 2 ans demeurant inexpliqués postmortem ou survenant des suites de pathologies inconnues au moment du décès, des suites de pathologies d'abord considérées sans risque vital ou évoluant rapidement ou encore dans des circonstances particulières (accident de literie, traumatisme, intoxication). Dans la littérature, la notion de définition de la MIN est discutée avec une distinction en plusieurs groupes : soit expliquée par suffocation avec facteur de risque de mauvais couchage, soit inexpliquée incluant 5 groupes (pas d'autopsie ou d'investigation de la scène, insuffisance d'informations, absence de facteur de risque de mauvais couchage, présence de facteur de risque de mauvais couchage et possible suffocation avec facteurs risques de mauvais couchage). La MIN reste un diagnostic d'exclusion et donc sa définition est susceptible d'évoluer au gré des avancées de la recherche.

Ces dernières années l'incidence de la MIN a drastiquement diminué suites aux mesures de préventions délivrées concernant essentiellement le couchage des nourrissons : sur le dos, dans un couchage spécifique individuel, sur un matelas ferme sans ajout de couverture, coussin, etc... Depuis, on constate une stabilisation de l'incidence de la MIN.

Des centres de références MIN ont été créés pour harmoniser la prise en charge de ces situations sur le territoire avec la mise en place récente d'un observatoire français de la MIN.

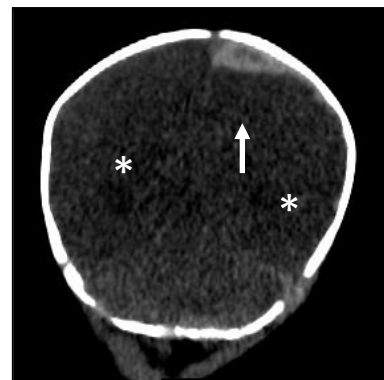
Les homicides par maltraitance - bébé secoués et/ou maltraités physiquement – représentent entre 1 et 5% des situations de MIN selon les sources. Les suffocations infligées restent très difficiles à distinguer des suffocations accidentelles même à l'autopsie ; certains éléments de l'anamnèse peuvent aider à repérer les situations suspectes.

Recommandations en France

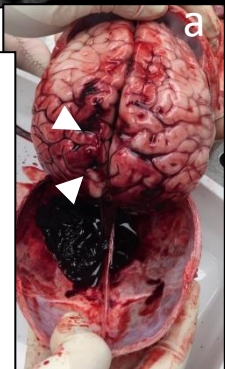
En 2007, l'HAS a édité des recommandations de prise en charge de la MIN dont les mesures de prévention suscitées découlent mais également sur les investigations systématiques à réaliser dans une situation de décès inopiné. Parmi ces recommandations, on peut énumérer les constatations de la scène du décès, les prélèvements à effectuer, le protocole d'autopsie ainsi que les examens d'imagerie postmortem utiles à la prise en charge. Ces examens d'imagerie postmortem sont, bien sûr, à réaliser avant l'autopsie qui doit théoriquement être pratiquée dans les 24h suivant la constatation du décès. L'HAS recommande la réalisation de radiographies du squelette en totalité et une imagerie cérébrale en coupes afin de ne pas méconnaître une maltraitance physique [Fig. 1] à l'origine du décès (syndrome du bébé secoué [Fig. 2], traumatisme crânien, fractures multiples). Les constatations pourraient orienter vers une autopsie médico-légale. Le protocole de radiographies de squelette précise qu'il doit correspondre à ce qui est réalisé dans les suspicions de maltraitance chez l'enfant vivant. Ceci implique la réalisation de clichés du rachis segment par segment de face et de profil, du thorax de face et en incidences obliques droite et gauche, du bassin de face, des os longs des membres de face et des extrémités de face. En l'absence de scanner crânien, des radiographies du crâne de face, de profil et selon l'incidence de Worms compléteront ce protocole. Des clichés complémentaires peuvent être réalisés en cas de doute ou pour mieux apprécier une région anatomique (métaphyses). Le rapport de l'HAS recommande également que les clichés soient réalisés par des équipes entraînées à réaliser ce type de clichés (manipulateurs en imagerie pédiatrique) et que les clichés soient interprétés par des radiopédiatres (« connaissant bien les signes parfois discrets de la maltraitance et ainsi que les éléments de diagnostic différentiel. »). Ces résultats doivent être transmis au médecin légiste qui réalisera l'autopsie pour orienter d'éventuels prélèvements. L'imagerie cérébrale, scanner ou IRM, a pour but de rechercher en particulier des témoins de traumatisme crânien non accidentel : hématome(s) sous-dural(aux), rupture/thrombose de veines ponts, fractures du crâne (scanner),...



