

機関番号：11401

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21790603

研究課題名 (和文) 紫外線撮影による陳旧打撲傷診断法の実用化と受傷後経過時間推定への応用

研究課題名 (英文) Technique to diagnose old bruise by ultraviolet imaging and estimation of elapsed time after injury

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

研究成果の概要 (和文)：

陳旧打撲傷を肉眼的に証明することは難しい。そこで、紫外光を利用して陳旧打撲傷を診断する方法を試みた。結果として、390nm 付近の波長の紫外光が陳旧打撲傷の可視化に適切であることが判明した。また、測色学的検討によって、打撲傷の色調のうち黄色の成分が紫外光により明瞭になることが判明した。紫外線撮影法については、更なる検討が必要である。

研究成果の概要 (英文)：

It is difficult to prove old bruise macroscopically. We tried to diagnose old bruise by ultraviolet imaging. As a result, this study indicated that ultraviolet radiation of the neighborhood of 390nm was appropriate to visualize old bruise. And it was recognized that a yellow factor (by a spectrophotometrical colorimetry) of bruise show by ultraviolet clearly. Further study is needed to establish the method of an ultraviolet photography.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

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：医療・福祉，法医学，小児虐待，打撲傷，皮下出血，分光測色計，超音波診断，紫外線撮影

1. 研究開始当初の背景

近年、被虐待児の増加により、被虐待児或いは虐待が疑われる小児の法医学解剖に加えて、児童相談所などから法医学者に損傷検査を依頼されるケースが増えている。特に、身体的虐待を受けた被虐待児の80%に認められる打撲傷では、その性状を観察し成傷器の推定や受傷後経過時間を判断することが極めて重要であるが、従来検査者の主観的な評価にとどまり、客観的評価には至っていなかった。研究代表者は、この問題を解決するために、2005年から分光測色計を導入して打撲傷を測色し、色を数値化することによって新旧混在する打撲傷の診断に役立てるとともに、2006年から超音波診断装置を導入して打撲傷の色調の基礎である皮下出血の状態を把握することを可能にして、打撲傷の受傷後経過時間の客観的評価に成果を挙げた。

しかし、これらの手法は、外表検査で肉眼的に観察できる比較的新しい打撲傷においては優れた方法であるが、実際の被虐待児の症例では数ヶ月に亘る身体的虐待を受けている場合も少なくなく、肉眼的に明瞭に観察できない程の時間の経過した打撲傷の存在を確認するには非力と言わざるを得なかった。また児童相談所に一時保護される児童は、身体的虐待を受けて数日以内に法医学者による損傷検査を受けられる体制に恵まれることは稀で、受傷後長時間を経過した段階で法医学者が相談を受けた場合の陳旧損傷の可視化は、極めて重要な社会的要求事項であった。

紫外線撮影は、被写体に紫外線を当てることによって得られる反射像を可視化して記録に残す手法である。紫外線は皮膚の深部にまで進入できるため、生体、死体の区別なく過去の打撲傷の痕跡を可視化することが可能とされており、欧米では法医学の現場に実

務応用されている。実際に、過去2～5ヶ月に受けた咬傷や打撲傷などの損傷痕を可視化できたという報告や、更には成傷器(凶器)の特徴的な形状さえも判別できたとする報告もあるが、その原理は必ずしも明らかにされておらず、残念ながら我が国では殆ど実用化されていない。これには幾つかの理由が考えられるが、一つは我が国における法医学解剖においては、従来から解剖時において肉眼で見えるもの(皮膚変色など)の記録をとることが最重要であり、敢えて陳旧打撲傷の存在を証明しなくても法医学解剖の目的を達成できたこと、紫外線撮影による陳旧打撲傷の可視化の原理が明確でなく具体的な手法も体系化されていないこと、更に紫外線は日焼けや皮膚癌の原因であることが知られているように人体に有害であると恐れられていたことなどが挙げられる。しかし、小児虐待症例に限らず、あらゆる年齢における慢性的な身体的虐待を証明するために、肉眼的には明瞭に観察できない陳旧打撲傷を可視化する方法を確立できれば、継続的な暴力による打撲傷として虐待行為の有力な証拠として利用できる。また検査者に対する影響についても、陳旧打撲傷の観察に有用とされている長波長紫外線の毒性は極めて軽度とされており、紫外線遮断眼鏡などによって十分に防御可能であることを踏まえれば、将来の法医学診断に十分に実務応用できる方法として大きな成果が期待できる。

