

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23390182

研究課題名(和文) 打撲傷による皮下出血を可視化することにより身体的虐待を証明する試み

研究課題名(英文) Trial to diagnose physical abuse by visualizing the subcutaneous hemorrhage of a bruise

研究代表者

美作 宗太郎 (MIMASAKA, Sohtaro)

秋田大学・医学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：50284998

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,700,000円、(間接経費) 4,410,000円

研究成果の概要(和文)：我々は分光測色計を用いて打撲傷の色の評価を行ってきたが、皮下出血の深さや厚さが色の変化に大きく関連していた。CT, OCT, 超音波診断装置を用いて、皮下出血の評価を行ったところ、CTは帽状腱膜下出血の評価は可能だが薄層の出血を検出できず、OCTは皮膚表層の観察に優れ虫刺症も検出できたが深層は描出できなかった。超音波診断装置は皮下出血の診断において最も優れていることが判明した。更に、特殊波長光線による陳旧打撲傷の可視化の研究では、打撲傷に紫の光線を照射し黄色のフィルターで観察すると、受傷後2～3カ月が経過した打撲傷を可視化でき、撮影にも成功した。本成果は、被虐待児の早期保護に役立つと期待される。

研究成果の概要(英文)：We have used spectrophotometry to estimate the age of a bruise by evaluating the color of a bruise, and found that the depth and thickness of the subcutaneous hemorrhage have a great influence on color changes of a bruise. We determined whether we could evaluate the depth and thickness of the subcutaneous hemorrhage of a bruise precisely using CT, OCT and ultrasonography. CT was useful to detect subgaleal hematoma, but was not able to detect subcutaneous hemorrhage. OCT was superior in observation of the cutaneous layer, and was able to detect an insect bite. Ultrasonography was the most superior in a diagnosis of the subcutaneous hemorrhage. Furthermore, a study of the visualization of an old bruise by special wavelength rays was added. When we illuminated an old bruise with purple rays and observed it by a yellow filter, we could photograph even the bruise that several months passed since they were injured. The result of these studies helps that we protect abused children early.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学・法医学

キーワード：法医学 子どもの虐待 打撲傷 皮下出血

1. 研究開始当初の背景

(1) 児童相談所をはじめとする子どもの虐待に関係する機関は、虐待を疑っても決め手に欠けるケースでは一時保護を躊躇い、結果的に保護の遅れを招いて最悪の結末に至るケースが後を絶たない。子どもの虐待の証明は極めて難しい課題であるが、少なくとも児童相談所等が一時保護する理由の情報提供として、法医学者による損傷検査が注目を集めている。児童相談所の職員に対して行った調査では、被虐待児に対する法医学者の損傷検査の需要は高く、その集計結果は既に報告済みである(美作宗太郎他. 法医学者による被虐待児の損傷検査の需要. 日法医誌 .64, 89, 2010)。

(2) 法医学者が被虐待児を診察する機会が多い身体的虐待のケースでは、損傷所見を正確に記録して、成傷器・成傷方法を推定することが主な任務となる。特に、損傷の中でも、打撲傷は身体的虐待の80%以上に認められ、受傷時期が異なる新旧混在する打撲傷は身体的虐待の診断根拠として有名な所見である(Hobbs CJ, Hanks HG, Wynne JM. Physical abuse. In: Child abuse and neglect, A clinician's handbook, 2nd ed. London UK: Churchill Livingstone, 1999: 63-104)。ただ、従来の打撲傷の受傷時期の推定は検査者の主観や経験に基づくもので、必ずしも客観的な診断ではないことから、我々は打撲傷による皮膚変色を客観的に評価することに焦点を当てて研究を進めてきた。

2. 研究の目的

(1) 自ら虐待を受けたことを発信しない(できない)子ども達から虐待の証拠を探し出し、児童相談所による一時保護や警察による被害状況の捜査、更には家庭裁判所による判断に繋げるには、客観的な虐待の証拠の存在が不可欠である。本研究は、我々が従来から継続してきた打撲傷の客観的評価に関する臨

