

回復期脳卒中患者の転倒リスクレベル別転倒要因の分析

—リスクレベル別転倒予防策の検討—

岡田 啓太

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：浅田 啓嗣 准教授)

はじめに

回復期リハビリテーション施設（回復期リハ施設）において転倒を予防することは患者のその後のADL、QOL改善に非常に重要である。回復期リハ施設における脳卒中患者の転倒率は、整形疾患、廃用症候群の患者の転倒率に比べ高いことが報告されている。また、脳卒中後の転倒による大腿骨頸部骨折の発生率は一般高齢者の1.7倍、心筋梗塞患者の2.3倍とされている。これらのことから脳卒中は運動障害や感覚障害、注意障害など多岐に渡る障害により転倒リスク、骨折リスクが最も高い疾患であると言える。

脳卒中の転倒率を減少させるため、転倒リスクをレベル別に分類し対策が講じられており、これまでに複数のリスクレベル分類評価が報告されている。しかし先行研究の課題として、①回復期脳卒中患者に特化した転倒に関する報告が少ないこと、②転倒リスクレベル別の転倒傾向が不明確であること、③施設独自の転倒リスクレベル評価が多く情報共有が困難であること、が挙げられる。

回復期リハビリテーション病棟協会（回復期協会）は、転倒リスクをレベル別（低リスク・中リスク・高リスク）に分類する転倒アセスメントシートを開発し報告している。簡便な評価項目で構成されており、臨床上使用しやすく他施設との情報共有が行いやすい転倒アセスメントシートである。しかし、リスクレベル

別の転倒傾向までは報告しておらず、転倒予防策は全てのリスクレベル群で環境整備のみに留まっている。回復期脳卒中患者の効果的な転倒予防策を確立するには、簡便で他施設との情報共有が行いやすい転倒リスクレベル分類評価を使用し転倒リスクレベル別の転倒要因を調査、検討していく必要がある。

目 的

本研究の目的は、回復期脳卒中患者を転倒リスクレベル別に分類し、リスクレベル別の障害特性とその転倒要因を分析して、転倒予防策を検討することである。

方 法

対象は2013年10月から2014年8月の間に、C病院回復期病棟に入院した脳卒中患者47名（性別：男性33名／女性14名、年齢：69.5±11.6歳、疾患：脳梗塞31名／脳出血16名）であった。除外基準は入院期間が10週未満の患者、重度失語症または認知症で言語理解が困難な患者、車椅子座位保持が困難な患者とした。対象者および家族に本研究の趣旨と内容を紙面と口頭にて説明し、書面にて同意を得た。

カルテより年齢、性別、疾患名、発症日、入院日について調査した。入院日から10週後までを観察期間とし、病棟スタッフのレポートより転倒・インシデント発生時刻、場所、内容に関する情報を得た。転倒の定義は、「自分の意思に反して、膝以上の身体の一部

が床面へ接触した場合とし、車椅子やベッドからの転落もこれに含める」とした。インシデントの定義は、「思いがけない出来事『偶発事象』で、これに対して適切な処理が行われないと事故となる可能性のある事象」とした。対象者の身体・心理状況を調査するため、機能的自立度評価法（Functional Independence Measure: FIM）、長谷川式簡易知能スケール、転倒予防自己効力感尺度（Fall Prevention Self-Efficacy Scale: FPSE）、Brunnstrom ステージ分類の評価を行った。各評価は入院時、および入院から4～5週後に2回実施した。

転倒リスクレベルは、入院時に転倒アセスメントシートを使用して低リスク、中リスク、高リスクに分類した。

各リスクレベル別に FIM, FPSE において転倒群、非転倒群の間に統計学的有意差があるかを分析した。各リスク群の比較に χ^2 検定を行い、各リスク群における転倒群、非転倒群の比較には χ^2 検定、Mann-Whitney 検定を実施し有意水準は5%とした。また、評価結果から転倒のカットオフポイントを設定するため、Receiver Operating Characteristic 曲線と Youden Index を使用した。

結 果

各リスク群の人数は低リスク群7名、中リスク群20名、高リスク群20名であり、転倒者数（率）は全体で16名（34.0%）、低リスク群1名（14.3%）、中リスク群4名（20.0%）、高リスク群11名（55.0%）であった。入院から初回転倒までの期間は、中リスク群は全て入院から31日以降であり、高リスク群は入院から期間を問わず転倒する傾向が認められた。転倒時間帯は、中リスク群は夜勤帯に多く、高リスク群は朝食・夕食時に多かった。転倒場所はどのリスク群も居室が多かった。認知症の有無による転倒率は中リスク、高リスク群ともに有意差はなかった。