A gauche : Fig. 1 : Décès suspect à 22 mois. Radiographie du rachis cervico-dorsal de profil, tassements vertébraux de D5 et D6 (flèches). Décès par lésions viscérales abdominales



A droite : Fig. 2 : Décès suspect (PL très hémorragique) chez un nourrisson de 2 mois.
a - Scanner corps entier, reformat coronal en fenêtre parenchymateuse cérébrale dans le plan coronal, hématome sous-dural de la convexité latéralisée à gauche (flèche), hypodensité marquée et œdème du parenchyme cérébral (*).
b - Confrontation à l'autopsie, HSD (flèche), arrachements de veines ponts (têtes de flèches)



Revue de la littérature depuis les recommandations de 2007

Depuis ces recommandations de l'HAS une littérature abondante sur l'imagerie postmortem du nouveau-né, du nourrisson voire de l'enfant est venue enrichir le débat sur l'intérêt de celle-ci, certes pour éliminer une cause non naturelle ou non accidentelle, mais également pour tenter d'identifier la cause du décès. Nombreux articles sont exclusivement centrés sur la MIN malgré des définitions différentes entre les pays anglo-saxons et l'HAS en particulier au niveau de la tranche d'âge concernée.

Les radiographies du squelette

Cette technique est utilisée depuis longtemps par de nombreuses équipes pour rechercher des signes de maltraitance physique non suspectée sur l'examen physique externe du corps. Il existe malgré tout des équipes au sein desquelles ce bilan n'est pas réalisé ou est réalisé de manière sous-optimale. Il faut bannir la réalisation des « babygrams » qui sont insuffisants pour mettre en évidence les fractures de côtes ou calcs costaux et les fractures métaphysaires (classical metaphyseal lesions). La recommandation que les clichés soient réalisés et interprétés par des équipes entraînées ne peut malheureusement pas être respectée dans tous les centres par manque de moyen. Les radiographies de squelette restent le gold standard pour l'exploration des extrémités et des fractures classiques métaphysaires en l'absence d'étude comparative avec le scanner. Le scanner thoracique et le scanner crânien sont supérieurs aux radiographies standard pour la détection des fractures costales et de la boîte crânienne. Si l'analyse des parties molles fait partie intégrante de l'analyse des radiographies de squelette, elles sont très difficiles à diagnostiquer et celles-ci seront bien mieux explorées en IRM. Rarement, l'analyse des clichés radiologiques du squelette peut être l'occasion de mettre en évidence des anomalies morphologiques, de minéralisation et/ ou de maturation orientant vers une maladie sous-jacente possiblement en lien avec le décès.

L'échographie

Si son intérêt a été démontré dans la période fœtale du fait de conditions techniques favorables (absence d'air dans les systèmes broncho-pulmonaire et digestif, de la petite taille des corps et de la faible maturation osseuse relative dont une large fontanelle antérieure) et d'un contexte d'exploration spécifique (IMG), aucune étude n'a été publiée sur l'intérêt de l'échographie dans la MIN. L'échographie transfontanellaire qui a pu être réalisée dans certains centres doit être remplacée par une imagerie en coupes compte tenu de leur nette supériorité dans la détection/caractérisation des lésions post-traumatiques non accidentelles. Plusieurs publications rapportent l'intérêt d'une autopsie mini-invasive guidées par les données de l'imagerie postmortem. Ces études tendent à montrer l'acceptabilité de ce type d'autopsie par rapport à l'autopsie conventionnelle ainsi que sa faisabilité et sa performance diagnostique dans des cas sélectionnés. Dans ce type d'approche mini-invasive, la réalisation de biopsies d'organes peut avoir son intérêt et l'échographie être l'outil de guidage de ces biopsies ciblées.