床法医学的研究を更に発展させて、被虐待児に対する損傷検査の精度を上げることを目的とする。具体的には下記の2点を目標とする。

(2) 1点目は皮膚の断層撮影により打撲傷による皮下出血の評価をより正確に行う方法の検討である。我々は打撲傷による皮膚変色の色調の変化を数値として捉えるために、分光測色計を導入して打撲傷による皮膚変色を経時的に測色して数的変化を記録する研究を行ってきた(Mimasaka S, Ohtani M, Kuroda N, Tsunenari S. Spectrophotometric Evaluation of the Age of Bruises in Children: Measuring Changes in Bruise Color as an Indicator of Child Physical Abuse. Tohoku J Exp Med. 220, 171-175, 2010)。同研究では、打撲傷による皮膚変色は一定のパターンを示しながら治癒に向かう経過が客観的に示すことができ一定の成果を上げることができたが、皮膚表面から皮下出血までの深さや皮下出血の厚みによって、数値にばらつきがみられたことが問題点であった。本研究でCTスキャナ、超音波診断装置、Mini OCT Systemなどを導入することによって皮膚表面から皮下出血までの深さと皮下出血本体の詳細のデータが得られれば、分光測色計のデータと合わせて比較・検討することが可能になる。

(3) 2点目は、紫外線などの特殊波長光線によって陳旧打撲傷を可視化・証拠化する方法の検討である。紫外線を用いた陳旧打撲傷の可視化と紫外線撮影による証拠化については、欧米では報告があるものの、我が国では一般的ではなく、そのメソッドさえ確立されていないのが現状である。これまでの研究で皮膚変色を可視化するための紫外線の最適波長については検討が進んでいるので、更に記録に残す紫外線撮影法についてのメソッドを確立する。

3. 研究の方法

(1) 皮膚の断層撮影により打撲傷による皮下出血の評価をより正確に行う方法の検討

我々が従来から行ってきた分光測色計による測色という方法は、極めて簡便で打撲傷の客観的評価に有用であるが、外表のみからの色調の判断にとどまるために、皮下出血自体の評価と照らし合わせる作業が必要である。本研究では、死後2日以内の比較的新しい法医解剖症例で打撲傷を認めるケースについてCTスキャナ(日立・16列マルチスライスCT・ECLoS),超音波診断装置(SonoSite・M-Turbo及びHFL50x/15-6),Mini OCT System(santec・IVS-300)で打撲傷による皮下出血を断層撮影した後で、分光測色計で測色し、更に法医解剖における肉眼的所見などを比較した。

(2) 紫外線などの特殊波長光線によって陳旧打撲傷を可視化・証拠化する方法の検討

紫外線を用いた陳旧打撲傷の可視化については、従来の研究で得られた知見から、適切な波長条件が判明している。今回は、紫外線波長の他に、violet, blueの波長光線を含めた3種類の特殊波長とorange, yellowなどの着色フィルターの組み合わせを用いて研究を行った。健常小児が日常生活において転倒するなどして受傷した打撲傷について、受傷後から特殊波長光線による打撲傷の観察を経時的に行うとともに、同時に特殊波長光線下における撮影をして、紫外光の当て方や適切な撮影条件など証拠化として必須な撮影法の検討を行った。同時に、分光測色計による測色を行い、両者を比較した。なお、健常小児の協力を得る研究については、秋田大学医学部倫理委員会の許可を得て研究を行った。

4. 研究成果

(1) 皮膚の断層撮影により打撲傷による皮下出血の評価をより正確に行う方法の検討

CTスキャナは、皮下深層に存在する比較的厚層の皮下軟部組織出血や帽状腱膜下出血などをとらえる際には有用なケースがあったが、薄層の軟部組織出血をとらえることは難しく、また筋肉内出血は筋肉のCT値が30~60HU、出血のCT値が50HU前後(ヘマトクリット値によって異なる)と類似していることから区別が付きにくく、打撲傷に伴う表層の皮下軟部組織出血を観察する目的での実務応用は困難であった。