各リスク群の転倒群と非転倒群の比較では、中リスク群 FIM 運動項目は評価1回目で転倒群の点数が有意に低く、1回目と2回目の点差（ Δ FIM）において

転倒群の点数が有意に高かった。 Δ FIM における転倒予測のカットオフポイントは16点であった。高リスク群は FIM, FPSE において転倒の有無による差は認められなかった。

考 察

中リスク転倒群において Δ FIM が有意に高値であったことから、動作能力の急激な変化が転倒に結びついていると考えられる。また中リスク群では転倒は夜勤帯に多いことから、1ヶ月間で急激に動作能力が向上したが動作が習熟しきれておらず、寝起きや疲労時に生じる不安定さを修正できないまま行動したことで転倒に至ったと推察される。転倒と FIM に関する先行研究では入院時 FIM 運動項目の得点と転倒に関連があったと報告されているが、転倒リスク評価としては有用ではないことが示されている。これは、入院時 FIM のみでは転倒時の状況を適切に判断できていないことが原因と考えられる。本研究の結果、中リスク群は入院1ヶ月間の FIM 運動項目が16点以上増加した場合、転倒リスクが増すことが示唆された。中リスク群に対する転倒予防策は、自己の動作能力の客観的な理解を高めるような教育的指導を行い、起床時や疲労時にも自己の動作能力を的確に判断できるように指導していくことが重要である。

一方、高リスク群において他群と比較し認知症患者が多く、入院当初から朝食、夕食時に多く転倒が生じていた。FPSE, FIM において転倒との関連性は認められず、認知症の有無で転倒率に差がなかった。これらのことから、高リスク群は認知症による危険行動だけでなく、自己の動作能力を無視して欲求充足行動をした結果、転倒に繋がった可能性がある。高リスク群に対する転倒予防策として、危険行動を単に制限するだけでなく、心理的な変化を見極めながら患者の QOL を高めるような細かな環境設定が必要と考えられた。

結 論

本研究の結果、中リスク群は FIM の経時的変化を

評価することで FIM が転倒予測因子になりえることが示唆された。高リスク群では、認知症による危険行動と回復に伴う欲求充足行動が転倒に繋がっていた。

各リスク群で転倒の要因が異なっており、それぞれのレベルに見合った教育的指導、環境設定の重要性が示唆された。

Total joint power flow による 変形性膝関節症患者の歩行分析

兼岩 淳平

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：畠中 泰彦 教授)

序 論

近年，わが国では高齢者人口の増加に伴い変形性膝関節症（以下，膝 OA）の有病者数が増加している。その医療費の概算は約 8,000 億円という膨大な金額になっている。このような人口構成の変化や医療経済的な背景からも膝 OA 治療の重要性が高まっている。

膝 OA の保存療法として膝関節周囲筋の筋力訓練や可動域訓練などがあるが，筋力訓練の重要性を裏付ける報告が散見される一方で，筋力訓練を行っても歩行機能などの改善が見られないというように否定的な報告もあり，膝 OA 患者に対する筋力訓練はエビデンスの高い裏づけが無いと考えられる。治療を行う前提として，膝 OA の主症状である歩行障害を臨床で計測可能で正確に評価できる方法が必要である。歩行障害の定量的な評価パラメータに，剛体リンクモデルを用いた関節モーメントがある。しかし，関節モーメントは関節回りに生じる回転モーメントの総和であり，各関節で発生している回転モーメントに対して他関節がどのように影響しているかは分からない。そこで，我々は Total joint power flow（以下，TPF）に着目した。TPF では各関節においてパワーが末梢から中枢の体節へ伝播しているのか，中枢から末梢の体節へ伝播しているのかを明らかにすることができる。McGibbonらはこの解析方法により膝 OA 患者は立脚終期での足関節底屈パワーの減少や膝関節パワーの減少が特徴的

であるとしている。しかし，歩行時の下肢関節の角度変化が本邦で一般的な膝 OA 患者の臨床像と異なっている。本研究ではわが国における膝 OA 患者の TPF の特徴を明らかにする。

