

# 握り手の三次元イメージからの指の位置の特定

太田 諒

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：山本皓二)

## はじめに

ユニバーサルデザインとは、年齢、性別、身体的状況、国籍、言語、知識、経験などの違いに関係なく、すべての人にとって安全で使いやすい製品や環境などのデザインである。近年、多くの分野でユニバーサルデザインを目指した研究が進められている。その一つの流れが利用者の特徴を入力データとしてその利用者にとって最も使いやすいデザインを導き出す普遍的な特性関数を求めようとする研究である。この場合、夫々の利用者にとって最も使いやすい形がデータとして与えられなければならない。

(株)バンザイ・ファクトリーでは、粘土を使ってコップの握りに関する型取りを行い、その形からコップを切り出して「我杯」という個人用コップを製品化している。2009年に川中たちは、コップ程度の太さの筒状の物を握る時の最も使いやすい形に関する情報が「我杯」の中に含まれていると想定して握り手に関する解析を行っている。彼らは、指の先端のへこみから求めた力の中心が物体の重心軸とほぼ一致していることから、握りやすい形の特徴の一つに物体の重心軸と力の中心が一致することがあると推測した。この論文は普遍的な特性の存在可能性を調べることに主眼があったことから指の形状は一定の大きさの楕円で近似し、その位置決定も目視である。しかし、多数のデータを詳細に分析していくには、機械的かつ正確に位置と形を求める方法を確立しなければならない。

## 目 的

画像上で見た場合、それぞれの指の陰影の強度は指によって大きく異なり、通常の2値化手法などで択一的に取り出すことは出来ない。しかし、それぞれの指が置かれた領域を正確に限定できれば、その位置毎に2値化の閾値を設定するなどの方法で正確に指の形状を取り出すことが出来る。言い換えると、機械的かつ正確に位置と形状を求める方法の最も重要な部分は、それぞれの指が置かれた領域を可能な限り正確かつ余分なデータを含まない形で決めることである。そこで、本研究では、「我杯」の制作過程で作られる三次元ポリゴンデータを使用し、手の解剖学的特徴を知識データとして用いてデータが右手か左手かを決定した後に、親指領域を特定し、その後、その他の指のそれぞれの上下を含む領域を決定することでそれぞれの指の先端領域を含む近傍を取り出すアルゴリズムを完成させる。

## 方 法

材料：利き手や性別、年齢が異なる29名の我杯の作成から得られた三次元ポリゴンデータ

手順：① Prewitt フィルタによる微分画像の作成

：② 左手か右手かの決定

微分画像を左右に分割した後に、親指のある側では情報の多くが親指側に集中するという特徴を利用し右手系か左手系かを決定する。

：③ 親指領域の決定

②で決定した範囲を少し拡大し、親指の先端を見つけ、縦方向の領域を拡大し精緻化後、2値化とラベリング処理を行い、精緻化した領域に大半が含まれる連続領域を親指領域として決定した。その際に先端が欠けるものについては楕円近似で補完した。

：④先端軸の決定

③で決定した親指領域に含まれる部分を画像から消去し、小指側領域の先端軸の決定を行った。この際に③で得られた領域を除外することによって、親指の部分の情報を除外することができ、他の指の先端軸を決定しやすくなると考えた。

：⑤小指側領域にある指領域の決定

④で得られた領域について縦方向の微分値を横方向に積分した分布を用いてそれぞれの指の位置を決定した。位置の決定は人差し指から順番に決定するが、今回使ったデータについては指の解剖学的特徴を組み込んで決定した。

## 結 果

微分画像をもとに画像を左右の中心で分けることができ、右手で握っているものなのか左手で握っているものなのかを決定することができた。用いたデータの多くでは小指側領域の中心部分に人差し指や中指がきている

ことが分かった。親指領域の決定の際には、殆どの人が親指の中心を基本として決定していることが分かった。また、親指領域のデータを除外し、それぞれの指の太さや4本の指の位置などの指の解剖学的特徴である3つの条件を付与することによって、小指側領域の決定がしやすくなることが分かった。

## 考 察

今回の研究では、親指領域の決定までは問題なく進んだが、その他の4本の指の領域決定ではそれぞれの指の太さをどのように設定するかなどが問題であった。この部分は試行錯誤であり、まだまだ改良の余地がある。

今回、指領域を可能な限り正確にかつ機械的に決定するプログラムの作成に焦点を絞って研究を行ったが、指領域が正確に決定できると先行研究の方法などを用いてその領域にある元データを用いて力の大きさや力の向きなどをより正確に計算できる。さらに、手の解剖学的構造などから手のひらの位置なども割出、指の先端だけではなく手全体での力の関係や向きを計算することが可能となるのではないかと考えている。

## 結 論

様々な握りの三次元ポリゴンデータから微分画像を作成し、その手が右手か左手かを決定することができ、更に親指領域や小指側の4本の指がどこにあるかを決定することができた。

# 歩行以外の運動における Physiological Cost Index の検討

加藤 喜晃

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：中 徹)

## はじめに

ある運動を行う上で、無駄の少なさを示す指標として効率性という概念がある。効率 (efficiency) とは、消費したエネルギーによって得られた有用作業出力である。リハビリテーションでは様々な運動の効率性を評価することがある。目的は治療の効果測定や装具や義肢などの選択における指標として用いることである。これにより患者様に適した治療方法の選択や道具の選定を行うことができる。

簡便な方法として心拍数から運動の効率性を評価するものがある。MacGregor(1979) の考案した Physiological cost index (PCI) はその一つである。PCI は簡便で場所も選ばず、難しい技術も必要としないが、歩行のみの評価であり、他の運動での報告はない。そこで、実用性の拡大が期待できる心拍数を用いた PCI を様々な運動の効率性の簡便な評価方法として注目した。PCI は歩行時心拍数と安静時心拍数の差を歩行速度で除したものである。値が小さいほど運動効率が良いとされ、成人の歩行では PCI は  $0.1 \sim 0.5 \text{ beat/m/min}$  が標準値とされている。

PCI の測定には心拍定常状態が 3~5 分で到達することから、3 分程度の最適歩行という測定条件となっている。したがって PCI が成立するためには、運動強度と心拍数の分布が直線関係であり、なおかつ得られた PCI 値が運動強度の幅に対して差がないという条件が必要となってくる。しかし、これらのことは歩行を含め各種の

運動で明確にされているわけではない。

## 目 的

本研究の目的は、運動強度と心拍数の関係を調べることで、PCI を応用できる歩行以外の様々な運動を明らかにすることが第一の目的である。また PCI を応用できることが明らかになった運動について、測定条件を明らかにすることが第二の目的である。

## 方 法

第一研究では、運動は臨床でよく用いられる歩行・四つ這い・ずり這い・寝返り・起き上がり・立ち座りの 6 つの運動とし、速度・頻度に変化をつけ、各運動における PCI 値の変動を明らかにした。対象者は健常成人 21 名 (男性 9 名, 女性 12 名), 年齢は  $20.5 \pm 0.5$  歳とした。6 つの運動は、最適速度や頻度 (以下, 最適)・最適の 30% 増の速度・頻度 (以下, 30% 増)・最適の 30% 減の速度・頻度 (以下, 30% 減) の 3 種類の速度・頻度で行った。6 つの運動において 3 種類の速度・頻度での心拍数を測定し、PCI の算出を行った。運動毎に全被験者の心拍数と速度・頻度の分布の直線性を確認した上で、PCI の比較を行った。それらにより、PCI に応用できる運動を明らかにした。

第二研究では、測定対象の運動を第一研究で明らかになった PCI の応用可能な運動である歩行と立ち座りとし、対象は健常成人 19 名 (男性 10 名, 女性 9 名), 年齢は  $21.7 \pm 4.7$  歳とした。最適の速度・頻度での運

動での PCI を 1 分ごとに 5 分間測定し、PCI の経時的な変化を検討し PCI での測定条件を明らかにした。

統計処理は SSRI 社のエクセル統計 2010 を用いた。第一研究の直線性の確認ではクリスカル・ウォリス検定を行った。各研究の PCI の比較と第二研究の心拍数、速度・頻度には Friedman 検定と Scheffe の多重比較を行った。

## 結 果

第一研究の結果、各運動において心拍数は速度・頻度の上昇に対して、上昇傾向を示した。心拍数と速度・頻度の関係で直線性を示したのは、移動では歩行、四つ這で、姿勢変換運動では立ち座りであった。それらの運動で直線性が共通して示された心拍数は、40～60% HR であった。PCI でみると、全ての運動の速度・頻度の間で差がなかったのは歩行のみであり、立ち座りは 30% 増と 30% 減の間に差が認められたのみであった ( $p < 0.01$ )。寝返り、起き上がり、四つ這い、ずり這いは最適と他の速度・頻度とのいずれかの間で PCI に差が認められた ( $p < 0.01 \sim 0.05$ )。最適を 1 に相対化した PCI では全ての運動で 1 前後の間に収束していた傾向があった。これらの結果から、PCI に適応する運動として歩行と立ち座り運動を選び、第二研究を行った。

第二研究の結果、心拍数は、歩行では 3～4 分が 0～1 分に比べ高かった ( $p < 0.05$ )。4～5 分も 0～1 分に比べ高かった。立ち座りでは 2～3 分・3～4 分・4～5 分が 0～1 分よりも高値であった ( $p < 0.01$ )。4～5 分は 1～2 分よりも高かった ( $p < 0.05$ )。歩行速度は 4～5 分が 0～1 分よりも高かった ( $p < 0.05$ )。立ち座りの回数は差が見られなかった。PCI にて歩行は 0～1 分が 4～5 分に比べ低かった ( $p < 0.05$ )。立ち座りは 0～1 分は 2～3 分・3～4 分・4～5 分に比べ低かった ( $p < 0.01$ )。2～3 分は 4～5 分に比べ低かった ( $p < 0.05$ )。0～1 分の PCI を 1 に相対化した PCI では、歩行は時間経過があっても 1 の周囲に広がっていたが、立ち座りは 1～2 分以降で 1 以上にベースラインが上がって広がる傾向を示した。

## 考 察

第一研究より心拍数と速度・頻度の分布における直線性の確認を行ったところ、各被験者による差が大きく見られる結果となったが、歩行、四つ這、立ち座りで直線性が保たれているものが多かった。運動毎の速度・頻度は、設定した 3 種類の速度・頻度はそれぞれの区分同士で有意差が示された。PCI は、移動では歩行の速度の変化に対して影響をほぼ受けないという結果であり、PCI がこれまで歩行の効率性の評価として活用されている根拠でもあったと考えた。四つ這いやずり這いの PCI は最適速度と他の速度との間に PCI の差が認められた。また、姿勢変換運動では寝返りや起き上がりは全ての頻度間で PCI に差が見られる結果であった。しかし、立ち座りで見ると 30% 増加頻度と 30% 減少頻度において PCI に差が見られたものの、最適頻度と他の頻度との差は見られなかった。