Mini OCT Systemは皮膚表層の観察には適していたが、その守備範囲は表皮と真皮にとどまることが判明した。なお、Mini OCT Systemが皮膚表層の所見をとるのに有用である点に注目して、これを虫刺症の皮膚所見の判断に応用できないか追加研究を行った。従来から被虐待児の皮膚変色を検査・評価する際に、しばしば保護者から「我が子の皮膚変色は打撲傷によるものではなく虫さされによる変色である」という説明を受けることがある。そこで、虫刺症を受けた皮膚変色部をMini OCT Systemで観察すると、同部の真皮に高信号域を観察することができ、また虫刺症による水疱形成も明瞭に観察することが可能であった。これらはCTスキャナでは勿論のこと、超音波診断装置でも描出が困難な所見であり、Mini OCT Systemの新たな有用性が示された。また、Mini OCT Systemによる断層撮影は、表皮剥脱、痂皮形成、癬痕、熱傷の形状の証明にも応用可能であることが判明した。表皮剥脱や痂皮形成、癬痕、熱傷の評価については、本研究の対象である打撲傷とは異なるが、被虐待児の損傷検査においてはこれらの損傷を観察する機会も少なくないことから、今後も積極的にデータを収集する必要がある。

超音波診断装置は、打撲傷に伴う皮下軟部組織出血を観察する目的としてCTスキャナとMini OCT Systemの中間的な守備範囲を有しており、皮膚浅層の観察には向いていないものの、皮下軟部組織の異常所見の可視化に優れ、

打撲傷による皮下出血の断層撮影として幅広く応用できた。なお、超音波診断装置による打撲傷の観察については既に国際誌に報告済みであるが、打撲傷に伴う皮下脂肪組織内の出血を同定する際に脂肪組織の隔壁などに注意する必要はあるものの、打撲傷の皮下出血が経時的に吸収されて治癒に向かう段階も観察可能であり、打撲傷による皮下出血の観察の主力機器と考えられる。

(2)紫外線などの特殊波長光線によって陳旧打撲傷を可視化・証拠化する方法の検討

紫外線を用いた陳旧打撲傷の可視化については、陳旧打撲傷の観察に適切な特殊波長光線とフィルターの組み合わせとして、violetの波長光線とyellowフィルターの組み合わせが最も優れていることが判明し、写真撮影による証拠化にも成功した。健常小児の打撲傷について、受傷後から経時的に分光測色計による測色検査と特殊波長光線による観察・撮影を同時に行ってデータを集積したところ、肉眼的な皮膚変色の観察や分光測色計による測色検査で捉えられる陳旧打撲傷は2~3週間程度であるのに対し、特殊波長光線による陳旧打撲傷の可視化は、打撲傷によっては受傷後2~3カ月以上が経過していても証拠化が可能であることが判明した。特殊波長の光線による陳旧打撲傷の可視化・証拠化の研究は、一つの打撲傷について受傷後に長期間にわたり経時的に観察していく必要がある時間と手間がかかる研究ではあるが、実務応用が可能になれば被虐待児の損傷検査に大きく貢献する可能性を秘めた重要なツールになることから、出来る限り時間をかけて研究を継続している。

本研究で得られた成果は、打撲傷の可視化・証拠化を通じて被虐待児の損傷検査の精度を上げることに繋がり、被虐待児の早期発見・早期保護に大いに役立つものと期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計13件)

1. 美作宗太郎, 橋本学. 法医解剖とAiの理想とする関係. INNERVISION. 査読無, 29. 20-22. 2014.
2. Oshima T, Hayashida M, Ohtani M, Hashimoto M, Takahashi S, Ishiyama K, Otani T, Koga M, Sugawara M, Mimasaka S. Spinal hyperostosis as an important sign indicating spine injuries on postmortem computed tomography. Legal Med. 査読有, 2014 (accept). doi: 10.1016/j.legalmed.2014.03.006.
3. 美作宗太郎. 被虐待児にみられる打撲傷の客観的評価～子どもの打撲傷をどこまで証拠化できるか?～. 日本SIDS・乳児突然死防止学会雑誌. 査読無, 13. 3-7. 2013.
4. Mimasaka S, Oshima T, Ohtani M. Characterization of bruises using ultrasonography for potential application in diagnosis of child abuse. Legal Med. 査読有, 2012; 14: 6-10.
5. 美作宗太郎. 被虐待児における打撲傷の客観的評価法. 法医病理. 査読無, 18. 17-21, 2012.
6. 大島徹, 吉川洋, 美作宗太郎. 法医学者のための眼球病理標本の作製法と死体修復法. 法医学の実際と研究. 査読無, 55, 277-283, 2012.
7. 大谷真紀, 西田尚樹, 大島徹, 美作宗太郎. 部分消失した顎骨を記録した客観的歯科資料が個人識別を可能にした2事例. 法医学の実際と研究. 55, 査読有, 189-196, 2012.
8. 美作宗太郎, 大島徹, 大谷真紀. 児童相談所における被虐待児の損傷検査の需要. 法医学の実際と研究. 査読有, 55, 269-275,

