

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K15875

研究課題名（和文）直腸温に基づく死後経過時間推定法の乳幼児例への応用

研究課題名（英文）Rectal temperature-based death time estimation in infants

研究代表者

猪狩 由 (Igari, Yui)

東北大学・医学系研究科・助教

研究者番号：90788366

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、直腸温を用いた死後経過時間推定法の向上と、乳幼児例に対する新法の検討である。今回、直腸温測定用の温度データロガーを従来の分解能0.5 から0.1 に変えて検討を行った。実務例からデータを収集しているため、近年の解剖数減少に伴いデータ収集が難航した。乳幼児例では、作成した新法の有用性を確認するにとどまった。成人例では、提示した方法の有用性が示された一方で、温度分解能の向上によって死後経過時間推定の精度の改善は見られなかった。データロガーの実務運用では、コストがハードルの1つである。分解能を高く設定すると電池寿命が短くなるため、コスト削減について有用な知見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

法医学実務において、死後経過時間推定はかねてより重要な課題の1つである。犯罪が疑われる事例ではもちろんのこと、民事上でも相続などで死亡時刻が問題となる場合があり、できるだけ正確な死亡時刻の推定を目指して様々な試みがなされてきた。

我々は、ボタン型温度データロガーを用いて直腸温と環境温を連続測定し、死後経過時間を推定するコンピュータプログラムを作成した。乳幼児のための新法も作成し、実務応用可能であることを示した。データロガーの分解能を従来の0.5 から0.1 に変更したが、死亡時刻推定の精度改善には至らなかった。他方、高分解能データロガーは電池寿命が短く、コスト削減について有用な知見が得られた。

研究成果の概要（英文）：This study was performed to improve the method for rectal temperature-based death time estimation. We introduced high resolution (0.1) thermo data loggers instead of previous 0.5 type, to record rectal and ambient temperature more accurately.

It was difficult to collect enough data, because the number of autopsies had decreased in recent years in our institution. Particularly in infants, the result was limited to confirm the usefulness of the method we made for infants before. In adults, the usefulness of our former study was confirmed, however, the resolution improvement of thermo data loggers did not contribute to improvement of the accuracy in rectal temperature-based death time estimation. On the other hand, high resolution thermo data loggers increase costs, therefore, this result is useful for cost reduction in our future practice.

研究分野：法医学

キーワード：直腸温 死後経過時間推定 データロガー 分解能

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

死亡時刻の推定は、かねてより法医学分野における重要な課題の一つである。犯罪が疑われる事例ではもちろんのこと、民事上でも相続などで死亡時刻が問題となる場合があり、できるだけ正確な死亡時刻の推定を目指して様々な試みがなされてきた。中でも、直腸温に基づく死後経過時間推定法は、その簡便さと客観性から実務でもよく用いられ、ある程度の有用性が認められた方法がいくつか報告されている。しかし、現時点ではそれらの方法間での精度の比較・検討は不十分であり、最適な方法は未だ確立されていない。さらに、既存の方法は成人例を対象としたものが殆どであり、乳幼児例への適用の可否については検討されてこなかったが、近年では乳幼児例において事件性の疑われる事例も散見され、より妥当性のある死後経過時間推定法が望まれている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、直腸温を用いた死後経過時間推定法の向上と、乳幼児例に対する新法の検討である。

我々の教室では、従来、宮城県下の全警察署に温度分解能 0.5 のデータロガーを配布し、死後経過時間推定の実務に利用してきた。データロガーによって得られた直腸温連続測定データを元に、直腸温降下曲線法、無限円柱法、二重指数関数近似法といった複数の死後経過時間推定法を検討してきたが、とくに二十指数関数近似法は、乳幼児例に適用可能な新法を作成・検討中である。

文献によると、直腸温に基づく死後経過時間推定では測定機器の精度が重要であり、「少なくとも分解能 0.1 」であることが必要であるとしている。我々が従来使用してきた温度データロガーの温度分解能は 0.5 であり、これを 0.1 のものに変更することで、死後経過時間推定の精度が改善されるかについて検討する。また、直腸温測定中の死体の保管環境について調査し、二重指数関数近似法における「補正因子」についても検討を加える。乳幼児例については、症例数を増やして新法の適否について検討するとともに、その適応拡大を試みる。