これらから、心拍数と速度・頻度の分布における直線性が良かったのは歩行・四つ這い・立ち座りであり、また PCI の各速度・頻度の差が最適と差がないものが歩行・立ち座りあることから、PCI に適応する運動は 40～60%HR の範囲で歩行と立ち座りであると考えた。

第二研究は第一研究で PCI に応用できることが明らかになった歩行と立ち座りの評価に適した時間帯を明らかにした。心拍数では、歩行において 0～1 分と 3～4 分及び 4～5 分の間で有意差が見られることから、歩行では測定時間で 3～5 分程度で心拍数が定常状態になったと思われた。立ち座りにおいて 0～1 分と 2～3 分及び 3～4 分及び 4～5 分の間において有意差が見られることから、立ち座りでは測定時間 2～3 分で心拍数が定常状態になったと思われた。運動速度・頻度で見ると、歩行は 0～1 分と 4～5 分で有意差が見られ、上昇傾向であることから、4～5 分程度の歩行を行うことで、速度が一定になると思われた。立ち座りでは有意差が見られないことから、頻度は測定時間による影響は見られなかった。これらの結果から PCI は歩行では 4～5 分、立ち座りでは 2～3 分が適していると思われた。

## 結 論

歩行、立ち座りは心拍数と速度・頻度の分布において40～60%HRの範囲において直線性を示し、かつPCIが運動の速度・頻度による影響が少ない運動で

あった。そのため、40～60%HRの範囲でPCIに応用可能な運動である。今回の研究からは、測定時間は歩行が4～5分、立ち座りが2～3分の時間帯が適していると判断した。

# 脳卒中片麻痺者の下肢装具選択のための足関節抗力計測

## ～姿勢の影響の検討～

北野 晴彦

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：畠中泰彦)

### はじめに

脳卒中片麻痺者の主な歩行障害である足関節背屈障害に対して、しばしば短下肢装具が使用される。足関節背屈制限には拘縮の要素や筋緊張異常が関与するが、この他にも脳卒中の病態に影響を及ぼす因子は多く、定量的評価は確立されていない。従って、臨床での装具選択は主観的に行われている。各患者の病態に応じた短下肢装具の選択には、足関節抗力の定量的評価が必要である。足関節抗力の計測に関する研究には、等速運動機器を用いたものが多い。等速運動機器は筋力測定を主目的に設計されており、計測肢位は臥位または座位である。しかし、立位歩行時に使用する短下肢装具の選択には、立位での足関節抗力の計測が必要であると考えられる。

### 目的

脳卒中片麻痺者は、座位姿勢に比して、非麻痺側上下肢を過剰使用する立位・歩行で麻痺側下肢の筋緊張が亢進することが知られている。しかし、臨床では、座位姿勢で計測した足関節抗力を指標に装具選択が行われている。これより、矯正力が不足した装具が選択される可能性がある。そこで、本研究では、座位および立位姿勢の足関節抗力を計測し、姿勢の変化が足関節抗力に与える影響を検討することを目的とした。

### 方法

本研究の趣旨を説明し、書面にて同意を得た慢性期脳卒中片麻痺者6名(年齢:43~70歳,性別:男性6名,発症からの期間:17~116ヶ月)を対象とした。下肢Brunnstrom Recovery stageはIVが3名,Vが3名,足関節のMASはグレード1が2名,グレード1+が3名,グレード2が1名であった。選択基準としては、計測関節である足関節に著明な可動域制限を有さず、歩行補助具を用いて歩行が可能、説明の理解を阻害するような認知障害を有さないこととした。

足関節抗力計測装置を使用して、足関節他動背屈時の足関節底屈抗力を座位および立位姿勢にて計測した。計測肢位は、股関節90[deg](座位)あるいは屈曲40[deg](立位)、膝関節90[deg](座位)あるいは40[deg](立位)とした。足関節の開始肢位は底屈20[deg]、最終肢位は背屈10[deg]とした。足圧分布計(ニッタ Fscan)を用いて足底にかかる荷重量、および分布を計測し、力学モデルに代入、足関節トルクを計算した。足関節底背屈角度、角速度の計算には、デジタルカメラの高速動画撮影機能(120Hz)および動画解析ソフトウェア(Image-J)を使用した。

なお、本研究は鈴鹿医療科学大学臨床研究倫理審査委員会の承認(平成23年度114)の下、実施した。

## 結 果

座位と比較して、立位の足関節底屈抗力が高値を示した。

足関節底屈抗力は、底屈 20 [deg] より急峻に増加した後、一旦減少し、その後、最終運動範囲に向かって再び増加するパターンを示した。

## 考 察

足関節底屈抗力は座位に比して、立位で高値を示した。小幡は健常者において、足関節底・背屈筋は立位では筋の活動性を高めており、伸張反射の興奮性が増大していると述べている。また、岩谷は、脳卒中片麻痺者において、立位では、背臥位・座位に比して、下肢の抗重力筋の筋放電の増加がみられたとしている。本研究においてもこれらの報告と同様の結果が得られたと考える。立位姿勢で足関節底屈抗力が高値を示したのは、非麻痺側下肢の活動が高まり、連合反応が誘発されたためと考える。

足関節底屈抗力は、運動開始直後に急峻に増加、その後減少し、運動最終域で再び増加するという傾向を示した。Dietz らは、筋緊張亢進の成因を関節の他動運

動により生じる伸張反射由来の抵抗と関節を構成する組織の粘弾性によって生じる抵抗に分類している。また、Perry は、伸張反射は背臥位では背屈 5 [deg]、座位・立位では底屈 10 [deg] で出現したことを報告している。これより、トルクパターンの第 1 峰は、下腿三頭筋の伸張反射、第 2 峰は下腿三頭筋の伸張性あるいは足関節周囲の軟部組織の伸張性を反映していると考えた。

足関節底屈抗力は立位で高値を示した。これより、脳卒中片麻痺者の立位・歩行を補助する短下肢装具の開発・適合に関しては、従来行われている座位姿勢だけでなく、装具が実際に用いられる立位姿勢での計測が必要と考えた。

## 結 論

本研究では、脳卒中片麻痺者の装具療選択の指標となる足関節抗力計測は立位で行うべきという臨床的仮説の下、実験を実施した。その結果、足関節抗力は座位姿勢に比して立位姿勢で高値を示し、足関節抗力には姿勢の影響があることが検証された。また、比較的簡便な手法で、足関節抗力の定量化が可能であることも臨床応用、普及の観点から有用である。

# 前足部横アーチの柔軟性を捉える測定方法の開発

工藤 慎太郎

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：畠中泰彦)

## はじめに

人の足部は7個の足根骨と5本の中足骨、14本の指節骨からなり、内側縦アーチ、外側縦アーチ、横アーチといった3つのアーチ構造により、足部に加わる荷重応力を分散している。この内、横アーチは、前足部横アーチと中足部横アーチに細分され、前足部横アーチの破綻は、外反母趾や種子骨障害などの前足部の有痛性疾患と関連することが知られている。そのため、理学療法の臨床場面で、前足部横アーチの形態・機能を測定することは重要である。しかし、前足部横アーチの形態を測定する手法は静止立位で測定する横アーチ長率(TAL)が一般的であり、その柔軟性を反映していないことが問題になる。我々は、従来のTALに加えて、下腿最大前傾位(LMAT)でのTALの測定を追加し、前足部横アーチの柔軟性を反映させようと試みている。

## 目 的

そこで本研究の目的は運動計測を利用して、我々の前足部横アーチの柔軟性を捉える測定方法の妥当性を検討することである。

## 方 法

対象は健常成人29名の左足とする。なお、実験実施時に下肢になんらかの障害を有する者、扁平足や開帳足、外反母趾等の足部変形を有するものは対象から除外した。

TALはKudohら(2012)の方法に従い、第1～5中足骨頭までの距離をデジタルノギスで測定し、足長で除した値とし、静止立位と下腿最大前傾位の2つの肢位で測定し、 $TAL_{st}$ 、 $TAL_{lm}$ とし、 $\delta TAL$ を求めた( $\delta TAL = TAL_{lm} - TAL_{st}$ …①)。運動計測には、デジタルビデオカメラ4台(記録周波数:30Hz)、床反力計と足圧分布測定器(記録周波数:90Hz)を用いた。キャリブレーションには、64.6mmの亚克力製の立方体を用い、垂直方向をz、進行方向をy、左右方向をxとした。なお、計測精度は $\pm 0.5\text{mm}$ 、再現性はICCで0.9という高い精度と再現性が得られることを確認した。各中足骨の頭部と底部に合計10個の円形マーカ(直径4mm)を両面テープで貼り付けた。なお、マーカの貼り付けは1人の検者が行った。また、各中足骨頭部の貼り付け位置での中足骨頭部の厚み(MT)をデジタルノギスにより計測した。運動課題は、足幅を肩幅に開いた静止立位と、左足を前方に踏み出し、下腿を最大に前傾する運動(前傾運動)とした。その際、踵部から接地し、前足部に荷重していくように指示し、測定中、踵部が床面から離れないように注意した。なお、運動の最終域では、体重の約70～80%が前足部で荷重していることを事前に確認し、運動中の荷重部位の変化を足圧分布測定器にて確認した。デジタイズはMove-TR(Library.co)を用いて、手動にて行った。Y-Z平面上で得られた各中足骨の骨頭座標( $y_h$ ,  $z_h$ )と骨底座標( $y_b$ ,  $z_b$ )を結ぶ直線を

$$z = ay + b \quad \dots \textcircled{2}$$

式②と中足骨頭で直交する直線を

$$z = -\frac{1}{a}y + c \quad \dots \textcircled{3}$$

式②から MT の中点とマーカの半径を平行移動した直線を

$$z = ay + b - \left(\frac{MT}{2} + 2\right) \quad \dots \textcircled{4}$$

と定義し、式③と式④の交点から骨頭中心座標 ( $y_c, z_c$ ) を求めた。

第 2 中足骨頭中心から床面までの距離を第 1 中足骨頭中心から第 5 中足骨頭中心までの距離で百分率した横アーチ高率 (TAH) を、第 1 中足骨頭と中足骨底を結ぶ長軸と、第 5 中足骨頭と中足骨底を結ぶ長軸のなす角度 (M1M5) を算出し、静止立位と、前傾運動において床反力中心が前方に位置し、安定した際の平均値を求め、それぞれ、 $TAH_{st}$ 、 $M1M5_{st}$ 、 $TAH_{lm}$ 、 $M1M5_{lm}$  とした。垂直方向の柔軟性の指標として、 $\delta TAH$  ( $\delta TAH = TAH_{lm} - TAH_{st} \dots \textcircled{5}$ )、側方の柔軟性として  $\delta M1M5$  ( $\delta M1M5 = M1M5_{lm} - M1M5_{st} \dots \textcircled{6}$ ) を求め、それらの複合した三次元的変化量を示す指標として、 $\delta TAH$  と  $\delta M1M5$  の合成ベクトルを Forefoot Flexibility Magnitude (FFM) とし

$$FFM = \sqrt{(\delta TAH)^2 + (\delta M1M5)^2} \quad \dots \textcircled{7}$$

式⑦から算出した。

統計学的手法として、 $TAL_{st}$ 、 $\delta TAL$  を従属変数としたときの、独立変数  $\delta TAH$ 、 $\delta M1M5$ 、FFM との関係性を、ピアソンの積率相関係数を用いて検討した。また  $\delta TAL$  が 25 percentile 以下の例を “hypo flexibility 群 (hypo 群)”，26percentile 以上、74percentile 以下の例を “control 群”，75percentile 以上の例を “hyper mobility 群 (hyper 群)” と 3 群に分類し、 $\delta TAH$ 、 $\delta M1M5$  は ANOVA を、FFM は Kruskal Wallis test を用いて、post hoc には Bonferroni 法を用いて比較検討した。