2012 .

9. Yonemitsu K, Sasao A, Oshima T, Mimasaka S, Ohtsu Y, Nishitani Y. Quantitative evaluation of volatile hydrocarbons in post-mortem blood in forensic autopsy cases of fire-related deaths. *Forensic Sci Int*. 査読有, 217, 71-5, 2012.
10. 大谷隆浩, 菅原真人, 高橋聡, 橋本学, 大島徹, 大谷真紀, 美作宗太郎. 当施設における死後 CT の運用と現状. *映像情報 Medical*. 査読無, 43, 331-333, 2011.
11. 黒田直人, 阪本奈美子, 美作宗太郎. 冷水による溺水死体にみられる心筋線維間隙狭小化. *法医学の実際と研究*. 査読有, 54, 31-35, 2011 .
12. 大島徹, 大谷真紀, 佐々木恭子, 美作宗太郎. 自動除塵設備内で発見された4剖検例. *法医学の実際と研究*. 査読有, 54, 43-51, 2011 .
13. 佐々木恭子, 大谷真紀, 大島徹, 宮田元, 美作宗太郎. 超音波診断装置を用いた脳病変の検索. *法医学の実際と研究*. 査読有, 54, 53-58, 2011 .

[学会発表](計18件)

1. 美作宗太郎. 日常診療における法医学的知識. 平成25年度秋田県医師会東北医学会並びに医師卒後研修講座. 特別講演. 2013年11月17日. 鹿角.
2. 菅原真人, 大谷隆浩, 石山公一, 古賀誠, 高木倫子, 浅野友之, 渡邊磨, 高橋聡, 橋本学, 大谷真紀, 大島徹, 美作宗太郎. 当施設における死後 CT と解剖所見の比較~頭蓋内出血を伴う事例の検討~. 日本法医学会第14回学術北日本地方集合法医学談話会第100回例会. 2013年11月1日~2日. 秋田.
3. 美作宗太郎. 異状死体の取り扱いと医療関連死. 第22回日本集中治療医学会東北地方会. 教育講演. 2013年7月27日.

秋田 .

4. 美作宗太郎, 大島徹, 大谷真紀. “新旧混在する打撲傷”の客観的な評価法. 第5回日本子ども虐待医学研究会学術集会. 2013年7月20日~21日. 東京.
5. 美作宗太郎, 大島徹, 大谷真紀. 陳旧打撲傷を可視化する試み. 第5回日本子ども虐待医学研究会学術集会. 2013年7月20日~21日. 東京.
6. 大島徹, 大谷真紀, 橋本学, 高橋聡, 石山公一, 大谷隆浩, 古賀誠, 菅原真人, 美作宗太郎. 死後CT所見における draped curtain appearance の頻度と意義. 第97次日本法医学会学術全国集会. 2013年6月26日~28日. 札幌.
7. 大谷真紀, 大島徹, 美作宗太郎. 死後CT画像を利用した歯科所見による個人識別の試み 第2報. 第97次日本法医学会学術全国集会. 2013年6月26日~28日. 札幌.
8. 美作宗太郎. 法医学とAi. 秋田県放射線技師会中央支部講演会. 講演. 2013年3月16日. 秋田.
9. 美作宗太郎. 被虐待児にみられる打撲傷の客観的評価~子どもの打撲傷をどこまで証拠化できるか?~. 第19回日本乳幼児突然死防止学会. 教育講演. 2013年3月1日~2日. 福岡.
10. 美作宗太郎. 法医放射線診断学の導入と利用~CTおよび歯科パノラマX線撮影の有用性と問題点~. 第29回熊本県警察医学会研修会. 特別講演. 2012年12月1日. 熊本.
11. 大島徹, 大谷真紀, 宮田元, 美作宗太郎. 内視鏡的第三脳室開窓術中に死亡した一例. 第13回日本法医学会学術北日本地方集会. 法医学談話会第99回例会, 2012年11月2日. 札幌.
12. 大谷真紀, 大島徹, 美作宗太郎. 死後CT画像を利用した歯科所見による個人識別