3. 研究の方法

(1) 温度分解能 0.1 のデータロガーの実務導入

我々は従来、宮城県下の全警察署に分解能 0.5 のデータロガーを配布し、死後経過時間推定の実務に利用してきた。本研究では、それを一挙に 0.1 のものと交換し、実務例から直腸温・環境温連続測定データデータを収集し、死後経過時間推定の精度が改善するか検討する。

(2) 死体保管状況調査票の配布

直腸温測定中の死体の保管環境は、死後経過時間推定プログラムの「補正因子」を決定する。調査票を配布し、具体的保管環境について調査することで、これまでの「補正因子」の設定が正しかったのか検討する。

(3) 乳幼児例の新法の検討

実務で得られたデータをもとに、乳幼児例のための死後経過時間推定法について検討する。

4. 研究成果

本研究では、温度分解能 0.1 のボタン型温度データロガーを実務に導入した(サーモボタン TB22L, 日油技研工業)。形状はボタン電池と同様の円盤状で、装置内にセンサ・メモリ・時計・電源を内蔵している。これを 5 分間隔・上書きモードに設定すると、最大 4096 データが装置内に蓄積される。保存されたデータは専用のリーダー(サーモレカマネージャー Pro TTCM-PRO, 日油技研工業)を介してコンピュータに転送される。

実際の運用では、温度データロガーは 2 個 1 組で当施設から宮城県下の全警察署に配布されており、一方は直腸温測定用、もう一方は環境温測定用である。直腸温測定用のデータロガーは、ラテックス手袋の先端部に入れ、手動的に示指の深さまで死体直腸内に挿入する。環境温測定用は予め製品付属のホルダーにセットしており、これを死体足首に装着する。各署には、以上①～③を現場係官が死体発見後できるだけ早期に実施するよう指示を出している。直腸温測定用データロガーは解剖時に直腸内から回収し、環境温測定用データロガーと共にデータリーダーを介してコンピュータ上にデータを転送する。

【乳幼児例】

本検討では以下の条件を元に分析対象とする症例を選択した。

(選択条件)

- ・ 2 歳未満の乳幼児
- ・ 最終生存確認から心肺停止状態で発見されるまでが 6 時間以内であるもの。
- ・ 死体直腸温が環境温と平衡に達する前に温度データロガーが挿入されており、かつ死体用冷蔵庫に保管する前に 2 時間以上、霊安室の室温で安置してあるもの。

(除外条件)

- ・ 温度データロガー挿入時の直腸温が 37.2 以上であったもの。
- ・ 温度データロガー挿入直後から死体用冷蔵庫で冷却されたもの。

分解能 0.5

	無限円柱モデル	二重指数関数法変法
範囲内	7	8
範囲外	12	12
時間差 (分)	83 ± 61	77 ± 52
収束せず	1	0

分解能 0.1

	無限円柱モデル	二重指数関数法変法
範囲内		0
範囲外		2
時間差 (分)		130 ± 28
収束せず		0

分解能 0.5 のデータロガーでは、無限円柱モデルと、新たに作成した二重指数関数法変法とともに、既存の報告と比較しても実務に応用可能であるという結果が得られた。他方、解剖数の大幅な減少により、分解能 0.1 データロガー導入後の解剖例のうち条件を満たす乳幼児症例が 2 例と少なく、分解能 0.5 での結果と比較することは不適當であろう。また、今回はその条件を満たす 2 例のうち、当施設で解剖前 CT を撮影している症例がなかったため、無限円柱モデルでの推定は行っていない。

【成人例】

本検討では以下の条件を元に分析対象とする症例を選択した。

(選択条件)

- ・ 病院死亡例、または目撃情報のある即死例など、死亡時刻が明らかなもの。
- ・ 死体直腸温が環境温と平衡に達する前に温度データロガーが挿入されており、かつ死体用冷蔵庫に保管する前に 2 時間以上、霊安室の室温で安置してあるもの。

(除外条件)

- ・ 死因が頭蓋内病変あるいは炎症性疾患であるもの。(死亡時に高体温であった可能性があるため。)
- ・ 火災や寒冷などの極端な外気温に暴露されたもの。
- ・ 温度データロガー挿入時の直腸温が 37.2 以上であったもの。
- ・ 温度データロガー挿入直後から死体用冷蔵庫で冷却されたもの。