## 結 果

$TAL_{st}$  はいずれのパラメータとも相関関係を認めなかった。 $\delta TAL$  は  $\delta M1M5$ 、FFM と相関関係を認めた。また、 $\delta M1M5$  では hyper 群と control 群、hypo 群の間に、FFM では hyper 群と hypo 群の間に有意差を認めた。

## 考 察

足部への荷重負荷に対するアーチの動態は、アーチの高さが低下するとアーチの幅が増加すると考えられている。そのため、 $\delta TAL$  は高さの指標である  $\delta TAH$ 、 $\delta M1M5$  のいずれとも相関すると仮説を立てていた。しかし、本研究の結果は、仮説と異なり、高さの変化と幅の変化が相関しないことが示唆された。そこで、足部横アーチの柔軟性を反映する指標として、FFM を算出した。その結果、FFM と  $\delta TAL$  の相関関係を認めたため、我々が開発した  $\delta TAL$  は横アーチの柔軟性を反映する指標となると考えられた。

一方、3 群間の比較において、横アーチの拡がりを示す  $\delta M1M5$ 、FFM においても control 群と hypo 群に有意差を認めなかった。これは、hypo 群や control 群では、横アーチの変化量は小さいが、個体差は大きいため、データのばらつきが大きくなってしまった結果と考えた。つまり、 $\delta TAL$  の測定により、過剰な柔軟性を有する足部は判定可能であるが、過剰に柔軟性の低下した足部と判定することが困難なことを示している。そのため臨床上、 $\delta TAL$  の測定結果は、左右差や治療前後での比較に用いる場合に有効と考えられる。

## 結 論

$\delta TAL$  は前足部荷重時の横アーチの柔軟性を評価することができる測定方法であった。従来の静止立位での  $TAL$  の測定方法では、前足部横アーチの構造の評価はできたが、その柔軟性を反映する指標ではないことが示された。一方、本研究は歩行や走行のようなダイナミックな場面での前足部の運動を説明することはできない。歩行や走行などの前足部の運動を計測すること

は困難であり、この運動を捉えるためには、 $\delta$  TAL だけでなく、足底圧分布や放射線画像のような測定項目とともに評価すべきである。しかし TAL を両肢位で計測

することは、臨床においても、簡便かつ定量的な測定方法であり、前足部の柔軟性を測定できるという利点を有している。

# 介護事故をめぐる民事裁判例に対する介護職員の意識に関する研究

## —安全重視か利用者の意思尊重か—

高橋 利幸

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：藤原正範)

### はじめに

2000年4月1日に介護保険法が施行され12年が経過した。この法によって高齢者福祉事業はそのほとんどが措置から契約に転換し、介護サービス契約は消費者契約の性格を有するようになった。介護は身体上または精神上障害のある高齢者の日常生活を支援する専門的行為であるが、結果として高齢者の生命を奪ったり傷害を負わせたりすることがある。日常業務の中に常に危険がひそんでいると言ってもいいであろう。そのような介護事故が起きた場合、利用者、利用者家族と施設との間に事故に至った事実関係、事故後の対応、事故の結果生じた損害の賠償等をめぐって対立が生じることがある。それが話し合いによって解決されるとよいが、対立が深まった場合、利用者やその家族から裁判が起こされ、裁判所の判断に委ねられる。介護事故の代表例である転倒、誤嚥では相当多くの裁判所の判断がある。介護事故について損害賠償が発生している中で裁判所の判断は、介護職員にとって納得できるものであろうか。介護現場で論者らが感じるジレンマは法律の専門家である裁判官には理解しにくいのではないだろうか。しかし、その一方、裁判所の判断は介護を行う上で社会一般が期待しているものとして、規範や指針にすべきである。本研究は、介護事故の民事裁判例についての介護職員の意識を探るものであり、裁判所の判断と介護現場とをつなぐものになることを期待している。

### 目 的

本研究は、介護事故の民事裁判で安全重視と高齢者の意思尊重の関係が問題になる具体的場面での介護方法について行った裁判所の判断を、介護職員がどう受け止めているか、どちらを優先して考えているかを明らかにすることを目的とする。

### 方 法

まず介護事故について、被害者の死亡ないしは傷害という結果につながったと裁判所が判断した介護方法のポイントを整理した。次にそのポイントに対する意識を探るため、老人保健施設A・B、特別養護老人ホームC、短期入所生活介護Dの介護職員に対してアンケート調査を実施した。アンケート調査集約後、回答者の中からインタビュー調査の協力者を募り、アンケート調査に対する回答の裏にある感情、ジレンマについて、インタビュー調査を実施した。アンケート調査は34名に実施し、29名から回答を得た。インタビュー協力者はアンケート回答者29名のうち8名であった。

### 結 果

#### 1) アンケート調査

転倒の事例について、回答結果を「安全重視」、「利用者の意思尊重」の二つに分けたとき、前者が12、後者が11とほぼ半々に分かれた。その中で裁判例と同じ

ような経験のある者については4対4、経験のない者については8対7となった。誤嚥の事例について、回答結果を同様に分けたとき、「安全重視」17、「利用者の意思尊重」10となった。その中で裁判例と同じような経験のある者が4対3、ない者が5対13となった。また、利用者が拒否した義歯の装着・不装着については、回答結果を同様に分けたとき、「安全重視」17、「本人の意思尊重」8となった。この質問項目については、裁判例と同じような経験のある者が5対3、ない者が10対5となった。拘束の事例について、回答結果を同様に分けたとき、「安全重視」14、「利用者の意思尊重」13とほぼ半々に分かれた。裁判所の判断に対する見解を尋ねる質問に対しては、回答者の多数が、それを支持する結果であった。アンケート回答者一人一人について、転倒事故における歩行介助、誤嚥事故におけるおにぎり提供と義歯装着の3項目について「安全重視」と「利用者の意思尊重」を2つの軸にして図式化すると、「安全重視のみ」3、「安全重視>利用者の意思尊重」9、「安全重視≤利用者の意思尊重」4、「利用者の意思尊重のみ」3という結果になり、4つにグルーピングすることができた。

## 2) インタビュー調査

### a. 転倒事故

アンケート調査で「利用者の意思尊重」と回答した者は「利用者の意思を尊重したいという気持ちが一番にあり、そこからいざという時にフォローすれば問題ないと考える」と述べた。「安全重視」と回答した者は「いくら断られたとしても、要介護者なので転倒するリスクがあると考え付き添う」「歩行介助が常に必要な方と判断するため、利用者が歩行介助を断ったとしても、最後まで介護を行う」というような回答のほか、「少し距離を置くなど工夫をしていつでも転倒しかかった時に助けることができる位置で見守りを行う」「いつでも行ける場所で見守りをする」「ちょっと後ろ、距離を開けて付き合うとかの工夫をする」という回答があった。「安全重視」の回答者にも、安全と利用者の意思との妥協点を見出そうとする姿勢のあることがあきらかになった。

### b. 誤嚥事故

誤嚥を招いた要因は、本来は提供しないおにぎりを

利用者の希望で提供したこと、歯科医師の指示のあった義歯の装着を利用者の拒否により不装着にしたことであり、その双方には関連がある。おにぎりの提供と義歯の不装着について「安全重視」とアンケート調査で回答した者は、おにぎりの提供について「義歯なしで提供したことが問題である」「(義歯を付けるという)条件を満たしておらず提供したためどちらかといえば妥当でない」と述べた。また、義歯の不装着について「誤嚥等のリスクが非常に高いということで指示が出ている」「リスクを考えると無謀に条件を満たさずに食事提供を行ったことは妥当ではない」と述べる。「利用者の意思尊重」とアンケート調査で回答した者はおにぎりの提供について「本人の気持ちをくみ取ってあげたいというプロ意識、優しさ」「希望に沿うための環境を整える」「食べたいものを食べていただける状態であるのならば食べていただきたいが、食べることによってそれ相応のリスクがあるため、ある程度監視下に置くべきである」と述べた。

## 考 察

高齢者介護の方法において、介護職員は「安全重視」と「利用者の意思尊重」とのどちらを優先するかについての意識は二分される。一人の介護職員の中でも、事柄によって「安全重視」を採るか「利用者の意思尊重」を採るかの意識は異なる。「安全重視」の立場であっても、「利用者の意思尊重」との間にジレンマを感じる者が存在し、具体的介護場面では両者を折衷する方法を考えようとしている。しかし、その方法は経験的なものに止まっており、一般化しにくい。一方、一貫して「安全重視」の立場を採り、迷わない者が一定数存在することも明らかになった。

## 結 論

調査対象者の日常の仕事ぶりをみると介護方法についてほとんど同じような見解を持っていると考えていた。しかし結果は、同じ裁判例の同じ場面について全く反対の回答をするものがおり、それも双方が拮抗していることがわかった。

## 2眼式立体映像が視覚機能に与える影響

### —眼の屈折力測定とアンケート調査—

西川 彰

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：奥山文雄)

#### はじめに

立体映像関連技術の発達により、ここ数年で2眼式立体表示を利用した3D映像コンテンツが非常に身近なものとなった。3D映画や、家電メーカーからは3D対応型のテレビや、携帯ゲーム端末などが発売されており、手軽に3D映像を楽しめるようになり、立体映像への期待は高まってきている。しかし2眼立体映像は、右眼用と左眼用の画像をそれぞれの眼に投影することで立体視を実現しているが、市場調査などから過度の両眼視差や運動は眼や身体に影響を与えると指摘されている。その影響で3D映像を視聴することにより、視覚疲労や不快感を生じる人も多いが、これらを対象とした研究はまだ少なく、不明確な部分が多い。