Le scanner corps entier

De nombreuses publications ont rapporté ces dernières années l'intérêt du scanner corps entier pour (1) éliminer une situation de traumatisme non accidentel et pour (2) tenter d'identifier la cause du décès dans une situation de MIN. Chez l'enfant vivant, le scanner est reconnu pour être supérieur aux radiographies standard pour détecter des fractures du crâne et pour les différencier de variantes de la normale (sutures accessoires). Le scanner sans contraste est pertinent pour la détection de saignement intracrânien qui orienterait vers une cause traumatique accidentelle ou non accidentelle pour expliquer le décès (hématome sous-dural, hématome extra-dural, thrombose/rupture de veine pont, hématome intra-parenchymateux). Ceci est transposable dans le cadre de l'imagerie postmortem. Le scanner postmortem a également démontré une supériorité pour détecter des fractures de côtes par rapport aux radiographies standard. En particulier des fractures récentes et proches des cartilages chondro-costaux. A contrario, ceci n'est pas jusqu'alors transposable chez l'enfant vivant, aucune étude (méthodologiquement difficile à réaliser) ayant été réalisée/publiée dans le dépistage de la maltraitance du nourrisson vivant. L'identification de l'intégralité des lésions et de lésions d'âges différents permet de préciser respectivement la gravité des traumatismes et leur répétition qui ont leur importance au stade de l'enquête et lors de poursuites judiciaires. Des études récentes ont montré l'intérêt du scanner pour identifier des causes essentiellement pulmonaires ou digestives dans le cadre de MIN.