分解能 0.5 (先行研究)

	直線近似	無限円柱モデル	二重指数関数近似法
時間差 (分)	96 ± 61	82 ± 74	97 ± 75
収束せず	0	3	0

分解能 0.1

	直線近似	無限円柱モデル(5例)	二重指数関数近似法
時間差 (分)	99 ± 47	54 ± 35	83 ± 46
収束せず	0	3	0

分解能 0.5 のデータロガーでは、直線近似法、無限円柱モデル、二重指数関数法ともに結果に大差なく、かつ既存の報告と同等の結果が得られた。他方、分解能 0.1 データロガー導入後の解剖例のうち、条件に合う 8 例で死後経過時間推定を行なったところ、直線近似法および二重指数関数近似法では結果に目立った改善は見られなかった。無限円柱モデルでは、3 例で結果が収束せず 5 例での比較となった。

本研究では、実務症例からのデータ収集が鍵となるが、解剖数の大幅な減少によってデータ分析に適した症例の収集が非常に難航した。特に乳幼児例では、分解能0.1のデータロガーでの分析条件を満たす症例が2例であったため、温度分解能の向上による死後経過時間推定の精度向上を確認するには至らず、新法の有用性を確認するにとどまった。成人例では、用いた3つの死後経過時間推定法の有用性を再確認した一方で、分解能0.5と0.1のデータロガーにおいて、推定結果の精度に改善は見られず、分解能0.5のもので十分であることが示唆された。データロガーの温度分解能を高く設定すると電池寿命が短くなるため、本研究中にも電池切れなどによってデータロガーの買い替えが必要となり、かなりのコストがかかった。学会発表でも、データロガー導入のコスト面での質問を受けたが、データロガー自体の価格は1個あたり税込11,000円であり、これを2個1組として2組ずつ県内の全警察署に配布すると負担が大きく、データロガーを実務に導入する際のネックとなっていると考えられる。分解能を0.5に設定すると電池寿命が伸び、また分解能0.5のみ(0.1に設定変更できない)のデータロガーがより安価で販売されており、今回の検討結果は、データロガーを実務に用いる際のコスト削減について、有用な知見が得られたものと考ええる。

本研究では、上記の他に、直腸温測定中の死体の保管環境を調査するため、調査票(図1)を配布した。死体の保管環境は、二重指数関数近似法において補正因子を決定するものである。当初、死体の保管環境は裸にした上で毛布等をかけているものと想定していたが、裸のままであったり、毛布等で「巻く」などしている等、保管環境にかなりのバラつきがあることが分かった。補正因子を正しく設定することで、二重指数関数法が改善される可能性が示唆され、今後さらなる検討を重ねたい。

直腸温・環境温連続モニタリング 調査票

①

調査年月日	平成 年 月 日
警察署	

②

機器挿入時刻	午前・後 時 分	データロガーを真器内に挿入した時刻を記入
定置装着時刻	午前・後 時 分	温度取用を定置に装着した時刻を記入
冷蔵庫使用	無・有	無・有を以て明記

③

検視開始	午前・後 時 分
検視終了	午前・後 時 分

④ 常温保管中の状況

かけ物	無・有 ()	かけ物の有無を○で囲み、有の場合は種類を記入
かけ方	・死体の上から掛けただけ ・かけ物で死体を巻いた ・その他 ()	かけ物がある場合は、そのかけ方について当てはまるものに○をつける

※ データロガー挿入後、常置で保管している間(冷蔵庫に入れる前)の状態で記載すること

備考

東北大学 法医学教室 (平成 30 年度)

(図1)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 猪狩 由, 大内 司, 舟山真人	4. 巻 62
2. 論文標題 宮城県における近年の家庭内複数死体発見事例の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 法医学の実際と研究	6. 最初と最後の頁 75-79
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 猪狩 由, 大内 司, 臼井 聖尊, 舟山真人
2. 発表標題 宮城県における近年の“Coincident deaths（同時死）”の検討
3. 学会等名 第19回日本法医学会学術北日本地方集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 猪狩 由, 大内 司, 舟山真人
2. 発表標題 温度データロガーを用いた死後経過時間推定 ~これまでの経過と今後の展望~
3. 学会等名 第103次日本法医学会学術全国集会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----