立体視しているとき、眼までの調節距離の刺激の矛盾や過度な両眼視差などが眼の視機能に何らかの影響を及ぼすことが考えられており、3Dコンソーシアムからガイドラインが提案されたりしているが一般的に十分な知見が得られていない。

#### 目的

今回の研究では立体視を行っている時の眼に与える影響について、3D映像の視聴前後で視覚機能に変化する可能性があると考え、市販の3Dテレビとコンテンツを対象に視聴前後および短時間休憩後の眼の屈折力調査とアンケート調査を行い、2眼式立体表示が眼に与え

る影響を調べた。

#### 方法

視聴条件として、十分な調節力があると思われる健康的な成人被験者9名を対象として映画「アバター」(AVATAR)の2D映像と3D映像を用意し、テレビから1.75m離れた場所から視聴してもらった。3D視聴時には3D偏光メガネを使用している。また時間経過の眼機能への影響を調べるために、視聴時間をそれぞれ30分(9名)と2時間30分(7名)で実験を行った。アンケート調査は眼の疲れ・機能変化に関する17項目を7段階で評価し、それぞれ見る前・見た直後・視聴後15分に行った。

実験には、Panasonic社の製品の46インチプラズマディスプレイ (TH-P46GT3)、ブルーレイディスクレコーダー(DMR-BZT600-K)、3D偏光メガネ(TY-EW3D2LW)を使用して視聴を行い、屈折力の測定にはオートレフケラトメーターARK-900(NIDEK社)を使用した。

#### 結果

屈折力測定の実験の結果から、視聴前と視聴後の屈折力が変化していることが示唆された。また、これまで長時間の視聴による実験結果は少なかったが、30分の視聴と2時間30分の視聴を比較すると、長時間の方が屈折力測定での影響が大きく見える傾向があるものの、個人差によるものが多いと思われる、はっきりとした違

いは見られない。立体映像（3D）と2次元映像（2D）を比較した場合、視聴前から視聴後の屈折力変化が大きかったのは2D30分視聴時で、視聴前から視聴後15分の屈折力変化が大きかったのは3D2時間30分となった。

アンケートの結果から、長時間視聴は短時間視聴に比べ、目が疲れる、目が痛い、目が重い、目が乾く、まぶたがぴくぴくする、目がしょぼしょぼする、目が乾く、目がちかちかする、遠くの物が見えにくい、の項目で視聴直後が最も大きなスコアとなった。3D映像視聴は2D映像視聴に比べ、目が疲れる、目が重い、目が乾く、目がチカチカする、項目で視聴直後が最も大きなスコアとなった。また、3D映像長時間において目がチカチカする、まぶしい、の項目は休憩後に最も大きなスコアになった。

## 考 察

実験の結果から、視聴前と視聴後の屈折力が変動を起こしているため、なんらかの影響を受けた可能性がある。また、屈折力測定結果では個人差による変化差が示唆される。

アンケートの時間比較において長時間でスコアが伸びた項目のうち、目が疲れる、まぶたがぴくぴくする、目

がしょぼしょぼする、の3項目は目の疲労に関するものであった。このことから長時間の視聴では目への負担が大きいたことが示唆される。3D映像を長時間視聴した際に休憩後にスコアが最大となった、チカチカする、まぶしい、の2項目は光刺激に関係する項目となっており、3D映像が光刺激に関して影響を与えている可能性が示唆される。

3Dに興味がある者で安全性に対する不安の解消をあげている人がおり、生体に悪影響があるのではないかといった不安感を持っている。

今回の実験では被験者9名を対象に3D映像と2D映像が眼に与える影響を屈折力とアンケート調査から分析を試みた。長時間の視聴後のほうが大きな影響が出ているように思われるが個人差によるものなのか、誤差の範囲なのかは現在のところ不明である。

## 結 論

屈折力の結果は、3D映像と2D映像で変化がある被験者がいた。アンケートでは長時間の視聴では目の疲労を受けやすく、3D長時間では光刺激の影響を受けやすいことを示した。

今後は更に被験者を増やし、統計的に有意な研究にしていく必要がある。

# IMRTにおける人体内での照射野内外吸収線量の測定

平田 誠

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：土屋 仁)

## はじめに

臨床での強度変調放射線治療 (IMRT) の使用は、より広範囲になってきた。IMRT は、複雑に込み入った等線量の勾配を作成するために各照射野のフルエンスを計画装置で計算し、それにより目標臓器により適した照射範囲ができ、同時にリスク臓器への線量を低減する。IMRT の照射時間およびモニタ・ユニット (MU) 条件は三次元原体放射線治療 (3DCRT) より多くなる傾向にあり、結果として IMRT 後の二次発がんを増加させる可能性があると考えられている。しかしながら、照射野内の線量分布に関しては詳細な研究がなされているが、照射野外については放射線治療計画装置においても未設定な部分であり、十分な研究が行われていないのが現状である。

IMRT による照射野内、ターゲット臓器やリスク臓器の線量評価は多くの報告があるが、実際の人体内での散乱線挙動については測定することが困難である。加えてもともと放射線治療の範囲外として線量計算すら行われていないのが現状である。

## 目 的

本研究では IMRT からの漏洩線、および 2 つの成分の散乱線による照射野内外の吸収線量を人体等価素材によるヒト型ファントムとガラス素子線量計を用いて測定し評価する。加えて線量計算アルゴリズムの変化による差についても、比較検討する。

## 方 法

使用機器：放射線照射装置 Varian 社製 Clinac21EX, 人体等価ファントム S4-B-4 ガラス素子線量計 DoseAce GD-302

方法 1：線量計算アルゴリズムを PBC 法と AAA 法で行い、その計算値と実測値について比較検討を行った。(10MV X線を用いた D/R300 合計 9 門による IMRT：総 MU 数 PBC 法 946, AAA 法 962) 測定箇所はファントム No.1 ~ 5 までの Isocenter 面内に 5 か所, No.6 ~ 26 については偶数 No のみ使用し, No.6 ~ 18 には 3 か所, No.20 ~ 26 には各 1 か所を設定した。(総計 50 か所)

方法 2：方法 1 で作成した照射条件の AAA 法にて、各組織を想定した吸収線量測定を行った。測定箇所は PTV 内に 3 個 (Isocenter, Isocenter から頭尾方向 ± 2cm 面上に各 1 素子, 同一面内の OAR 内にも各 1 素子。加えて脊椎部 (L2 ~ L5 レベルに各 1 素子), 甲状腺部 (No.18), 右眼球部 (No.24) にも同様に 1 素子ずつ挿入し測定を行った。加えて肺野を想定し, 上肺, 中肺, 下肺を左右について測定した。

## 結 果

方法 1 の結果は AAA 法においては Isocenter より、およそ 17cm 離れた地点 (No.10) までは 0.1% の値を

算出しているのに対し、PBC 法においてはおよそ 11cm 離れた地点 (No.6) で 0.0% 表示と算出された。

PBC 法と AAA 法において線量計算値を、wilcoxon の符号付順位検定を行った結果、 $p < 0.05$  (0.002) で有意な差があったのに対し、実測値での検定結果は、 $p > 0.05$  (0.919) と差が見られなかった。

方法 2 の各結果について table に示した。PTV 内においては概ね処方線量である 2Gy であることが確認できた。甲状腺部位や、眼球部位における吸収線量はおよそ 1.2 ~ 1.4mGy であった。(バックグラウンド: 3 $\mu$ Gy)

## 考 察

先行研究では IMRT で内部散乱線の縮小を確認したと報告されていたが、実際には頭頸部領域でも数 mGy レベルでの吸収線量が検出された。LNT 仮説においても、この程度の線量では二次発がんが発生するリスクが優位に高いとは言えない。先行研究においては照射条件に関して統一されておらず、また IMRT の特性上適切な計画でない場合と比較することは困難である。今回 IMRT Bench Mark を用いて照射条件を決定した。こ

れを用いることにより施設間による装置・計算・検証等の違いがあっても一定の条件下で評価できると考えられる。今回方法 2 で行った結果より、線量計算アルゴリズムによる計算値の差は実測結果と差があることが判明した。AAA 法においては、低線量部分についての線量計算が広範囲に及んでおり、より実測値に近い分布を示していると考えられる。照射野サイズ及び IMRT の MU 設定によって影響を受けるであろうことが予測されたため、測定に際しての適切な条件設定が必要であると考えられた事から IMRT Bench Mark を用い、より標準化された条件での照射を行ったが線量計算アルゴリズムによっては、照射野外の線量計算に差があることが判明した。実測値と比較していく事により、線量計算アルゴリズム自身の選択や、計画等手技的に見直す必要があるかもしれない。

## 結 論

先行研究では測定されていなかった IMRT における体内での吸収線量の測定に関して比較した。

Table.1 PTV 及び OAR における測定点吸収線量

測定箇所		-2cm(足側)	Isocenter	+2cm(頭側)
PTV	吸収線量(mGy)	2039.40	2070.00	1995.80
	標準偏差	27.04	24.97	33.37
OAR	吸収線量(mGy)	688.84	710.48	683.18
	標準偏差	11.10	10.33	18.19

Table.2 脊椎部測定点吸収線量

測定箇所	L5	L4	L3	L2	Th11	Th10
Isocenter からの距離 (cm)	9.8	13.2	15.8	18.8	26	29
吸収線量(mGy)	14.146	9.470	7.033	6.435	3.463	2.200
標準偏差	0.269	0.173	0.043	0.136	0.080	0.005

Table.3 肺組織を想定した部位における測定点吸収線量

測定箇所/距離(cm)	下肺野/(+23.6)	中肺野/(+26.3)	上肺野/(+43.2)
吸収線量(mGy)	14.146	9.47	7.0326
標準偏差	0.269	0.173	0.043

# 低エネルギーおやつの開発と血糖値におよぼす影響

水越 友里子

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：長村洋一)

## はじめに

今日、生活習慣病者数は増加の一途をたどっている。しかし健康的な食生活を送ろうとしても、外食や中食には総じて高エネルギーなメニューが多く、エネルギー制限を必要とする人達への食環境が整っていない。そこで、そうした社会的状況下において、食環境を構築するための第一歩として、血糖コントロールが悪いため、糖質制限のある人が食べることができるおやつを開発を行うことを考えた。

## 目 的

糖質制限のある人が食べられる低エネルギーのおやつとして、餡餅を1つのモデルケースとして作成し、その餡餅を実際に喫食して、一般的に作られる餡餅（以下、通常の餡餅とする）を喫食した場合とで血糖値に及ぼす影響を調べ、栄養指導に実際に使用できる餡餅の作製を目的とした。