目 的

本研究の目的は膝 OA 患者における歩行時の TPF の特徴を明らかにすることである。

方 法

対象は整形外科を受診し，変形性膝関節症と診断された成人男女 12 名とした。対象者の両側の肩峰，大転子，外側関節裂隙，外果，第 5 中足骨頭の計 10 ヶ所にカラーマーカ（直径 10 [mm]）を貼付した。計測課題は至適歩行速度で 10 m の歩行路の歩行とした。その際，歩行路に 1 台の床反力計（AMTI: accugait）を設置した。同時に 4 台のデジタルハイビジョンビデオカメラを用いて，前後左右方向から撮影した。サンプリング周波数は 60Hz とした。同期点は床反力計上方で風船を割り，その割れた時点とした。すなわち，時間的分解能は 1/60 秒とした。撮影した映像を 3 次元ビデオ解析システム（DKH ㈱：Frame-DIAS IV system）に取り込み，マーカの 3 次元座標を算出した。歩行計測により得られた床反力および 3 次元空間座標を剛体リンクモデルに代入し，逆動力学的手法を用いて歩行時の股，膝，足関節の関節角度，関

節モーメント, 関節モーメントパワー ($M\omega_{proximal}$, $M\omega_{distal}$), 隣接体節から関節が受けるパワー (Rv) を算出した。得られた運動学, 運動力学的データを用いて股関節, 膝関節, 足関節の TPF (1) を求めた。

$$\text{Total joint power flow} = Rv + M\omega_{proximal} + M\omega_{distal} \cdots (1)$$

結 果

本研究における膝 OA 患者の歩行時 TPF は 12 例全例において, 健常者と異なるパターンを示した。膝 OA 患者の荷重応答期の TPF は 12 例中 8 例において膝関節, 足関節では正常歩行と同様に中枢から末梢の体節へ伝播していたが, 股関節では大腿から骨盤へ伝播していた。また, 膝 OA 患者における立脚終期, 前遊脚期の TPF は, 膝関節, 足関節では正常歩行と同様に末梢から中枢の体節へ伝播していたが, 股関節では全例で骨盤から大腿へ伝播していた。

考 察

膝 OA 患者の荷重応答期の股関節 TPF は正常歩行とは逆に大腿から骨盤へ伝播していた。一般に正常歩行の荷重応答期には股関節は 20° 屈曲位のまま角度の変化はみられないが, 膝 OA 患者の歩行では股関節の伸展運動がみられた。荷重応答期には正常歩行, 膝 OA 患者の歩行のどちらも股関節伸展モーメントがみられた。正常歩行では股関節の角度変化は起こらないために関節モーメントパワーはほぼ 0 となるが, 膝 OA 患者では股関節伸展モーメントが生じながら股関節伸展運動が起こっているため, 関節モーメントパワーは正の値となり股関節 TPF の極性も正に逆転する結果となったと考えた。また, 膝 OA 患者における立脚終期, 前遊脚期の TPF は, 股関節では全例で骨盤から大腿へ伝播していた。正常歩行では身体重心は立脚中期に膝関節が伸展することで最も高くなり, その後, 弧を描くように前下方へ移動する。立脚終期では股関節が 20° 伸展位, 膝関節ほぼ完全伸展位, 足関節 10° 背屈位であり身体重心は足圧中心より前方に位

置していた。したがって, 足関節により産生されたエネルギーは, 足関節, 膝関節, 股関節の順に末梢から中枢の体節へ伝播され, 体幹へ至り, 身体を前方へ移動させると考えた。一方, 膝 OA 患者は立脚中期に膝関節が屈曲位であるため身体重心は低いままとなり, さらに股関節の伸展角度も減少し, 立脚終期に身体重心が後方に偏倚している。したがって, 正常歩行に比べ身体重心は後下方に位置することとなり, 身体重心の前下方への移動は少なくなる。また, Siegel らは立脚終期に膝関節が伸展するほど足関節底屈運動により産生されたエネルギーがより多く体幹まで伝播すると報告している。膝 OA 患者の歩行では立脚終期に膝関節屈曲角度が増大しているため足関節底屈運動によるエネルギーの体幹への伝播が減少し, 股関節 TPF が大腿から骨盤へ伝播する前に反対側の下肢が接地したため, 股関節 TPF の末梢から中枢への伝播が起こらなかったと考えた。