2. 研究の目的

紫外線撮影は欧米では既に法医学(法科学)の現場に取り入れられているが、その具体的な手法は体系化されておらず、我が国の法医学の現場では殆ど利用されていない。そこで、紫外線撮影を陳旧打撲傷の診断に応用できるように、具体的な撮影方法や撮影条件を体

系化する必要があると考えた。紫外線撮影による陳旧打撲傷の可視化の原理については既に報告があるが、研究代表者は現段階で判明している原理の他にも、分光測色計によって得られる測色学的な黄色～青色の色相の変化や、超音波診断における線維化巣の変化にも関連があると考えている。この関連性を明らかにすれば、陳旧打撲傷の紫外線撮影の原理についてより詳細な情報が得られるはずである。本研究の目的は、紫外線撮影による陳旧打撲傷の可視化の原理を明らかにして、今後の陳旧打撲傷の診断根拠として不安なく活用できるようにすると同時に、既に確立された方法と照らし合わせて受傷後経過時間の推定への応用を試みるものである。

3. 研究の方法

計画段階における方法は、法医解剖の外表検査の際に、紫外線下において全身を観察して陳旧打撲傷を探し当て、発見された陳旧打撲傷の紫外線撮影を行うものであった。しかし、実際には後述するように、紫外光の波長の種類が陳旧打撲傷の可視化に大きく影響していることが判明したため、陳旧打撲傷の可視化の原理を明らかにする基礎研究に重点をおいた。

まずは、様々な種類の波長の紫外光で同一の陳旧打撲傷を観察し、至適波長の検索を行った。市販の紫外光源は、特定の波長が記載されていてもある程度の波長幅があり、必ずしも特定波長の紫外光のみが照射されるとは限らない。そこで、分光器で波長の傾向を確認しながら検索するという操作を加えた。至適波長が判明してからは、陳旧打撲傷の受傷後経過時間がある程度判明している症例について、長波長の紫外光を照射して陳旧打撲傷の観察を試みると同時に、分光測色計による測色値との比較を行った。

紫外線撮影方法・撮影条件については、暗室環境下で特定の紫外光を照射しながら撮影する方法を様々な条件で試みた。

4. 研究成果

当初の計画では、過去の複数の文献による知見に基づき、市販の紫外光源による紫外光を陳旧打撲傷に照射すれば、明瞭な可視化が期待でき、容易に紫外線撮影方法の検討に移行できるものと予想していた。しかし、実際は紫外光による陳旧打撲傷の観察の段階で、紫外光の波長の違いによって可視化のレベルに差が生じることが判明した。即ち、一般に鑑識等で使用されている比較的長波長の紫外光は複数の種類があり、主に製品化されているものは360nm付近の波長と390nm付近の波長に分類できる。これらを陳旧打撲傷に照射すると、360nm付近の紫外光では陳旧打撲傷の可視化は一般に困難で、撮影に耐えるとは考えにくく、390nm付近の紫外光でやや明瞭な観察が可能となった。比較的長波長の紫外光でも波長によって陳旧打撲傷の可視化レベルが大きく異なることは予想外であったが、この知見は紫外線撮影の段階において記録の明瞭性に影響する重大な問題であるため、省略することはせず、むしろ詳細に検討した。結果的には分光器を導入して、使用する紫外光源ごとに紫外光の波長を測定しながら陳旧打撲傷の観察をするという基礎研究から開始せざるを得なかったが、至適波長の判明に繋がったことは一つの研究成果だろう。

次に、陳旧打撲傷の受傷後経過時間がある程度判明している症例について、390nm付近の比較的長波長の紫外光を照射して陳旧打撲傷の観察を試みた。陳旧打撲傷の受傷後経過時間によっても可視化の程度は異なるが、測色学的評価との関連性を検討すると、打撲

傷を受傷してから治癒に向かって色調が変化していく過程で皮膚変色が黄色調を呈する時期(L*a*b*表色系におけるb*の値が高い時期)において比較的観察が容易になる傾向がみられた。但し、長波長の紫外光でも波長の違いによって可視化のレベルは若干異なることから、紫外光を用いた陳旧打撲傷の可視化を実務応用する際に一定の波長に固定することには検討の余地があるだろう。また、市販の紫外光源は特定波長に限定されたものから、波長幅が広いものまで様々であり、実務応用の際には注意が必要と考えられた。

