



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | Imaging of rat head under ischemic conditions by near-infrared computed tomography                                                              |
| Author(s)    | 鐙, 連太郎                                                                                                                                          |
| Citation     | 大阪大学, 1992, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/37939">https://hdl.handle.net/11094/37939</a>                                                             |
| rights       |                                                                                                                                                 |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【1】

|            |                                                                                                              |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名        | あぶみ 連 太 郎                                                                                                    |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 ( 医 学 )                                                                                                  |
| 学位記番号      | 第 1 0 1 3 9 号                                                                                                |
| 学位授与年月日    | 平成 4 年 3 月 25 日                                                                                              |
| 学位授与の要件    | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>医学研究科 生理系専攻                                                                              |
| 学位論文名      | Imaging of rat head under ischemic conditions by near-infrared computed tomography<br>(ラット虚血頭部の近赤外線CTによる画像化) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教 授 中川 八郎<br>(副査)<br>教 授 田川 邦夫 教 授 岡田伸太郎                                                             |

論 文 内 容 の 要 旨

(目 的)

波長700nm から1200nm の近赤外線は生体組織での透過性が良く、この波長域に吸光のあるヘモグロビン、ミオグロビン、シトクロームオキシダーゼの吸光度は酸素化の程度に応じて変化することが知られている。著者らはこれらの事実から、生体組織の血液分布や酸素化度などの生体機能情報の画像化が可能なのではないかと考え、島津製作所と共同でX線CT装置を改造して近赤外線CT装置を制作し、麻酔下のラットについて撮影と画像再構成を行ない、近赤外線CT装置による生体機能画像が解析可能であることを証明した。また、近赤外線CT装置による測定法の幾つかの問題点を明かにした。

(方法および成績)

医療用X線CT装置を改造して近赤外線CT装置(NIRCT-1000)を製作した。光源には3つの異なる波長の半導体レーザー(780, 805, 830nm)をX線管の代わりに使用した。レーザー光はレーザービームスキャナーの鏡によって走査した。光源の対側の検出器には25個の光電子増倍管に光を導くガラスファイバーを水平に並べた。毎回の測定前に、各波長の吸光度が既知のガラスフィルターの計測を行ない、吸光度と光電子量との標準曲線を作り、この曲線を吸光度の測定に用いた。スキャン方式はローテーション&ローテーション方式で、検出データはバックプロジェクションで処理し、2波長の吸光度差を計算して画像の再構成を行なった。10分間で360度回転して60ポイントのデータを収集し、2分間で画像を再構成した。吸光度では9.50D以下の、直径では10cm以下の物体までが測定可能であった。300-400gのWistar系雄ラットをPentobarbitalで麻酔し、Pancuroniumbromideで不動化して人工呼吸器で呼吸調節をした。撮影部位の周囲の体毛は表面反射を減ずるために剃った。NIRCTのガントリー中央の

ガラス台の上にラットを仰臥位に置いて撮影した。

#### (1) 腹部 CT 像での肝臓の描出

あらかじめ肛門部で肝左葉の動静脈を結紮したラットの血液を、ポンプを使用して近赤外線吸光の低い人工血液のフルオロカーボン (FC-43, ミドリ十字) と交換した。人工血液と交換後のラット腹部 CT 像では血液が残っている肝左葉が描出された。

#### (2) 頭部 CT 像の虚血に伴う変化

全ての頭部 CT 像の撮影は両側の眼と外耳道の中心を通るスライスで行なった。Pulsinelli の方法に従い、あらかじめ電気凝固を施行して両側の椎骨動脈を閉塞しておいたラットの頭部を前撮影した後、両側総頸動脈を結紮して頭部を虚血状態として撮影した。さらに全身の血液を FC-43 と交換した。画像は 780nm と 805nm の吸光度差で再構成した。対照の CT 像では背側の脳と両外側、腹側の筋肉が輝度の高い領域として描かれた。虚血後の CT 像では、頭部全体での輝度の上昇が認められ、頭部中央での輝度の上昇が大きいため対照と比較すると脳と筋肉の区別がつきにくくなった。この変化はヘモグロビンとミオグロビンの脱酸素化とシトクロームオキシダーゼの還元を表現していると考えられる。血液を FC-43 と交換した後の CT 像では、循環が維持されている部位の血液は FC-43 と置換されるが、虚血部位の血液は置換されずに残存するため、虚血部位のみが輝度の高い領域として描出された。同じデータを使って 805nm の吸光度だけで再構成した CT 像では、エッジ強調が強く内部構造が不明な像しか得られず、頭部虚血に伴う画像の変化も捉えることができなかった。

#### (3) ヘモグロビンによる吸光を減少させた頭部での CT 像の変化

脾摘したラットの全身の血液を FC-43 と交換し、流血中のヘモグロビンの濃度を無視できるレベルまでに下げて頭部の撮影を行なった後、インスリン (40U/kg) を静注し、その 50 分後に吸入気中の酸素濃度を 100 % から 30 % までに減じて撮影を行なった。血液置換終了後のラット頭部 CT 像では血球による吸光と散乱が減少するため、対照と比較して、全体の輝度は低下し、脳と筋肉、またそれらにある輝度の低い骨がより明瞭に描出された。低血糖低酸素状態になったラットのデータから血液置換終了直後のデータを差し引き、805nm と 830nm の吸光度差で再構成した頭部 CT 像から、脳における還元型シトクロームオキシダーゼを表現できることを明らかにした。

#### (総括)

X 線 CT 装置を改造し、3 種類の半導体レーザーとレーザービームスキャナー、光電子増倍管を使って近赤外線 CT 装置を制作した。生体は光の表面反射と内部散乱が大きいので、生体機能画像と良い解像度を得るためには、これらの成分を減じることのできる 2 波長測定法が優れていることを明らかにした。また、強い光散乱因子である血球を除くと画質が向上することを明らかにした。著者らはこの装置を用いてラット頭部における虚血と低血糖低酸素に伴う機能的変化を画像化することに初めて成功した。

## 論文審査の結果の要旨

近年、PET を使って脳機能の研究が盛んに行なわれているが、使用に当たっての制約が多く、通常の臨床の場面で使われるにいたっていない。本論文は、PET よりも無侵襲で使いやすい生体機能画像診断装置としての可能性に着目して、近赤外線 CT 装置を制作し、麻酔下のラット頭部の撮影で、虚血と低酸素低血糖負荷に伴う CT 画像の変化を捉え、組織の血液分布や酸素化度などの生体機能情報の画像化に成功し、近赤外線 CT 装置により生体機能が解析可能であることを証明した。また、生体機能を捉えるためにも、光の表面反射と内部散乱が大きい生体でこれらの成分の影響を減らして良い解像度を得るためにも、2 波長測定法が優れていることを明らかにした。

本論文は、初めて近赤外線 CT 装置で生体機能を画像化し、近赤外線 CT 装置の開発および研究についての重要な新しい知見を与えたものであり、博士（医学）論文に値するものと考えられる。