## 方 法

通常の餡餅をモデルに甘味料だけでなく糖質にも食品添加物を利用して、低エネルギー化を図ることにした。その際に使用添加物が食感を含めた物性に及ぼす影響を数値化するためにレオメーターで作製された餅の物性の数値化を行った。餅は白玉粉の量を減らし、砂糖はエネルギーのない人工甘味料にし、食感の調製には増粘多糖類などを使用した。人工甘味料としてはスクラ

ロースとエリスリトール、白玉粉の置換物質として寒天のカリコリカン、増粘多糖類のウルトラキサンタン、こんにゃく粉を用いた。餡の部分はさらし餡の量を減らし、80℃で溶け、とろみ剤としても使用される介護食用ウルトラ寒天で補った。なおこれら食品添加物の使用量は、これらの食品を一気に10個喫食しても健康への影響はまったくないとされる量に設定し、被験者の安全を図った。作製した餅に関して、5点評点法による官能評価を行った。血糖値の測定は、臨床研究倫理委員会の承認の上、作製された低エネルギー餡餅または通常の餡餅を血糖コントロール状態の良い20代の女性5名（過去5年間、血糖値が正常値の方）に喫食させ、喫食前、30分、60分、120分後の血糖値をニプロフリースタイルフラッシュのマニュアルに従って測定した。また、120分後に血糖値が下がらなかった場合は、180分後についても血糖値を測定した。空腹時および軽食後3時間後について血糖値に及ぼす影響を検討した。

## 結 果

作製した餅についてレオメーターで硬さ、噛みきる力、粘着性、剥がれる力、のびを測定した。種々添加物を添加した時の物性変化としては次のようであった。レオメーターの結果ではウルトラキサンタンとカリコリカンの添加量を増加させると、硬さ、噛み切る力、粘着性に正の相関、伸びに負の相関がみられ、剥がれる力には相関がみられなかった。こんにゃく粉の添加量を増加させると、硬さと剥がれる力には負の相関がみられ、噛

み切る力、粘着性、伸びには相関がみられなかった。ただ、この相関は一次相関ではなく、多くは三次相関となり構成物質の混合割合の違いによる物性変化は複雑であることが明らかとなった。官能評価ではカリコリカンとこんにゃく粉を変化させた時に、違いが見られなかった。しかし、ウルトラキサントンの量を変化させると、歯切れとねちゃねちゃ感、やわらかさの項目で差がみられた。以上の結果から、食感や嗜好が市販の餅と類似している添加量を決定し、それを低エネルギーの餅として用いた。餡と合わせて低エネルギーの餡餅とし、血糖コントロールの良いに提供し、空腹時および軽食後のデザートとして喫食後、血糖値にどのように影響するか調べた結果、空腹時および食事（軽食）後のデザートともに、低エネルギーの餡餅で血糖値上昇を抑制した。低エネルギーの餡餅と通常の餡餅の栄養価を表1に示す。炭水化物においては、第五訂増補日本食品成分表データベースより、炭水化物を総量、それより食物繊維総量を引いた値を糖質として算出した。

## 考 察

通常の餡餅と比較して、低エネルギーの餡餅は、炭

表 1: 餡餅の栄養価

	エネルギー (kcal)	たんぱく 質 (g)	脂質 (g)	炭水化物	
				糖質 <sup>#1</sup> (g)	総量 <sup>#2</sup> (g)
低エネルギーの餡餅(120g)	111	4.5	0.3	18.9	22.4
通常の餡餅(120g)	229	5.7	0.4	47.0	51.4

#1：炭水化物総量より食物繊維総量を引いた値を示す

#2：炭水化物総量を示す

水化物に着目すると、総量としては約56%、糖質としては約60%減らすことができた。官能評価としては、ウルトラキサントンの添加量を変化させた時は、歯切れとねちゃねちゃ感、やわらかさの項目に変化があったが、カリコリカン、こんにゃく粉の添加量を変化させた時は官能評価の項目において変化がなかった。なおレオメーターによる測定値と官能評価の間に、関連の認められた項目とそうでない項目があり、明確な関連付けをすることは今回の実験では明らかにできなかった。しかし変化させた食品添加物の硬さ、粘着性などの物性への影響は数値化することができた。作製した通常の餡餅を実際に喫食し血糖値を測定したところ、通常の餡餅を喫食したときに比べ低エネルギーの餡餅を喫食した時のほうが血糖値の上昇が低かった。低エネルギー餡餅は血糖となるグルコース含量が低いので当然の結果ではあるが、糖尿病の人などには極めて有用な食品である。

## 結 論

今回作製した低エネルギーの餡餅は糖質制限のある人のおやつとして供給できることを示した。

# 脳卒中後遺症片麻痺患者の歩行能力と痙性麻痺の関係

## —痙性麻痺評価に着目して—

山中 元樹

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：中 徹)

### はじめに

片麻痺の歩行能力を改善するために、歩行能力改善に関わる要因の解明は重要である。これまで片麻痺患者の歩行能力の向上に関わる因子として、Brunnstrom recovery stage (BRS) などの質的評価や、麻痺側と非麻痺側の下肢筋力、立位における麻痺側下肢への荷重率などの量的評価を指標とした研究が行われている。その中で様々な身体機能の障害が片麻痺患者の歩行に関連していると述べられているが、重要な要因である痙性麻痺の評価は質的なものに限られ、量的な評価を含めた検討はあまり行われていない。痙性麻痺は脳卒中後遺症の経過の中で大きく変化するところであり、歩行能力改善にとっては重要な因子である。そこで本研究では脳卒中の中心的な症状である痙性麻痺、とりわけ歩行の遊脚中期の Foot drop の原因ともなる足関節の痙性麻痺に注目し、その他の運動因子とともに歩行能力の改善との関連性を検討することとした。これまで脳卒中の痙性麻痺の評価は国際的には Modified Ashworth Scale (MAS) が多用されてきた。本邦では BRS も用いて検討されている。しかし、MAS は関節拘縮などの神経学的な要因以外の要素を含めてしまうため純粋な痙性麻痺の評価としては限界があることが指摘されている。また、BRS は本来、連合反応など共同運動の評価であり、痙性麻痺の程度の評価という点では質を異にするという問題もある。その中で、近年では新しい痙性麻痺の評

価方法として関節拘縮因子の影響を少なくできる Modified Tardieu Scale (MTS) の量的評価指標が検討されている。しかしながら、MTS を含めて片麻痺の歩行能力に影響を与える因子を検討しているものは未だ少ない。

### 目的

第一研究では MTS, MAS を用い、足関節の痙性麻痺と歩行能力の関連性の有無とそれが年齢によって違いがあるか否かを検討することとした。第二研究では痙性麻痺と歩行能力やその他身体機能の回復が病期ごとにどのような関係性にあるのか明らかにすることを目的とした。

### 方法

二段階での調査研究とした。第一研究で、痙性麻痺と歩行能力の関係を横断的に検討した。第二研究では、第一研究で痙性麻痺が歩行能力に影響を与えることが分かった 75 歳未満を対象に痙性麻痺を含む身体機能と歩行能力との関連性を回復段階で変化があるか否かを縦断的に検討した。第一研究は A 病院に入院または通院している患者を対象に後期高齢者である 75 歳以上とそれ以外の 75 歳未満に分け、歩行能力指標を 10m 最速歩行時間、足関節の痙性麻痺の評価指標として MAS, MTS-V3, R2-R1, BRS を用い、歩行能力と痙性麻痺の関連性を横断的に検討した。第二研究では 75 歳未満の A 病院入院の回復期脳卒中患者を対象に、

歩行能力と痙性麻痺および身体諸機能との関連性を縦断的に検討した。歩行能力指標を10m最速歩行時間・タイムアップアンドゴー試験(TUG)・6分間歩行距離(6MD)、痙性麻痺評価指標はMAS, MTS-V3, R2-R1, BRS、身体機能指標を膝伸展筋力、重心動揺総軌跡長、重心移動範囲、Physiological Cost Index (PCI)とし、入院後1週間内に1回目、その4週後に2回目を測定し検討した。

## 結 果

第一研究の横断研究の結果として、75歳以上では10m最速歩行時間とMAS, MTS-V3, R2-R1, BRSはいずれも相関を認めなかった。75歳未満では10m最速歩行時間とMAS, MTS-V3, R2-R1で正の相関( $p < .05$ )を、BRSとの間には負の相関( $p < .05$ )を認めた。

第二研究の縦断研究の結果として、先ず一回目に対する二回目の比較結果を示す。歩行能力評価では、10m最速歩行時間で減少を認め( $p < .05$ )、6MDでは増加を認めた( $p < .05$ )。しかし、TUGで有意差は認められなかった。痙性麻痺評価では、MAS, MTS-V3で差を認めなかったが、R2-R1では減少を認めた( $p < .05$ )。スローストレッチの角度であるR2では差を認めなかったが、クイックストレッチの角度であるR1で増加( $p < .05$ )を認めた。BRSでは差を認めなかった。身体機能評価では、重心動揺総軌跡長が減少し( $p < .05$ )、重心移動範囲は増加を認めた( $p < .05$ )。しかし、非麻痺側膝伸展筋力・麻痺側膝伸展筋力・PCIでは差を認めなかった。次いで各測定回での評価指標間の相関の結果を示す。一回目・二回目とも歩行能力評価と痙性麻痺評価・身体機能評価の間に相関関係を認めなかった。しかし、痙性麻痺評価と身体機能評価には相関が認められ、1回目の評価では総軌跡長とR1に正の相関( $p < .01$ )を認め、R2-R1とMASおよびMTS-V3との間に負の相関( $p < .01, .05$ )を認めた。BRSとPCIでは負の相関( $p < .05$ )を認めた。また2回目の評価では、総軌跡長とR1に正の相関( $p < .05$ )、総軌跡長とR2-R1との間に負の相関( $p < .05$ )を認めた。また

R2-R1とPCIとの間に正の相関を認めた( $p < .05$ )。

## 考 察

第一研究より、75歳未満の対象においては歩行速度と痙性麻痺は一定の関係があることが分かった。即ち、速度を速めようと努力することで痙性麻痺が強く出現し、結果として歩行速度が減少するという関係が考えられる。しかし75歳以上では相関を認めず、痙性麻痺は年齢によって歩行に及ぼす影響が異なると考えられる。これは加齢による身体機能低下の影響が痙性麻痺の与える影響より大きく、痙性麻痺の強弱によらず、そもそもの歩行速度が遅かったという可能性が考えられる。