正常歩行において立脚終期, 前遊脚期の TPF は足関節, 膝関節, 股関節のすべてで極性が正であった。同時に反対側の荷重応答期では股関節, 膝関節, 足関節で極性がすべて負であった。すなわち, 立脚終期に足関節で産生されたエネルギーが骨盤を介して反対側の下肢に伝播し, 荷重応答期に股関節, 膝関節, 足関節すべてで中枢から末梢の体節に伝播し吸収されていた。一方, 膝 OA 患者の歩行は立脚終期, 前遊脚期や荷重応答期において股関節 TPF が逆転している。すなわち, 立脚終期に足関節で産生されたエネルギーは骨盤まで伝播せず, 反対側の荷重応答期には股関節でのエネルギー吸収が起こらなかった。

結 論

今回の結果からわが国における膝 OA 患者の TPF の特徴は McGibbon らの欧米人の膝 OA 患者による報告と異なり, 荷重応答期において股関節で大腿から体幹へ伝播すること, 立脚終期・前遊脚期において股関節で体幹から大腿へ伝播することであった。

コレジストレーション機能のスライス厚による 中心座標の正確性の検討

石本 健太郎

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：煎本 正博 客員教授)

はじめに

ガンマナイフ治療計画装置のガンマプランにコレジストレーション機能が追加された。コレジストレーション機能とは画像を重ね合わせる機能である。

従来の方法では、頭部とフレームをスクリューで固定し、インジケーターを装着した画像で治療計画を作成していた。インジケーターを装着して撮像した画像により、ガンマナイフ治療の位置情報をガンマプラン上で設定できる。コレジストレーション機能が追加されたことにより、頭部とフレームを固定する前の画像で治療計画をすることが可能になった。しかし、インジケーターが非装着では、ガンマナイフ治療の位置情報は設定されないため、治療はできない。事前に治療計画した画像に位置情報を設定するために、従来の方法と同様に頭部にフレームを固定した後、インジケーターを装着して再度 CT や MR 画像を撮像する必要がある。この画像はガンマプラン上で位置情報の設定のための画像撮像なので、位置情報の精度が保たれるスライス厚の画像を撮像する必要がある。事前に治療計画をした画像とインジケーターを装着して撮像した画像を重ね合わせるだけで、ガンマナイフ治療を行うことができる。

コレジストレーション機能を使用することにより、従来の方法の治療計画の時間が大幅に短縮され、頭部にフレームを装着している時間の短縮につながる。治療計画画像においても、フレームを装着していないの

で、MR において頭部用のマルチチャンネルコイルを使用することが可能になり、複数のシーケンスの画像を高解像で短時間に撮像できるため、正常組織と治療対象の識別が容易になり正常組織に与える線量を下げることができ、線量分布の正確性が向上する。また治療計画画像と経過観察画像の重ね合わせもできるので、治療効果判定や新規病変の描出の向上につながる。これらのことから術者、患者ともに治療当日の負担軽減に繋がる。ガンマナイフ治療の対象疾患の半数以上は転移性脳腫瘍が占めており、原発の治療施設から依頼にてガンマナイフ治療することが多い。依頼時に MR 画像などのデータが添付されてくるが、3～5mm のスライス厚の画像である。薄いスライス厚を用いると画質が低下し、良好な画質を得るためには撮像時間を増やさなければならず、患者の負担増や装置の効率的な運用を阻害する。これらを解消するためには、適切な厚いスライスを用いての治療計画を行うことが有用である。

目 的

ガンマナイフ治療計画装置のコレジストレーション機能を使用して、厚いスライスを使用して治療対象ターゲットの中心座標の精度が保たれるか検討した。

使用機器

東芝メディカルシステムズ社製 CT Aquilion CX

64ch, GE 社製 MRI Signa 1.5T, ガンマナイフ治療計画装置 レクセルガンマプラン, レクセル MR ファントム, プラスチック球, Excel2013

方 法

レクセル MR ファントム内のグリッド間にターゲットとして 5, 8, 10mm のサイズのプラスチック球を固定し, 5% 硫酸銅水溶液でファントム内を満たした。CT の撮像断面方向の水平方向を基準断面とし, FOV は 240 mm で固定して撮像した。コレジストレーション用に MR 装置にてマルチチャンネルコイルにてスライスの厚さを変更してそれぞれ撮像した。次にファントムにフレームとインジケータを装着して, シングルチャンネルコイルにて 0.6mm のスライス厚で撮像した。コレジストレーション機能使用時の座標設定用の画像を CT にて 0.5mm のスライス厚で撮像した。撮像した画像をガンマナイフ治療計画装置レクセルガンマプランに転送した。観測者は 3 人で行った。プラン上の座標情報設定のため, インジケータを装着して撮像した画像を用いて設定した。0.6mm 厚の画像のそれぞれのプラスチック球のターゲット座標を測定し, 基準とした。インジケータを装着した CT 画像とマルチチャンネルコイルを使用して撮像した画像をコレジストレーションし, 座標を設定した。各プラスチック球の座標を 9 回測定した。測定した座標の差を Excel の t 検定を用いて解析した。