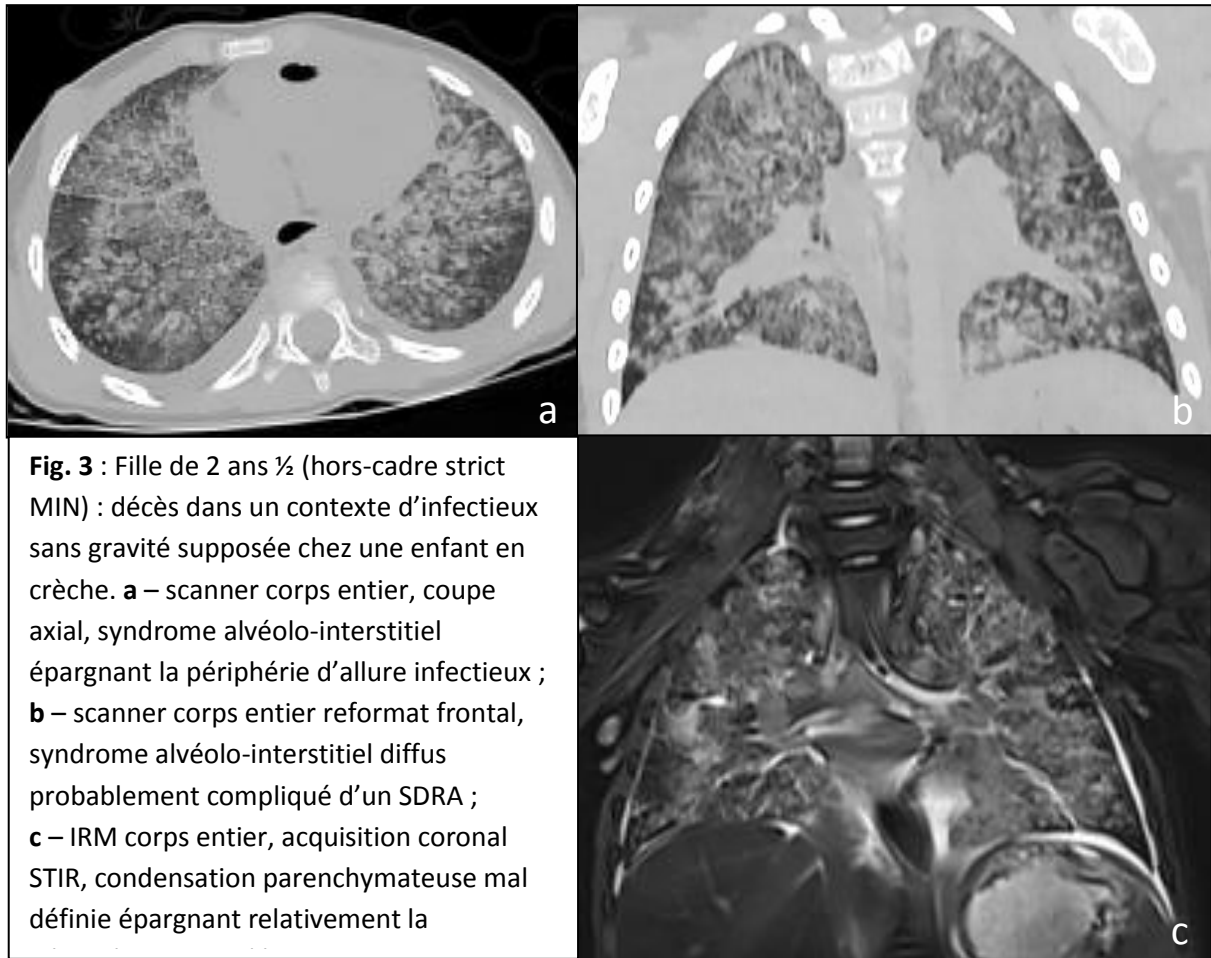
A l'instar du scanner chez le vivant, le scanner semble intéressant pour étudier les structures calciques et les structure aériques dont le parenchyme pulmonaire. Pour le parenchyme pulmonaire, les modifications postmortem viennent probablement interférer avec les éventuelles étiologies du décès. De mon expérience personnelle, le scanner est supérieur à l'IRM sur l'analyse du parenchyme pulmonaire [fig. 3] en raison de sa résolution spatiale supérieure et en raison du contenu au moins partiellement aérique du poumon.

L'absence d'injection de produit de contraste en routine, en dehors de quelques centres d'imagerie postmortem spécialisés, ne permet pas une bonne visualisation des tissus mous, incluant les organes pleins abdominaux. La détection d'épanchements de faible abondance est limitée par le faible contraste avec les tissus mous adjacents, contrairement à l'IRM.

L'IRM

A l'instar du scanner corps entier, la littérature est abondante sur l'étude de l'intérêt de l'IRM dans l'exploration des décès fœtaux et pédiatriques mais moindre dans le domaine spécifique de la MIN. La littérature sur l'IRM postmortem est plus importante en pédiatrie que dans la population adulte car il existe moins d'obstacle à sa réalisation systématique : nombre de décès pédiatriques moindre, taille du corps plus réduite donc durée d'examen également, absence de suspicion de corps étranger(s) susceptible(s) d'être ferromagnétique(s),... L'IRM présente une excellente résolution en contraste des tissus mous, contrairement au scanner, et ceci malgré la basse température des corps. A l'inverse, l'absence de protons dans l'air et l'os cortical rend l'IRM moins performante pour explorer les structures qui en sont riche. En finalité, les deux examens sont complémentaires. Sur une étude menée sur 16 nourrissons < 1 an, dans le cadre de MIN, le volume des gros organes (cerveau, poumons foie) pouvait être

estimé en IRM alors que cette estimation était moins précise pour le cœur (caillots intracavitaires) et des organes de plus faible volume (rein, thymus, rate et surrénales). La mesure du poids des organes constitue une étape indispensable de l'autopsie. Une étude avec un plus grand nombre de patients et plus âgés (0-2 ans) pourrait montrer de meilleurs résultats encore. L'IRM a montré son utilité en particulier pour identifier certaines causes cérébrales, cardiaques et vasculaires mais parfois avec la nécessité d'une IRM cardiaque dédiée. L'IRM est l'outil de choix pour détecter les anomalies des parties molles (muscles, graisse sous-cutanée) du cou et des membres.