次に第二研究より、経時的に改善を認めたのは10m歩行時間・6MD, R2-R1, 総軌跡長, 重心移動範囲という量的な評価指標のみであった。これは量的な評価は、わずかな変化を捉えることができることによるものであると考えられる。しかし相関関係で見ると、歩行能力は痙性麻痺評価を含むいずれの評価指標とも相関関係を認めなかった。第一研究と第二研究とで痙性麻痺と歩行との相関の結果が異なるが、これは第一研究では維持期の対象も多く含み、身体機能がプラトーに達しており、歩行パターンが確立されている場合は痙性麻痺が表面化しやすく、相関を認めた可能性を考えた。一方、第二研究では対象が発症後4～8週で、大きく変化しうる身体機能の中で、歩行パターンも変化することから、痙性麻痺が歩行速度に及ぼす影響が一定ではなかったと考えられる。痙性麻痺とバランス能力との関連については、総軌跡長とMASやR2-R1が負の相関を認めたが、痙性麻痺が強い状態ほど総軌跡長が短くなり静的バランスが良好となる結果となる。これは痙性麻痺が強いことで足関節が固定されやすく、静的安定を得る結果ではないかと考えた。またR2-R1とPCIに正の相関を認めたことは痙性麻痺が運動効率に影響を及ぼす可能性があるということである。これは、痙性麻痺が大きいと抵抗感や努力を要するため運動効率に悪影響を及ぼすということと考える。

## 結 論

横断的にみると、後期高齢者の片麻痺では歩行速度と痙性麻痺の関連が見受けられなかったが75歳未満では関連があった。しかし75歳未満で縦断的にみると、歩行と痙性麻痺はともに改善するものの歩行と痙性麻痺

の関連が証明できなかった。ただし、痙性麻痺と静的バランスや運動効率とは関連性が認められ、75歳未満では痙性麻痺の評価指標としてMASやBRSに比べてR2-R1がバランスや運動効率など身体運動能を反映する指標である可能性を示した。

# 埼玉県内におけるCT装置の稼働実態とその運用に関する研究

小川 清

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：土屋 仁)

## はじめに

我が国の高額医療機器、特にCTやMRI装置の人口当たりの保有台数が、諸外国に比べ、非常に多いことがあげられているが、一方で私達は、諸外国より待ち時間（日数）も少なく、CT検査やMRI検査を受けることができるという恩恵も受けている。CT装置は、普及機から高級機まで広く普及し臨床に広く利用されているが、導入された装置の利用状況の報告は少ない。

## 目 的

CT装置の稼働状況を調査検討し、検査の正確性、効率性を高めるための運用の検討、加えて医療機器整備計画の策定、医療連携における医療機器共同利用をすすめるための指針となることを目的とする。

## 方 法

対象：埼玉県内におけるCT設置全医療機関

方法：郵送調査法（返信はFAXあるいは郵送）

内容：

- (1) 医療機関の概要
- (2) CT装置の機種、年代、メーカー等
- (3) 検査態勢（予約法、予約患者数、予約外患者数等）
- (4) 予測した件数

## 結 果

調査票は、埼玉県内のCT設置病院273施設に送付し、回収率は40.1%であった。

- (1) 医療機関の約半数は200床未満の病床数、外来数200人未満であり、そして主な経営母体は医療法人であった。1日平均外来患者数は100～499人が51%であり比較的規模の小さな病院が多い。
- (2) 医療機関の診療放射線技師数は5人以下が45%であり、10人以下では68%であった。画像診断医数は68施設（63%）が不在、1人常勤医師が22施設（20%）であった。CT装置は大中規模病院のみならず小規模病院にも稼働し、多くの医療機関にて画像診断専門医は不在であった。
- (3) 遠隔読影診断サービスは36施設（33%）が実施しており、フィルムレス・システムは一部フィルムレスを含めると88施設（82%）で稼働していた。
- (4) 使用されているCT装置の導入年代は、2007年と2010年に2つのピークが認められ、MRI装置と比較し、更新期間が短かった。
- (5) 予約に関して、CTは予約体勢をとりつつも、当日検査の割合を増やすシステムにしている施設が多く、翌日には検査可能という施設がほとんどで、予約検査が満杯で検査できないという状況はまったくない。

予約枠時間は15分が一番多かったが10分、15分、20分、30分、60分と収束しておらず、装置の性能あるいは、検査内容により枠時間を調整している。

1日予約件数は16～20件が一番多く、36～40件以上の装置も5台ある一方で、1～5件も15%あった。緊急性検査に有用でスループットの高いCT検査は、予約外検査が多く、1日約10人の予約外検査をしている。当日予約外検査を実施するために予約を100%にしない方式を多くの医療機関が取り入れている。予約は1週間経過すればほとんど空き状態となり、1週間以上の待ち日数を要する医療機関のほとんどは、300床以上であった。

- (6) 更新前の件数予測に関して、予測通りが60台(47%)であり、期待数に比べやや少ないが34台(27%)認められた。

## 考 察

CT装置は画像診断のなかで、客観性、迅速性に優れ、また普及台数の増加とともに装置価格が比較的low価格になってきたこともあり、国民皆保険制度の裏付けから、医療機関への導入が進んでいる。運用に関しては、予約なしシステムを導入し、即日検査、即日診断、そして治療という社会的要求に対応できる運用となっていた。しかし、腎機能や感染の有無など患者の身体情報の少ない当日検査の問題点を十分に認識しつつ検査

に当たることが重要と考える。今後はより低線量CTの登場により、普及機と高性能機の2分化が予想される。

CT装置は、その導入費用及び維持経費がかさむため、地域の中核的な医療機関に配置し共同利用を推進するという政策と、すべての国民が、いつでも、どこでも適切な医療が受けられ医療供給体制との整合性を図る必要がある。病院と診療所、公的医療機関と民間医療機関の連携を強化し、国民が求める医療を提供していくために、診断性能が高く、早く治療に結びつくCT装置が必要であり、医療連携のエリアの中で拠点病院には高性能CT装置を、他医療機関には汎用機を配置していくことが大切である。

## 結 論

CT装置の稼働状況、特に運用について調査検討した。普及機から高級機まで広く普及したCT検査は予約をとらない当日検査の導入と検査待ち時間の短い実態が確認できた。また、埼玉県内のCT装置は、一部の医療機関を除いて充足され増数の必要性は無いが、一方で診断に必要な医療機器としての需要も認められた。医療機器整備計画の策定、医療連携における医療機器共同利用をすすめるための指針となることが示された。

# 検診業務での可搬型外部記憶媒体の画像表示障害の 原因分析と解決法の検討

## — DICOMDIR の関与について —

小菅 哲夫

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：煎本正博)

### はじめに

日本の医療機関では近年、画像検査装置の多くで事実上の世界標準デジタル医用画像規格である DICOM に準拠した電子医用画像が普及し、医療機関内の LAN 構築により、PACS が可能となり、院内での医用画像の一元管理と院内のすべての画像端末モニタから画像情報の閲覧が可能となることでフィルムレス運用も可能になった。またネットワークによる医療連携が可能になった。

一方、アナログ時代ではフィルムとして、光源さえあれば、どこでもいつでも画像が確認できたが、画像が電子化されると、電子化されたデータを読み取る画像読影端末装置（以降 Viewer）が必要になる。また複数施設での「医用画像の相互運用」では画像データがお互いに共通した標準仕様でなければならない。ところが、標準仕様のシステムや画像データのつもりでいても、DICOM タグ設定等で標準規格に違反している場合があり、それが原因で画像表示障害が発生し、医療機関の間での「医用画像の相互運用」が実施されない事象が多発している。

胸部 X 線検診は学校・職場・地域において、多人数の胸部撮影を効率的にするために長尺フィルムを使用した間接撮影が主流であったが、ここにおいてもデジタル化されてきた。CR 装置等で撮影システムがデジタル化

されても検診のワークフローは変わらないので、基本的には撮影順番号だけによる画像の識別を行い、DICOM 規格で必須とされる名前・誕生日・性別等の情報を入れずに、DICOM 画像として運用していることにその特殊性がある。デジタル装置での撮影時、受診者の ID 番号の誤りが発生した場合、記録されているメディア内の画像データの ID 番号を訂正する必要がでてくる。問題事象は「上書き」訂正したメディアの画像データが Viewer で見るができなくなることである。

### 目 的

検診業務で発生した画像表示障害の原因の追究と対応について検討する。

### 材料と方法

実際画像障害が発生した撮影装置システムを使用して、画像表示障害の再現の為にファントム撮影で画像データを発生させ、①訂正のない画像データと、②ID 番号変更などを「上書き」訂正した画像データの各メディアを作成する。合計 7 種類の Viewer での画像表示障害の有無を確認する。また訂正していない画像と訂正した画像の DICOM タグ及びそれらのメディアの DICOMDIR 比較し、IHE-J の「PDI チェックツール レベル 3」によるメディアのチェックも実施する。

## 結 果

最初に画像障害が発生した Viewer で訂正のない画像データが収納されているメディアは画像表示された、しかし訂正した画像データが収納されているメディアでは画像表示されなく、問題事象の再現はできた。自動読み込みできる Viewer は画像表示障害の出現はまちまちであるが、手動読み込みも可能な Viewer での手動読み込みでの画像表示ではすべて画像表示された。訂正した画像と訂正の無い画像のタグ比較結果では通常タグの転送構文や CR image storage SOP の UID 等、画像データ共通の記述となるタグの値に問題となる相違はなかった。また通常タグの ID 番号や検査時間等画像データ毎に異なることで正しいタグの値でも問題は見渡らなかった。プライベートタグには若干の記述相違があった。DICOMDIR 比較結果では訂正した画像データの方は記述量が多く、その記述には上書き消去された ID 番号が存在し、2 画像しかないはずなのに、4 画像の DICOM 画像ファイル名があった。

## 考 察

訂正された DICOMDIR には実体のないファイル情報

が残っていて、これが各 Viewer の解釈と対応（個々のベンダーの Viewer の設計思想が DICOM 規格に厳格な仕様か、あるいは実運用を考慮して厳格でない仕様とするか）が画像表示障害に関係していると考えられる。またもともと必須タグの欠けた検診の DICOM 画像の DICOMDIR を同じように Viewer の解釈と対応が画像表示障害にも関係していると考えられる。自動読み込みでは画像表示可否がまちまちとなる、しかし DICOMDIR をスルーして直接 DICOM 画像フォルダーを手動で読み込みすればほとんどが表示可能である。通常の DICOM タグには問題がなかった。ベンダー独自のプライベートタグには若干相違部分があったが DICOM 規格ではプライベートタグに関しては他の接続する DICOM 装置やソフトが理解できないときは無視する仕様であり、画像表示障害への関与は少ないと考えられる。

