

厚生労働科学研究費補助金（健やか次世代育成総合研究事業）
小児死亡事例に関する登録・検証システムの確立に向けた実現可能性に関する研究
（主任研究者 溝口史剛）

分担研究 小児死亡発生時の死亡時画像診断の臨床現場における普及に関する研究
「死後画像診断の撮影条件の問題点に関する研究」

分担研究者 小熊 栄二 埼玉県立小児医療センター 放射線科

研究要旨

死後画像診断は死因究明の一手法として期待されているが、その検査手法や撮影条件は生体検査のように確立されたものがない。チャイルドデスレビュー（CDR）で広く実施しうる、現実的な検査手法や撮影条件を、当院での9年度間121人131件の検査の検討を踏まえて提言する。院外死において見逃してはならない外傷死の発見にはCTが有用と思われる。撮影条件は頭部は生体で用いられている250～280mAs、CT線量指標（CTDIvol）＝35～40mGy、体幹部は成人の体幹部に用いられている100～150mAs、CTDIvol＝3～5程度の条件で充分であろうと思われる。詳細な解剖学的な異常の評価を行う必要がある場合はMRIを実施する必要がある。

A. 研究目的

死後画像診断は死因究明の一手法として期待されており、CDRで重要である外傷死の検出には欠かせないものとなる。

しかしながら死後画像の検査手法や撮影条件は、生体検査ほどは厳密には検討されておらず、またその実施も保険医療の枠外での実施となるため、診療放射線技師の協働が得られず低品質な検査がされているのを散見する。

生体の小児の体幹部検査では低被ばくの要請が強く、その条件がCTなどで小児の推奨撮影条件とされていることが多い。生体の体幹部と同様な低被ばくの撮影条件で行われた検査は、非常にノイズが多く、特に頭部の撮影をこれで行うと、出血などの粗

大な異常も検出が不可能となる。

死後画像診断に要請される最低限の使命である外傷性変化の検出に必要な条件を探索する。

一方、生体の検査では絶対に用いられないような高線量の検査は、CT検査器への負担が大きく、各施設のCDRで実施される場合、現場の大きな負担になりかねないと思われる。高線量死後CTの画像を見て、高線量に見合う優位性があるか検討する。

検査供給力の問題から死後MRが行われる機会は多くないが、解剖学的に詳細な検討が必要な場合はその優位性は明らかである。少数の実施例にとどまるが、MRでのみ検出できた異常を検討する。

B. 研究方法

埼玉県立小児医療センターにおいて制度化された死後画像診断が開始された 2009 年 4 月から、2017 年 3 月 31 日までの、あしかけ 10 年、9 年度間に行われた、死後画像診断の検査手法 (CT、MRI、単純 X 線写真) の実施数と CT の撮影条件 (全体のスライス数、頭部と体幹部の、それぞれの電圧、mAs、CTDIvol、画像の SD) を調べた。

実施対象者の年齢、院外死か否か、死が避けることのできない状態であったかどうか、外傷性変化が認められたかどうか、当院の虐待対応チームにおいて虐待と判定した事例が含まれていたかどうか、死後画像診断で生前に予期されていなかった異常が検出されたかについて検討した。

死後画像の実施は、CT は 2016 年 12 月まではシーメンス社製 Somatom Definition AS+、2017 年 1 月からはシーメンス社製 Somatom Definition Edge を用いた。MRI はフィリップス社製 1.5T

Intera Nova Dual を用いた。いずれも機器の操作は診療放射線技師が行っている。

検査費用は医療保険や御遺族には請求しておらず病院負担で実施している。

(倫理面への配慮)

当院において死後画像診断は御遺族の書面での承諾に基づいて実施しており、その実施体制は当院倫理委員会で審査を受け承認を受けた。

撮影した画像は、対象者の病歴と一体化して保護を行い、今回の検討は少数の個人特定が不可能な背景情報を付した形で匿名化を行った画像データに基づいて行った。

C. 研究結果

2009 年 4 月から、2017 年 3 月 31 日までの期間に、埼玉県立小児医療センターでは 121 人 (男性 60 人、女性 61 人) の方に合計 131 件の死後画像診断を行った。内訳は CT は対象者全員が行っており 121 件、MRI は 6 人 (5.0%) に、単純 X 線写真は 4 人 (3.3%) に撮影した。

対象者の年齢構成は、平均 3.4 歳、中央値 1 歳 4 ヶ月 (0~19 歳) であり、生後 1 ヶ月月内の新生児が 24 人 (19.8%)、1 ヶ月超 1 年未満の乳児が 34 人、併せて 1 歳未満が 58 人 (47.9%) であった。

以後、1 歳代で 11 人 (9.1%)、2 歳代 13 人 (10.7%)、3 歳台 6 人 (5.0%)、4 歳台 5 人 (4.1%)、5~9 歳 10 人 (8.3%)、10 歳以上 18 人 (14.9%) であった。

このような年齢別の新生児期、乳児期対象者の割合は、人口動態統計から見る小児期の年齢別死亡割合と同様の傾向を示す。

主要な死因は、周産期のイベントに関連するものが 17 人 (14.0%) あり、またその後脳性麻痺となって長じての死亡に関与していると思われるものが 8 人 (6.6%) いた。臨床的に死因が明確なものは腫瘍が 32 人 (26.4%) と最も多く、再発を繰り返した方が多い。

腫瘍に限らず、臨床的に死が避けられない終末期と考えられていた方が 65 人 (53.7%)