L'IRM peut concerner une partie du corps et/ou l'ensemble du corps. L'IRM présente l'avantage de pouvoir réaliser des coupes anatomiques quelle que soit la position du corps.

L'IRM cérébrale doit comporter les coupes recommandées dans la maltraitance avec du T1 du T2 et du FLAIR (coronal). Le T2* est d'interprétation difficile en postmortem. La Diffusion semble d'intérêt limité. Il faut compléter par une étude au minimum du rachis et de la moelle cervicale dans le plan sagittal en pondération T2 et/ou STIR, si possible sur l'ensemble du rachis et de la moelle. L'acquisition corps entier doit comprendre des coupes en pondération T1 et T2 +/- STIR, dans le plan coronal pour limiter la durée de l'examen, si possible en 3D pour permettre des reconstructions dans les 3 plans de l'espace. Une IRM cardiaque supplémentaire dédiée ne semble pas justifiée dans le cadre de la MIN.

La principale limite de l'IRM est sa disponibilité pour réaliser des examens qui durent autour de 45 minutes, à réaliser en semi-urgence, avant la réalisation de l'autopsie. Bien que le délai recommandé de la réalisation de l'autopsie soit de 24 heures après la constatation du décès, en pratique, nous disposons souvent d'un délai de 36-48 heures pour réaliser l'examen avant la date prévue de l'autopsie.

Avantages/inconvénients de l'imagerie postmortem versus l'autopsie

L'imagerie postmortem présente l'avantage d'être non invasive et ne détériore pas le sujet d'exploration. Les documents iconographiques sont conservés et peuvent être analysés, ré-analysés, analysés de manière multidisciplinaire, envoyés pour expertise, utilisés pour de l'enseignement, ... L'imagerie post mortem permet l'étude sans modification des rapports anatomiques, in situ ce qui peut être complémentaire de l'autopsie. L'autopsie est réalisée une fois pour toute, sans second-look possible. Seules les descriptions du pathologiste et les photographies réalisées persistent. Des acquisitions 3D en TDM ou en IRM peuvent permettre des reconstructions a posteriori. L'imagerie postmortem, étant réalisée avant l'autopsie, les résultats de la première peuvent faciliter/orienter la seconde pour augmenter sa pertinence. Les documents iconographiques produits par l'imagerie sont souvent plus « acceptables » pour un public non averti, en particulier dans un contexte judiciaire, que les photographies d'autopsie. L'imagerie postmortem est complémentaire de l'autopsie sur des localisations non systématiquement explorées telles que les extrémités ou les métaphyses des os longs. L'imagerie postmortem est particulièrement utile pour les zones anatomiques de dissection difficile à l'autopsie (face, pelvis). L'autopsie est plus sensible pour des lésions discrètes nécessitant une dissection pour être observées ou pour des fractures récentes de côtes, en particulier au niveau de la jonction chondro-costale. L'autopsie est le gold standard des constatations postmortem dans les situations de discordance entre l'imagerie et l'autopsie. L'autopsie permet des prélèvements à visée d'étude histologique. L'autopsie mini-invasive pourrait constituer dans l'avenir une alternative à l'autopsie conventionnelle dans des situations sélectionnées sur la base du bilan d'imagerie postmortem avec la possibilité de réaliser d'éventuelles biopsies écho-guidées. L'imagerie postmortem seule ne peut constituer qu'une alternative au refus catégorique à l'autopsie et en l'absence d'obstacle médico-légal.