## 結 論

訂正した DICOM 画像データは正常であった。今回の画像表示障害の原因は DICOMDIR の関与と推測される。ゆえに DICOMDIR を正しく記述させるシステムが要求される。また検診のワークフローでは手動で読み込みができる Viewer システムが必要である。

# 診療放射線技師のヒヤリ・ハット報告と職業性ストレスに関する研究

—兵庫県立病院10施設—

佐々木 保麿

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：土屋 仁)

## はじめに

医療の高度化・専門化などに伴い医療事故の発生要因は増えている。また、医療現場ではさまざまな事故発生につながる要因が潜んでおり、診療放射線技師が関わる医療現場の領域もその役割が増えるほどに相当したリスクを抱えている。

医療事故報告の分析や、事故を起こした時の看護師の心理などの報告は多くみられるが、診療放射線技師のヒヤリ・ハット報告とストレスに関する報告はみられない。そこで、医療スタッフの一職種である診療放射線技師のヒヤリ・ハット報告とストレスの関係性について論じる。

## 目的

本研究は、兵庫県立病院10施設（総合型医療機関：6施設，専門型医療機関：4施設〔小児医療，循環器疾患，がん，粒子線治療〕）の診療放射線技師のヒヤリ・ハット報告と、そこに従事する診療放射線技師の職業性ストレス簡易調査を加えて分析を行い、医療安全の方向性について明確にする。具体的には、各々の関連性を明らかにし、安全な風土を整えるための方策を提案することを目的とした。

## 方法

「ヒヤリ・ハット，医療事故報告」は、平成20年度

（平成20年4月1日～平成21年3月31日）に兵庫県立病院10施設の放射線部門に提出されたものを用いた。また、職業性ストレス簡易調査は、平成20年8月19日～27日に兵庫県立病院で働く診療放射線技師164名（回答率89.6% 147名，有効回答数144名）について行ったものを用いた。尚、「職業性ストレス簡易調査」は、平成17年6月に作成された「職業性ストレス簡易調査票を用いたストレスの現状把握のためのマニュアル（厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究）」に基づいて作られたものである。厚生労働省より既に出された「労働者の心の健康増進のための指針」の前段階に行われた東京医科大学研究グループが開発したプログラムである。この基礎データは、日本国内のあらゆる職種，約2万5千人（男子：約1万6千人，女子：約8千5百人）を対象としている。今回、このストレス簡易調査結果をヒヤリ・ハット報告に加えて分析を行った。

## 結果

放射線検査・治療人数は474,732人であり、イベント発生率の平均は、患者100人に対し、0.81人となった。要因別リスク発生率の平均は、技術的要因が0.41%、医師看護師連携要因が0.15%、不注意要因が0.17%であった。

「職業性ストレス簡易調査」の結果から得られた「県立病院施設別の放射線部門ストレス評価表」から、診

療放射線技師のストレスとリスク発生率の関係のうち、不注意要因によるリスク発生率は、職場支援に係るストレスと有意差が認められ、その寄与率から52.8%が職場支援に係るストレスが関与していた。不注意要因のうち、異物による障害陰影（脱衣指示を含む）・撮影情報間違い（左右・撮影日）・撮影間違い（部位・方法）が大半を占めた。

## 考 察

技術的要因のヒヤリ・ハット報告は、年間801件と全報告の20%を占める有害事象であるが、ストレスとの関係性は殆ど認められない。むしろストレスには至らない思い込みによる位置付け不良や経験不足による目的部位の欠損が起こっていると考えられる。

不注意要因と職場支援の関係は有意にあるが、2次回帰曲線とする理由は、y切片がマイナスの1次回帰直線とすると不注意要因リスク発生率や機器要因リスク発生率がゼロになる職場支援や総合ストレスが存在することになる。しかし、リスク発生率がゼロになるようなストレス状態は存在しない。リスク発生率を最小にするストレス指標となる対策は実在するはずである。従って、1次回帰モデルではなく2次回帰モデルが適すると考えられる。これにより、不注意要因と職場支援の相関が下に凸の2次回帰曲線で認められ、医療事故に至らないヒヤリ・ハットでは、ストレスが少ないとリスク発生率は高く、適度なストレスによってミスの要因が減少する。そして、ストレスが大きくなるに従って再びミスが増えてゆくことになると考えられる。一般的に言われている医師や看護師による過度なストレスとミスの相関性は、この部分にあたりとされる。本研究では、適度なスト

レスはリスク発生率を下げることを示唆される。また、職場支援によるストレスは、職場の同僚や上司との関係を示しており、不注意要因によるヒヤリ・ハットの報告者に対して、その職場での人間関係に注視し観察する必要がある。

傷害要因もストレスとの相関は認められない。その事例のいくつかは「急に意識を失って倒れた」「突然、暴れた」「患者から眼をはなした」など患者の行動や状態が放射線技師の予想に反する場面が見受けられ、年間23件と少ないが医療事故に繋がる危険性がある。こうした事例では、院内の医療安全対策委員会や県立病院局放射線部門リスク管理委員会を通して、医師・看護師との患者情報の共有化を図る体制や、タイムアウト制度の導入などシステムの見直しを行う必要がある。具体的な方法としては、RCA（Root Cause Analysis）根本原因分析により、個人への注意喚起だけでなく組織・システムの脆弱性を探求してゆく手法を用いることも検討してゆくべきであると考えられる。

## 結 論

本研究で、診療放射線技師の医療事故に至らない「ヒヤリ・ハット」事象は、その多くが「職場の支援」で回避され、ストレスの原因となる「仕事量」や「やらされ感」では増加せず、むしろストレスを意識していない時に生じる傾向にあることが明らかとなった。

診療放射線技師の不注意によるリスク発生は、医師・看護師の過度なストレスによるヒヤリ・ハット報告とは異なり、職場のチームワークや人間関係を良好な環境に整えることで、約半数が回避でき得ると結論づけた。

# CT 造影製剤特性が造影効果に及ぼす影響

寺澤 和晶

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：奥田逸子，煎本正博)

## はじめに

CT 造影検査において単位体重毎ヨード使用量（体重当たりヨード量：mgI/kg）を一定にすることで、再現性の向上がはかれることが一般的になってきた。しかし、造影 CT 検査用にヨード含有の検査薬として販売されている造影剤は、製剤間の差別化をはかるため組成・性状やヨード濃度、容量が異なっている。特に、イオン性に比べ低浸透圧性になっているものの各製剤における浸透圧値の違いは様々である。このため、体重当たりヨード量が一定でも、製剤特性によって造影効果に差異が生じているという仮説が立つ。

一方、CT 装置から照射される X 線の吸収係数は X 線のエネルギーによって変動するため、被写体を透過する際に、体格（断面積：cm<sup>2</sup>）の違いによって X 線エネルギーごとに吸収される量が異なる。この入射する側と射出される側において X 線エネルギー分布に差異が発生する線質硬化（beam hardening effect）が起こることによって CT 値が変動してしまう。

このことから、体格を制約した上で造影効果を比較することにより、製剤特性いわゆる性能を知ることが可能になる。ところが、その造影効果を定量し、CT 検査における造影剤の性能・特性を解明した研究はない。

## 目 的

浸透圧および体格差によるエネルギーの影響を踏まえ、各種製剤を用いて腹部における大動脈および大静

脈において造影効果の定量的解析を行うことにより、CT 造影剤特性が造影効果に及ぼす影響を解明する。

## 使用機器および製剤

CT 装置は Aquilion64（東芝メディカルシステムズ）で、造影剤自動注入器は Dual Shot-GX（根本杏林堂）である。また、造影剤はヨード含有量が異なる A:iopamidol 370, B:iomeprol 350, C:iohexol 300, D:iohexol 240 の 4 種類で、加温器にて 37°C に加温して用いた。

## 方 法

### 1) 基礎的検討（希釈および浸透圧の影響）

- ・ヨード量を一定にし、循環濃度測定ファントムにて各製剤の time-density curve (TDC) を観察した。また、同様に、円柱ファントム（自作希釈造影剤ファントム）にて希釈造影剤の CT 値を測定した。
- ・セロファン（セルロース）の半透膜シートを仕切りにした自作ファントムを用い、造影剤と生理食塩水（生食）間に起こる浸透現象を利用して CT 値変化による簡易的なヨード通過速度（HU/s）を観測した。

### 2) 臨床評価（評価部位および評価法）

- ・A～D の 4 種類の製剤を用いた症例を対象に、体格がほぼ一定になるよう高体重および低体重の対象を除外してデータを取得した。また、用いた造影剤ごとにグループ分けをした（グループ A, B, C,

D)。グループ間の体重および年齢の差は有意水準 0.05 で一元配置分散分析法 (ANOVA) により検定した。測定部位は、Abdominal Aorta (AA) および Inferior Vena Cava (IVC) における心窩部、腎門部、分岐部の 3 点とした。また、CE から P を減じた上昇値 [enhancement unit : EU (HU)] を求め、有意水準 0.05 で多重比較検定 (Dunn) にて評価した。

## 結 果

- ・ヨード濃度を一定にした希釈による影響はファントムの TDC および円柱ファントムにおいて観察されなかった。
- ・浸透現象によるピークに達するまでの上昇 CT 値速度 (HU/s) が異なった。その関係は D:1.89 < B:2.13 < C:2.52 < A:2.53 (HU/s) であった。
- ・体重 ( $p = 0.11$ ) および年齢 ( $p = 0.34$ ) に有意な差はなかった (ANOVA)。
- ・造影剤の違いによって平衡相の IVC ( $P < 0.05$ ) に差異が生じた (Dunn)。

## 考 察

ヨード量一定の場合、ファントムでは希釈により製剤間に差異が生じないことが解った。これは、ファントムが樹脂等で閉鎖された環境であるためと考えられる。しかし、ファントムにおいて浸透速度に差異が生じた。このことから、被検者の体格がほぼ一定の場合において

造影効果に差異が生じたとすると、製剤の性状が影響すると仮定できる。そこで、平衡相の IVC において差異が認められたことから、循環系の循環回路から原因を考えた。循環回路すなわち血流路は器官をセグメントとすると、その分配比率は、セグメントにより異なるが、それぞれは直列につながっている。このため、細胞外液の内部環境は動脈系と静脈系による二つの大きな容器で表すことができる。その容量比だが、静脈系は動脈系の 5 倍ほどあることから、浸透圧の影響を単位面積 ( $\text{cm}^2$ ) 当たりの物理要因で考えると、動脈系の 5 倍である静脈系は接触面積が大きい分、物質の交換効率も上昇すると推察できる。即ち、IVC において有意差が生じることを否定できないことになる。よって、血液より浸透圧の高い造影剤が血管内に大量に注入されると、ヨード濃度が平衡状態になるまでに、血管外から血管内へ水分が移行し、一過性に血漿量が増加すると考えられ、造影製剤特性は平衡相を要する実質臓器系の検査において、造影効果に影響を及ぼす一因子といえる。