紫外線撮影方法・撮影条件については、暗室環境下で特定の紫外光を照射しながら撮影する方法を様々な条件で試みたが、未だに明瞭な画像が得られていない。紫外光源を有するリングフラッシュの導入はアイデアとしては適切であったが、陳旧打撲傷の観察に適した波長の紫外光源を有するリングフラッシュの入手は困難で、他の方法を検討せざるを得なかった。なお、現在は発想を変えて、紫外光が含まれる光線を照射して、赤外線と可視光線を遮断するフィルターによって紫外光による反射のみを捉える工夫を重ねている。

本研究では、紫外光による陳旧打撲傷の可視化について、至適波長と可視化の原理について一定の成果が得られた。今後は、それを証拠に残す方法としての紫外線撮影が実務応用に耐える画像になるよう、更に研究を継続したい。

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7件)

- ① 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.* , 査読有, 220, 2010, 171-175.

- ② Kuroda N, Kita T, Mimasaka S, Wakabayashi K. Subependymal injuries in anterior horns of lateral ventricles and saggital rotational acceleration applied to the head. *Rom J Legal Med.* , 査読有, 18, 2010, 103-114.
- ③ 美作宗太郎. 被虐待児における打撲傷の臨床法医学的評価法. *秋田医学*, 査読無, 37, 2010, 67-70.
- ④ 美作宗太郎, 角野莉那, 大島徹, 大谷真紀, 北武, 黒田直人. 未治療の収縮性心膜炎の一部検例. *法医学の実際と研究*, 査読有, 53, 2010, 131-134.
- ⑤ 大島徹, 米満孝聖, 松末綾, 原健二, 久保真一, 大谷真紀, 美作宗太郎. 覚醒剤による興奮錯乱状態の為に鎮静剤で拘束されその約13時間後に死亡した一例. *法医学の実際と研究*, 査読有, 53, 2010, 135-140.
- ⑥ 北武, 美作宗太郎, 黒田直人. 型的二重結合反応法および凝集阻止試験法によるヒト臓器のABH血液型抗原活性について. *法医学の実際と研究*, 査読有, 52, 2009, 35-40.
- ⑦ 大谷真紀, 千葉孝, 西田尚樹, 吉岡尚文, 美作宗太郎. 義歯を生前資料として利用した個人識別の3例. *法医学の実際と研究*, 査読有, 52, 2009, 41-46.

[学会発表] (計9件)

- ① 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? 日本小児科学会第98回秋田地方会. 2010.12.5,

秋田県総合保健センター（秋田）。

- ② 美作宗太郎，大島徹，大谷真紀．被虐待児にみられる損傷の写真撮影の現状．日本子ども虐待防止学会第 16 回学術集會くまもと大会．2010.11.27，熊本県立劇場（熊本）。
- ③ 美作宗太郎．被虐待児における打撲傷の臨床法医学的評価法．法医病理研究会第 17 回法医病理夏期セミナー．2010.8.28，アルファあなぶきホール（高松）。
- ④ 美作宗太郎，佐々木恭子，大谷真紀．法医学者による被虐待児の損傷検査の需要．第 94 次日本法医学会学術全国集會．2010.6.24，タワーホール船堀（東京）。
- ⑤ 美作宗太郎．臨床法医学の実務と研究～打撲傷の客観的評価法を中心に～．秋田県臨床内科医会総会．2010.5.9，秋田。
- ⑥ 美作宗太郎．被虐待児における打撲傷の臨床法医学的評価法．秋田医学会．2010.1.13，秋田大学医学部附属病院（秋田）。
- ⑦ 黒田直人，美作宗太郎，北 武．梱包用テープによる鼻口部閉塞 3 剖検例の検討（特に死体検案時撮影画像の有用性について）．日本法医学会総会，2009.5.15，千里ライフサイエンスセンター（大阪）。
- ⑧ 北 武，美作宗太郎，黒田直人．ヒト臓器の ABH 血液型抗原活性について(II)．日本法医学会総会，2009.5.14，千里ライフサイエンスセンター（大阪）。
- ⑨ 大島徹，美作宗太郎，米満孝聖，大津由紀，笹尾亜子，恒成茂行．検屍・法医解剖における眼底所見の評価．日本法医学会総会，2009.5.14，千里ライフサイエンスセンター（大阪）。

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

なし

(3) 連携研究者

なし