Le développement de l'imagerie postmortem, essentiellement au sein des services cliniques, pose plusieurs problèmes. Le premier découle du nombre croissant d'examen postmortem réalisé par des équipes initialement non préparées à l'exploration de corps inanimés. L'impact psychologique n'est pas négligeable sur des professionnels de la santé formés à prendre en charge des patients vivants. Ensuite, se pose le problème de la disponibilité du matériel (en particulier l'IRM) et des équipes pour réaliser des examens chronophages (radiographies de squelettes en totalité, IRM). Vient ensuite le problème de l'interprétation « en urgence », avant l'autopsie, d'un volume important d'images et avec une implication pratique majeure. A Montpellier, dans le dépistage de la maltraitance nous avons établi un protocole de double lecture séniorisée ; doit-on calquer cette organisation au niveau de l'imagerie postmortem dans le cadre de la MIN ? Enfin, se pose le problème des circuits de patients qui viennent de plus en plus à se croiser, entre le vivant et le décédé, en l'absence de machine dédiées au postmortem.

Actuellement, sur Montpellier nous réalisons les radiographies corps entier, l'IRM corps entier avec des coupes dédiées encéphaliques et rachidiennes et plus récemment nous réalisons de manière complémentaire le scanner corps entier.

Modifications radiologiques postmortem

L'arrêt de la circulation sanguine et de l'oxygénation des organes est responsable d'anomalies radiologiques liées directement à l'état inanimé du corps exploré. Elles apparaissent très rapidement après le décès.

La plus fréquente est la sédimentation du sang dans les cavités cardiaques et les gros vaisseaux artériels. La présence de caillots intra-cavitaires cardiaques est fréquente. Les parois aortiques sont systématiquement hyperdenses en scanner. Il peut se former des gaz intravasculaires, au niveau du système porte, des vaisseaux intracrâniens, du cœur,...

Des anomalies de densité parenchymateuse, en particulier en verre dépoli, voire des consolidations, souvent bilatérales sont attribuées à des modifications postmortem. De même, un contenu liquidien dans les bronches souches et remontant \pm haut dans la trachée est fréquemment constaté.

Une distension aérique digestive diffuse n'est pas inhabituelle.

Des épanchements de faible abondance des séreuses et en particulier pleuraux, en IRM, sont retrouvés de manière très fréquente. La plus faible fréquence de ses constatations en scanner est probablement due à la difficulté à détecter de faibles épanchements en l'absence d'injection de produit de contraste.

Des œdèmes des parties molles dans les zones de déclivités peuvent être constatés.

Certaines constatations ne sont pas directement liées au décès du patient mais aux évènements qui ont été induits par la nécessité de réanimation ou aux prélèvements postmortem. Tous les enfants qui ont été réanimés présentent un œdème des parties molles de la jambe \pm étendu secondaire à une tentative de ponction intra-osseuse métaphysaire supérieure du tibia (uni-voire bilatéral). Les fractures de côtes secondaires à une réanimation cardiaque sont rares (0-2%). Lorsqu'elles existent, elles sont antérolatérales (jamais postérieures), souvent multiples et contiguës, possiblement bilatérales, récentes (aucun cal) [incomplètes («*boit vert*») en histologie]. Un pneumo- et/ou un hémopéricarde peuvent survenir secondairement à la ponction de sang intracardiaque préconisée dans les recommandations HAS.

Cas particulier du nouveau-né retrouvé décédé dans un contexte d'accouchement à domicile

Dans le cas particulier de l'accouchement à domicile avec le constat d'un nouveau-né décédé, le premier rôle médico-légal de l'imagerie postmortem est de déterminer s'il s'agit d'une naissance d'un fœtus mort-né ou d'une naissance vivante. La présence d'air inhalée et/ou déglutie suggère une naissance vivante, avec décès secondaire. L'imagerie en coupes peut aisément affirmer l'inhalation ou la déglutition d'air. Le second rôle médico-légal de l'imagerie serait de déterminer le délai depuis le décès. L'importance de l'épanchement pleural de même que la proportion d'opacités liquidien des poumons seraient corrélés au délai postmortem.