## 結 論

- ・平衡相における IVC においてヨード使用量を一定にしても、浸透圧値の違いにより造影能に差異を生じさせることが明らかになった。
- ・検査目的に合わせ最適な造影検査を行うためには、造影製剤特性を理解することが必要である。

# 診療放射線技師経験年数とX線単純撮影における 再撮影との関係について

古滝 実

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：土屋 仁)

## はじめに

放射線を人体に対して照射することを業として行えるものは、医師、歯科医師または診療放射線技師であり、その放射線による被曝は医療被曝が殆どである。医療被曝にとって再撮影は全くの無駄な被曝であり経済的・時間的損失の点からも軽減については様々な努力がなされている。しかし、再撮影率の発生は一定の率で存在し種々の要因で発生し、それらの要因については先人たちの研究が報告されている。先行研究にもあるように日常業務で一般撮影を行う環境で再撮影に影響する因子として技師の経験年数がどの程度影響を及ぼしているか技師それぞれの再撮影件数を把握しながら、明確化し関係性を検討する必要があると報告している。

## 目 的

本研究では自施設に勤務する診療放射線技師5名を対象に日常業務でX線単純撮影の7～8割が整形領域であり再撮影の発生が多い現状を踏まえ、一般撮影を行う環境の中で再撮影に影響する因子として技師の経験年数が挙げられるが撮影現状より再撮影率と技師の画像確信度（画像適否判断）を例に比較し診療放射線技師経験年数と再撮影との分析を行ったので報告する。

## 方 法

1. 経験年数の違う対象技師5名の5か月間の撮影件

数・撮影部位および撮影前の画像の記録・集計を行った。

2. 集計より年数別に再撮影率を比較し、再撮影率から検討部位を選出し再撮影判断を求めた。
3. 再撮影が多い4撮影部位についての再撮影判断を評定確信度法（method for discrete confidence-rating test result）を用いて再撮影に至った画像と提出画像を（絶対提出・提出かもしれない・わからない・再撮影かもしれない・絶対再撮影）の5段階カテゴリー分類しROC曲線から確信度（AUC：Area Under Curve）を求め経験年数別での評価を行った。

## 結 果

提出する画像判断時間の経験年数比較（表1）と年齢別平均再撮影率（表2）を求めた結果と、ROC曲線を作成しY軸に的中確立、X軸に誤報確率を示し傾く曲線の占める面積である確信度（AUC）を求め（表3）以下の表に示す。

## 考 察

全体的に撮影件数と再撮影件数には相関を示したが技師各個別に撮影部位で見るとバラつきがあり、また経験年数の少ない技師が顕著に示されていた。経験年数別に再撮影率を比較すると5年以上の技師と5年以下の技師との差は0.64%の差があり顕著に示されていた。提出する画像を判断する上では経験年数の違い

表1：技師経験年数別に各部位(提出画像50症例，再撮影画像50症例)判定所要時間(分)の比較

	A(13年目)	B(7年目)	C(5年目)	D(4年目)	E(2年目)
胸部正面	15	8	13	19	15
腰椎側面	10	7	17	12	16
股関節軸位	12	5	13	15	15
肩関節軸位	10	6	17	13	15
総合評価時間	47	26	60	59	61
経験年数別再撮率対比	[技師経験年数 ≤ 5年]			[技師経験年数 ≥ 5年]	
	36.5minute		<	60.0minute	

表2：年齢別平均再撮影率

		A(経験年数12年)	B(経験年数6年)	C(経験年数5年)	D(経験年数4年)	E(経験年数2年)
3月	再撮	31	13	14	22	108
	曝射回数	559	694	868	878	2444
	再撮率	5.55%	1.87%	1.61%	2.51%	4.42%
4月	再撮	8	13	10	17	99
	曝射回数	484	691	395	798	2413
	再撮率	1.65%	1.88%	2.53%	2.13%	4.10%
5月	再撮	12	8	8	14	97
	曝射回数	316	550	657	565	2073
	再撮率	3.80%	1.45%	1.22%	2.48%	4.68%
6月	再撮	10	7	5	19	29
	曝射回数	737	779	469	907	1093
	再撮率	1.36%	0.90%	1.07%	2.09%	2.65%
7月	再撮	20	13	8	21	48
	曝射回数	1060	683	703	535	1114
	再撮率	1.89%	1.90%	1.14%	3.93%	4.31%
合計曝射件数		3156	3397	3092	3683	9137
合計再撮件数		81	54	45	93	381
平均再撮率(曝射回数)		2.57%	1.59%	1.46%	2.53%	4.17%
経験年数別再撮率対比		[技師経験年数 ≤ 5年]			[技師経験年数 ≥ 5年]	
		2.08%		<	2.72%	

表3：経験年数別確信度(AUC)

経験年数別確信度(AUC)比較		
[技師経験年数 ≤ 5年]		[技師経験年数 ≥ 5年]
0.757	≤	0.776

はおおよそ半分の時間で判断を行っていた。カテゴリ分類では判定に差はあまりなかったが判定できない画像が5年以下の技師には表れていた。画像確信度(AUC)では技師の経験年数での差は顕著には示されなかった。

### 結 論

今回、診療放射線技師の経験年数が再撮影にどう影響を与えるか本来問題視して比較する再撮影率と技師

の経験年数画像判定能力を可視化して判断出来ないか確信度法を用いた AUC で比較したが再撮影率のように比較出来なかった。撮影時での提出の正誤判断は正確に速やかに行える事は業務の効率・再撮影低減へも影響があり、判断能力の水準を常に維持向上を行うシステム構築は必須と考える。今後は比較対照を行う技師の経験値幅を細かに比較できる様に対象者を多く増やし一般撮影に携わる環境の違いなども考慮し問題定義する必要がある。

# 高機能繊維製の下着がMRIに及ぼす影響

## ～遠赤外線効果、消臭効果、保温性効果の高い下着～

佐藤 健一郎

鈴鹿医療科学大学大学院 保健衛生学研究科 医療科学専攻

(指導教員：山本皓二)

### はじめに

近年、ナノテクノロジー技術の発達により発熱性や保温性あるいは消臭効果などを高めた、いわゆる高機能繊維が開発されるようになり、下着などの日用品の分野でも広く使われるようになってきた。これらの中には、各社独自の特徴を出すために銀や金属酸化物などを練り込んだものも存在するが、詳細については企業秘密であり含有量などは一般に公開されていない。しかし、MRI 検査では金属が含まれる製品を持ち込むと電磁誘導の法則により原理的には発熱の危険性があり、日本画像医療システム工業会からは、保温性の高い下着や遠赤外線効果のある下着を着用していると検査中にヒリヒリ感、火照りなどを訴える患者がいるという報告がなされている。筆者が勤める施設ではそのような経験はないが、これを受けて MRI 検査中の着用禁止が主流になりつつある。しかし、このような高機能繊維で作られた下着が MRI 検査に対してどのような危険性があり、検査結果に対してどのような影響を及ぼすのかについては何も分かっておらず、明確な指針を示すためにも検証する必要がある。実際、このような下着が MRI 検査に対して影響がないのであれば、患者も寒い検査室内で下着を脱がなくてすみ検査もスムーズに行うことができる。

### 目 的

高機能繊維で作られた下着の MRI 検査への影響を

温度上昇と、画質の二つの側面でファントムを使った測定実験を行い検証することを目的とする。

### 材料および方法

MRI 装置は SIEMENS 社製、MAGNETOM Symphony 1.5T で頭部用コイルを使用した。

ファントムは日興ファインズ社製、PVA ゲルファントムを使用、そして温度計は磁場に影響のないシンワ社製、放射温度計を使用した。下着は、保温性効果が高く消臭機能付きで吸湿発熱により暖かくなると公表されている下着 A と保温性効果が高く Ag + 銀加工による消臭抗菌機能付きで吸湿発熱により暖かくなると記載された下着 B、保温性効果が高く赤外線効果（金属酸化物使用）により発熱する抗菌消臭機能付きと書かれた下着 C、そして対照群として綿 100% の下着 D の 4 種類を用いた。

ファントムに下着を着せたのち、ガントリー内より約 2m 離れた場所から放射熱の測定を開始した。測定実験では拡散強調、T2 強調、並びに高速グラジエントエコー法 true FISP の 3 種類の連続撮影である。撮像時間はそれぞれ 10 分、10 分、3 分 20 秒であり、これを 4 種類の下着について同じ条件で行っている。温度測定は拡散強調で 30 秒ごとに 20 回（計 10 分）、T2 強調では 30 秒ごとに 20 回（計 10 分）、高速グラジエントエコー法では 10 秒ごとに 20 回（計 3 分 20 秒）の 60 回行った。そして、画像については測定実験の時に撮影した

横断像を使用した。

## 結 果

すべてのインナーで熱傷が起こるほどの温度変化は現れなかった。

拡散強調のみ金属が含まれていると表示のあった下着には画像に影響が現れた。

## 考 察

MRI 検査で金属を持ち込むと電磁誘導の法則により発熱が起こる危険性がある。しかし、実際には他の金属が含まれていない下着と比べても温度の上昇は見られなかった。理由には、含有量が少なかったという事が考えられるが、含有量については各社一切公表していない。または、温度上昇が局所的に起こっている可能性もあり、温度計測が出来ていない場所にホットスポットが出来ている可能性も考えられる。当初は、温度変化に重点を絞って研究を始めたが、結果的には温度変化よりも画像自体に金属の影響が強くなる事が判った。一般に MRI では金属アーチファクトがあるが、拡散強調では通常でもアーチファクトによる影響が著しく

なる傾向にある。そして、金属が含まれている下着についても拡散強調画像以外には影響が出ていない。つまり、拡散強調以外では影響が出るほどの含有量が含まれていないとも考えられる。とはいえ画像には影響が出ているので診断には影響が出る。金属成分を使用した消臭抗菌素材などは夏用の涼しくなる下着などにも使用されている。高機能性繊維で作られた下着については、たとえ温度上昇が問題にならなくても MRI 検査では使用しない方がよいと考えられる。

## 結 論

今回の測定実験では、使用した下着全てで温度変化は無視できるほど少ない。しかし、拡散強調画像では金属が含まれていると公表している下着で画像に影響が認められた。このことから、吸湿発熱性下着、金属が含まれる危険性のある遠赤外線、消臭抗菌機能がある下着などは安全性と画像への影響を考え、患者には事前に説明して脱いでもらい、各施設で用意する安全性の確かめられた検査着に着替えて貰って検査をした方がよいと結論した。