来院時心肺停止例は 37 人 (30.5%) で、このうち終末期を在宅で迎えた方が 2 人おり、他の 35 人 (28.9%) が予期しない死の原因検索のために死後画像診断が行われていた。これら予期せぬ乳幼児突然死を含む来院時心肺停止例は 18 人であった。乳児期

以降に院外で死亡した 19 人のうち 6 人は予期しない死亡であった。

当院の虐待対応チームで地位域情報等を援用して検討した結果、来院時心肺停止で来院した 2 名の方は身体的虐待であると判定され、生存中に児童相談所への通告と警察への通報を行った。これら 2 名のうち 1 名は死後画像診断によって虐待に特徴的な典型的骨幹端損傷 (CML) の存在を証明した。もう 1 名では硬膜下血腫と脳実質裂傷が合併していることを示した。これに加えもう 1 名の院外死亡例において多数の歯牙のエナメル質が傷んでおり、衛生状態が不良であったため、死亡診断後警察へ通報している。傷んだ歯の状態は死後 CT で良好に描出されている。

死後画像診断の実施により、臨床的に疑われていたか否かは問わず、生前の検査で確認されておらず、単なる腫瘍の増大などではなく、死亡や病勢の悪化に関連する可能性のある所見が 36 例 (29.8%) に認められた。

主なものは脳内への出血が 6 例、脳梗塞 4 例、多発結節影など単なる死戦期の急性左心不全とはことなる肺の浸潤影を示す肺炎疑いが 4 例、脂肪肝が 4 例 (このうち 1 例はミトコンドリア呼吸鎖異常が示されている) などが複数に見られ、あとは単発に左冠動脈起始異常症、脳の鉤ヘルニア、急性壊死性脳炎様の視床腫大、頸髄損傷、血清心嚢水、肝膿瘍、緊張性気胸、腸管穿孔、そして虐待に関連の深い CML、脳実質裂傷であった。

CT の撮影条件であるが、作成した画像数は平均で 2,393 枚と体格の小さな乳幼児が多い対象のなかでは極めて多くの画像が作

成された。これは全身を 0.6mm、1mm、3mm など厚みを変え、軟部条件と骨条件の再構成関数を使い分け、横断像に加えて冠状断像、矢状断像を作成しているためである。

CT の撮影では管電流値を上げるほど基本的には SN が良好となって画質が上がる。管電流値は回転に要する時間との積で mAs (ミリアンペアセカンド) で表され、また CT の照射線量の指標としては CTDIvol が用いられる。

当院の死後 CT の mAs 値は平均で 436.0、CTDIvol は 71.0mGy といずれも生体で用いる線量の 2 倍程度を用いていた。体幹部の撮影では、CTDIvol は平均で 20.0mGy とこれは現在、生体では 1 未満から高々 2 程度で撮影する乳幼児からすると非常に高い線量で撮影されている。

この結果、均一に見える脳の白質で計測して CT 値の標準偏差が平均で 2.8、肝臓では 7.7 とかなり低い値となっており、非常に観察しやすい画像であることがわかった。

ただし死後画像で明らかになった異常所見はいずれも高線量であるから発見可能となったわけではなく、通常の生体の臨床レベルの画像が得られれば、かなり容易に指摘できるレベルの所見であった。

MRI は T2 強調画像の横断像、冠状断像、矢状断像に加え、T1 強調像の横断像を撮影した。

MRI は 6 人と少数例の実施にとどまっているが、頸髄損傷、心筋への腫瘍の転移など CT ではまったく描出不可能であった病変を明らかにすることができた。

さらに MRI は心臓・大血管、腸管の壁と内腔の区別が容易であり、脳内の諸構造の

描出にも優れている。解剖の異常の有無を詳細に検討する場合は MRI が必要であると思われた。

D. 考察

CDR を院外死、それも予期せぬ乳幼児突然死を主要な対象に含んで運用していく場合には、外傷死のチェックが不可欠となってくる。当院の実施事例でも 35 人の予期せぬ死があり、その中の乳児例 18 人中に 2 人の虐待確信例が含まれていた。これらは死後画像だけが判断材料、証拠となったわけではないが、虐待に関連の深い損傷を描出できたことによってその後の司法手続きなどにおいて判断に迷うことがなくなった。

外傷死チェックのために来院時心肺停止例では死後であっても CT でのチェックが必要である。当院では通常の 2 倍から数倍の線量を用いて極めて多数の再構成画像を作成しているが、この様な極めて手間のかかる死後 CT を行うことは各診療機関の大きな負担になりかねない。

今回、死後画像診断で発見された異常所見を見ると、おそらく通常の脳のコントラストをしっかりと出す頭部の条件、成人の体幹部の条件であれば、十分に描出可能と思われた。

小児の死後 CT は、頭部は通常の CTDI_{vol} で 35mGy 以上は確保した画像、体幹部は被ばく低減を一旦おいて、少なくとも成人の体幹部条件で撮影する。これで見ると

外傷性変化を見逃す事はないと思われる。

詳細な解剖の異常の有無の検討には MRI が必要であるが、多くの施設で MRI はフル稼働に近い状態であり、ルーチンとして実施するのは不可能である。

E. 結論

CDR に伴って死後画像診断を行う場合、外傷死のチェックのため死後 CT を行うべきである。その際の撮影条件は、頭部では生体でも脳実質のコントラストを検討するためには必要である 250mAs 程度を確保するべきであり、体幹部では低被ばくを目指した小児向けの条件は使うべきではなく、成人の体幹部の撮影条件程度を用いるべきと考える。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

論文発表

なし

学会・シンポジウム発表

なし

書籍発刊

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

なし