の試み .第 13 回日本法医学会学術北日本
地方集会・法医学談話会第 99 回例会 ,
2012 年 11 月 2 日 . 札幌 .

13. 美作宗太郎 . 子どもの虐待と法医学 . 検
屍と法医の会 . 2012 年 11 月 17 日 . 秋
田 .
14. 美作宗太郎 . 被虐待児にみられる打撲傷
の客観的評価法 . 第 36 回日本小児皮膚科
学会学術大会 . シンポジウム . 2012 年 7
月 14 日 ~ 15 日 . 前橋 .
15. 大島徹 , 林田光正 , 大谷真紀 , 橋本学 ,
高橋聡 , 石山公一 , 大谷隆浩 , 古賀誠 ,
菅原真人 , 美作宗太郎 . 脊椎の靱帯骨化
の画像所見は脊椎損傷の発見に役立つ
か? 第 96 次日本法医学会学術全国集
会 . 2012 年 6 月 7 日 ~ 9 日 . 浜松 .
16. 美作宗太郎 . 子どもを虐待から救うため
に法医学者には何ができるのか? 第 2 回
医学生のための九州法医学合同ワークシ
ョップ , 2011 年 10 月 8 日 ~ 9 日 . 長崎 .
17. 大島徹 , 大谷真紀 , 菅原真人 , 古賀誠 ,
大谷隆浩 , 石山公一 , 高橋聡 , 橋本学 ,
美作宗太郎 . 死後画像診断による心臓血
の性状の推定 . 第 95 次日本法医学会学術
全国集会 . 2011 年 6 月 15 日 ~ 17 日 . 福
島 .
18. 大島徹 , 大谷真紀 , 美作宗太郎 , 吉川洋 .
死後撮影 CT にて両眼の上脈絡膜出血を
認めた一例 . 第 12 回日本法医学会学術北
日本地方集会・法医学談話会第 98 回例会 ,
2011 年 10 月 21 日 ~ 22 日 . 弘前 .

〔図書〕(計 3 件)

1. 池田典昭 , 岩瀬博太郎 , 近藤稔和 , 羽竹勝
彦 , 上野易弘 , 宮石智 , 福永龍繁 , 木下博
之 , 清水恵子 , 美作宗太郎 , 岩楯公晴 , 高
橋雅典 , 赤根敦 , 齋藤一之 . 虐待 . 石津日
出雄ら監修 . 池田典昭ら編 . 標準法医学第
7 版 . 東京 . 医学書院 . 2013 . pp.197-206 .
2. 美作宗太郎 . 体表にみられる損傷の観察と

記録 . かながわ版性暴力対応医療者・アド
ボケート養成研修会テキスト . 10 . 2013 .
pp.1-9 .

3. 美作宗太郎 . Ai センターと Ai 実施施設 .
秋田大学大学院医学系研究科法医学講
座 . 今井裕 , 高野英行 , 山本正二編 . Autopsy
imaging ガイドライン第 2 版 . 東京 . ベク
トル・コア . 2012 . p.123 .

〔その他〕

ホームページ等
該当なし

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

美作 宗太郎 (MIMASAKA Sohtaro)
秋田大学・大学院医学系研究科・教授
研究者番号 : 50284998

(2) 研究分担者

大島 徹 (OSHIMA Toru)
秋田大学・大学院医学系研究科・助教
研究者番号 : 70464427

大谷 真紀 (OHTANI Maki)

秋田大学・大学院医学系研究科・助教
研究者番号 : 30292379

(3) 連携研究者

該当なし .