

## 博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 樋口 涼子  
学位 位 博士 (医学)  
学位記番号 新大院博 (医) 第 1076 号  
学位授与の日付 令和4年3月23日  
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当  
博士論文名 血液のヘモグロビン値とCT値 死体における比較検討

論文審査委員 主査 教授 石川 浩志  
副査 特任教授 菖蒲川 由郷  
副査 准教授 齋藤 憲

### 博士論文の要旨

背景と目的: これまでの研究では血液のヘモグロビン (Hb) 値とCT値には正の相関があると報告されている。しかしそれらは生体を対象にした研究であり、CT測定と血液サンプリングは、異なる部位および時間で行われていた。今回は死体血を用いてHb値とCT値との間に相関関係があるかどうかを検証する。

材料と方法: 2017~2019年に教室で行われた法医解剖例のうち67例から血液を採取した。採取部位は大動脈基部、下行大動脈、右心房の3部位で、合計174の血液サンプル(大動脈基部60例、下行大動脈58例、右心房56例)が得られた。それぞれについてHb値測定後、すぐに20mlポリプロピレンチューブに容れたままでCT撮影を行いCT値を求めた。5症例15検体についてはCT値の計測を著者の他に放射線科医、法歯科医の計3人で行い検者間信頼性の評価をし、更に著者が同一検体について3回CT値の計測を繰り返し検者内信頼性の評価を行った。大動脈基部、下行大動脈、右心房それぞれのHb値におけるANOVA検定とTukey法を用いた多重比較を行い、それぞれのHb値とCT値については単回帰分析を行った。

結果: 級内相関係数 (ICC) により、CT値測定の検者内信頼性及び検者間信頼性を得ることができた。Hb値は大動脈基部で4.6~24.5 g/dl、平均12.9 g/dl、下行大動脈で7.0~24.9 g/dl、平均18.0 g/dl、右心房で6.3~22.1 g/dl、平均14.8 g/dlであり、ANOVA検定とTukey法を用いた多重比較の結果、下行大動脈のHb値は他の部位と比して有意に高値であった。大動脈基部、下行大動脈、右心房の血液におけるHb値とCT値の相関係数は順に0.968、0.950、0.937であり、すべてにおいて強い正の相関が認められた。

考察: 単純CTにおいて、貧血状態では心筋と心腔や大動脈輪と血管腔のコントラストが増強することが知られており、視覚的評価として貧血診断に活用されてきた。しかし視覚的評価だけでは不正確になりやすく、観察者間のばらつきが大きくなるため客観的に貧血を評価しようとCT値に着目した多くの研究がなされ、それらの結果では末梢血Hb値と心臓室または大血管のCT値における正の相関が証明されている。ただしこれらの研究は生体を対象にしたものであり、CT測定と血液サンプリングは、異なる部位および時間で行われていた。今回の研究では、死体を用いることによって大血管からサンプリングした血液そのもののHb値とCT値をほぼ同時に比較検討することができた。その結果、大動脈基部、下行大動脈、右心房の血液それぞれにおいてHb値とCT値の強い正の相関が認められた。血液のX線吸収は主にHbの多寡によって決定されると考えられており、生体における血液のCT値はHb値に依存すると言える。一方、死因が与える血液の変化(例

えば焼死における一酸化炭素濃度上昇など) や血液の死後変化によって、生体では一定範囲内にあるような Hb 以外の因子が死体血では多様に変化している。これらの因子が X 線吸収に与える影響についてはこれまで検討されておらず、Hb 以外の因子が血液の CT 値にどの程度影響するのかは不明であった。本研究の相関係数はいずれも高値を示しており、死体であっても血液の CT 値は Hb 値に依存し、死亡に伴って個体差が出るような他の因子はほとんど影響しないことが示唆された。

死体血では死後変化のため血漿成分が血管外に漏出し、血液が濃縮された結果 Hb 値の上昇がみられる。今回の研究では下行大動脈の Hb 値は他と有意差を持って高値を示し、解剖学的に直接連続している大動脈基部との比較では 2 例を除いた 50 例で下行大動脈が高値であった。しかし、下行大動脈で血漿成分の血管外漏出が大動脈基部や右心房よりも多量に生じるとは考え難く、この血漿成分の血管外漏出による血液の濃縮は下行大動脈で Hb 値が高値となった原因としては合理的ではない。一方、死後 CT において、主要な血管や心腔など血液で満たされた腔では背側に液面形成を伴う高吸収域を呈することがあるが、この現象は血液の成分が重力によって分離され血球成分が背側に沈降(血液就下)するためと説明されている。本研究結果からこの死後 CT の現象は、背側の高吸収域では血液の Hb 値がより高値になっていることが示された。下行大動脈は身体の背側に位置するため、仰臥位で静置された死体においては今回測定した 3 部位のうち最も低位にあり、死後 CT において高吸収域が背側に生じるという現象を考えると、下行大動脈の Hb 値が高値になったのは血球の沈降によって生じたと考えることが合理的であろう。

#### 審査結果の要旨

申請者は死体血を用いて Hb 値と CT 値との間に相関関係があるかどうかを検証した。法医解剖例 67 例から採取された合計 174 の血液サンプル(大動脈基部 60 例、下行大動脈 58 例、右心房 56 例)について Hb 値測定後、すぐに 20ml ポリプロピレンチューブに容れたままで CT 撮影を行い CT 値を求めた。Hb 値は大動脈基部で 4.6~24.5 g/dl、平均 12.9 g/dl、下行大動脈で 7.0~24.9 g/dl、平均 18.0 g/dl、右心房で 6.3~22.1 g/dl、平均 14.8 g/dl であり、ANOVA 検定と Tukey 法を用いた多重比較の結果、下行大動脈の Hb 値は他の部位と比して有意に高値であった。大動脈基部、下行大動脈、右心房の血液における Hb 値と CT 値の相関係数は順に 0.968、0.950、0.937 であり、すべてにおいて強い正の相関が認められた。血液の X 線吸収は主に Hb の多寡によって決定されると考えられており、死体であっても生体と同様に血液の CT 値は Hb 値に依存し、死亡に伴って個体差が出るような他の因子はほとんど影響しないことが示唆された。下行大動脈は身体の背側に位置するため、仰臥位で静置された死体においては死後 CT で高吸収域が背側に生じるという現象を考えると、下行大動脈の Hb 値が高値になったのは血球の沈降によって生じたと考えられた。以上を明らかにした点に、学位論文としての価値を認める。