Conclusion

L'imagerie postmortem en pédiatrie est en plein expansion et en particulier dans le cadre de la MIN et ce d'autant plus depuis les recommandations de 2007. Les radiographies de squelette et une imagerie en coupes cérébrale réalisées et interprétées par des professionnels entraînés ont pour but essentiel d'éliminer toute cause traumatique non accidentelle. L'autopsie pourra être orientée par les constatations de l'imagerie postmortem. De plus en plus l'imagerie postmortem corps entier, scanner ou IRM, se confronte au gold standard de l'autopsie dans la recherche des causes du décès. Les modifications radiologiques directement postmortem ou iatrogéniques secondaires sont à prendre en considération dans l'interprétation des examens postmortem. Les examens d'imagerie postmortem sont complémentaires entre eux et ils sont complémentaires de l'autopsie. Bien que peu fréquente, l'identification d'une cause traumatique non accidentelle, est primordiale dans le diagnostic différentiel d'une MIN. Les documents iconographiques produits sont une source d'information cruciale dans les situations judiciairisées et peuvent avoir de multiples autres utilités en raison de leur caractère pérenne. En systématisant l'imagerie postmortem avant l'autopsie, on peut prédire que dans les années à venir des études viendront nous démontrer que le protocole d'autopsie pourra dépendre des résultats de l'imagerie : de l'abstention, à l'autopsie « augmentée » en passant par l'autopsie mini-invasive toutes deux guidées par les constatations en imagerie.

Références

- Arthurs OJ et al. **Current issues in postmortem imaging in perinatal and forensic childhood deaths** Forensic Sci Med Pathol 2017;13:58-66
- Arthurs OJ et al. **Comparison of diagnostic performance for perinatal and paediatric post-mortem imaging: CT versus MRI** Eur Radiol 2016;26:2327-2336
- Arthurs OJ et al. **ESPR postmortem imaging task force: where we begin** Pediatr Radiol 2016;46:1363-1369
- Baglivo M et al. **The rise of forensic and post-mortem radiology – Analysis of the literature between the year 2000 and 2011** Journal of Forensic Radiology and Imaging 2013;1:3-9
- Bajanowski T et al. **Sudden infant death syndrome (SIDS) - Standardized investigations and classification: Recommendations** Forensic Science International 2007;165:129-143
- Barber JL et al. **Pleural fluid accumulation detectable on paediatric post-mortem imaging: a possible marker of interval since death?** Int J Legal Med 2016;130:1003-1010
- Blair PS et al. **Sudden unexpected death in infancy (SUDI): suggested classification and applications to facilitate research activity** Forensic Sci Med Pathol 2012;8:312-315
- Burton JL et al. **Clinical, educational, and epidemiological value of autopsy** Lancet 2007;369:1471-1480
- Cannie M et al. **Acceptance, reliability and confidence of diagnosis of fetal and neonatal virtuopsy compared with conventional autopsy: a prospective study** Ultrasound Obstet Gynecol 2012;39:659-665
- Clemente MA et al. **Forensic Radiology; An update** Journal of the Belgian Society of Radiology 2017;101:1-4
- de Lange C et al. **Radiography after unexpected death in infants and children compared to autopsy** Pediatr Radiol 2007;37:159-165
- Gorincour G et al. **The future of pediatric and perinatal postmortem imaging** Pediatr Radiol 2015;45:509-516
- Haute Autorité de Santé : **Recommandations professionnelles : prise en charge en cas de mort inattendue du nourrisson (moins de 2 ans). Argumentaire – Février 2007**
- Hong TS et al. **value of postmortem thoracic CT over radiography in imaging of pediatric rib fractures** Pediatr Radiol 2011;41:736-748
- Hymel KP and the Committee on Child Abuse and Neglect American Academy of Pediatrics **Distinguishing sudden infant death syndrome from child abuse fatalities** Pediatrics 2006;118:421-427
- Kawasumi Y et al. **Post-mortem computed tomography findings of the lungs: retrospective review and comparison with autopsy results of 30 infants cases** European Journal of Radiology 2015;84:721-725

Krentz BV et al. **Performance of post-mortem CT compared to autopsy in children** Int J Legal Med 2016;130:1089-1099

Laskey AL et al. **Postmortem skeletal survey practice in pediatric forensic autopsies: a national survey** J Forensic Sci 2009;54:189-191

Levy AD et al. **Postmortem Imaging. MDCT features of postmortem change and decomposition** Am J Forensic Med Pathol 2010;31:12-17

Maguire S et al. **Does cardiopulmonary resuscitation cause rib fractures in children? A systematic review** Child Abuse & Neglect 2006;30:739-751

McGraw EP et al. **Postmortem radiography after unexpected death in neonates, infants and children: should imaging be routine?** AJR Am J Roentgenol 2002;178:1517-1521

Oyake Y et al. **Postmortem computed tomography for detecting causes of sudden death in infants and children: retrospective review of cases** Eur Radiol 2013;23:493-502

Prodhomme O et al. **Comparison of postmortem ultrasound and X-Ray with autopsy in fetal death: retrospective study in 169 cases** Journal of Forensic Radiology and Imaging 2015;3:120-130

Prodhomme O et al. **Organ volume measurements: comparison between MRI and autopsy findings in infants following unexpected death** Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2012;97:F434-F438

Proisy M et al. **Whole-body post-mortem computed tomography compared with autopsy in the investigation of unexpected death in infants and children** Pediatr Radiol 2017;47:1711-1719

Puranik R et al. **Comparison of conventional autopsy and magnetic resonance imaging in determining the cause of sudden death in the young** J Cardiovasc Magn Reson 2014;16:44

Rey-Salmon C, Adamsbaum C **Maltraitance chez l'enfant** Lavoisier Paris 2013 ISBN : 978-2-257-20577-3 (prix Prescrire 2014 : Intérêt pour le public ou pour les professionnels de santé)

Rey-Salmon C & Adamsbaum C editors **Child Abuse – Diagnostic and forensic considerations** 2018 Springer Chapter 21 Postmortem Imaging ISBN : 978-3-319-65881-0

Ruder TD et al. **The influence of body temperature on image contrast in post mortem MRI** Eur J Radiol 2012;81:1366-1370

Shapiro-Mendoza CK et al. **Classification system for sudden unexpected infant death case registry and its application** Pediatrics 2014;134:e210-e219

Shelmerdine SC et al. on behalf of the DRIFT Study Research group **Chest radiographs versus CT for the detection of rib fractures in children (DRIFT): a diagnostic accuracy observational study** Lancet Child Adolesc Health 2018 [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642\(18\)30274-8](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642(18)30274-8)

Shiotani S et al. **Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung** Forensic Science International 2004;139:39-48

Sieswerda-Hoogendoorn T et al. **Postmortem CT compared to autopsy in children; concordance in a forensic setting** Int J Legal Med 2014;128:957-965

SPR/NAME The Society for pediatric Radiology – National Association of Medical Examiners **Post-mortem radiography in the evaluation of unexpected death in children less than 2 years of age whose death is suspicious for fatal abuse** Pediatr Radiol 2004;34:675-677

Taylor AM et al. **Postmortem cardiovascular magnetic resonance imaging in fetuses and children. A masked comparison study with conventional autopsy** Circulation 2014;129:1937-1944

Thayyil S et al. for the MaRIAS collaborative group **Post-mortem MRI versus conventional autopsy in fetuses and children: a prospective validation study** Lancet 2013;382:223-233

Thayyil S et al. **Post mortem magnetic resonance imaging in the fetus, infant and child: A comparative study with conventional autopsy (MaRIAS Protocol)** BMC Pediatrics 2011;11:120

van Rijn RR et al. on behalf of the Dutch NODO Group **The value of postmortem computed tomography in paediatric natural cause of death: a Dutch observational study** Pediatr Radiol 2017;47:1514-1522

Weber MA et al. **Rib fractures identified at post-mortem examination in sudden unexpected deaths in infancy (SUDI)** Forensic Science International 2009;189:75-81