結果・考察

画像の中央付近に 5, 8, 10mm のプラスチック球を配置して座標を測定した。放射線技師免許取得後 5 年以上の 3 人の観測者にてそれぞれコレジストレーション機能を使用して座標を測定した。MR の FOV は 240mm, マトリックスを 256 に設定したので, 1 マトリックスあたり, 約 0.937mm になり, 撮像断面 (X, Y 軸) 方向の座標上では, 観測ごとのバラつきは少なく, X, Y 方向の座標のズレは, 最大 0.8mm の X 軸のズレで, マトリックスサイズ内に収まる結果となった。プラスチック球のサイズによる関係性は

なく, 撮像した画像に直交する方向 (Z 軸) のバラつきは観測ごとに違いがあった。Z 軸方向のズレも X, Y 方向のズレの 1mm の範囲内に収まる結果となった。しかし, スライス厚が厚くなるとパーシャルボリューム効果の影響を受け, Z 軸方向にプラスチック球のサイズが増大するように観察された。スライスが厚くなることによる画像のボケが, 観測ごとの座標のバラつきを誘発させていると考えられる。コレジストレーション機能は画質とスライス厚に依存するとされていて, スライス厚が薄いものほど, コレジストレーションの重ね合わせは短時間で済み, 複数回機能を動作させても重ね合わせの位置ズレは少なかった。スライス厚が厚いものほど, パーシャルボリューム効果で撮像したプラスチック球の体積も増大し, 撮像画像に直交する方向にズレが生じやすく, 座標中心を決定するのに観測者の主観的な要素が含まれた。これらのことを踏まえながら, コレジストレーション機能を適切に使うことで, 中心座標の精度を保った治療計画ができるようになる。

撮像断面方向では, スライス厚によりズレ, バラつき, サイズの変化が少なく, また, X, Y, Z 軸の座標中心の正確性は保たれているので, 厚いスライスを選択して, S/N のよい画像を撮像し, ひとつの撮像シーケンスの時間を短縮し, MR 撮像による患者負担の軽減や, 他のシーケンスの撮像を追加することで, 診断能を向上させることができる。適切にコレジストレーション機能を使うことにより治療計画用の画像撮像に対して, MR 装置の有効活用につながる。治療計画者は過去画像を使用し, 撮像スライス厚に影響を受けずに治療効果の判定ができ, 新規病変の発見や追加照射の計画ができる。これにより経過観察者, 計画者, 画像撮像者, 対象者の負担を軽減することができる。

結 論

ガンマナイフ治療計画装置ガンマプランのコレジストレーション機能を使用して設定したターゲットの中心の X, Y, Z 座標は, 厚いスライス厚を使用しても中心座標に影響されない。

災害時における避難時間短縮について

— MR 装置に焦点をあてて —

尾形 智幸

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：土屋 仁 客員教授)

はじめに

1995 年 阪神・淡路大震災以後、災害医療に対する取り組みがなされ、災害拠点病院が整備されている。しかし、病院が被災した場合、建物の損傷やライフラインが止まることでの電力停止に伴い大型医療機器の維持が困難となる。特に Magnetic resonance scanner（以下：MR 装置）については全国で 5000 台以上が稼働しており、低温冷媒、高磁場、高電圧を用いるため、災害時においては液体ヘリウムの急激な気化によるクエンチの発生、停電時においても高磁場発生による大型磁性体の吸着、漏電による火災など、2 次災害の危険性のある MR 装置からの速やかな患者避難が必要となる。

病院施設では年 1 回程度の定期的な避難訓練を実施しているが、訓練間隔が長く、緊急時の対応が遅れることが予想できる。訓練の前後でもパフォーマンスが変わらずに発揮できる事が必要であるが、定期訓練のみで緊急時対応の維持は難しい。

目 的

避難訓練では訓練直後で避難時間は短縮するが時間が経つと避難時間が長くなる。そこで、誘導マークの表示により MR 検査室からの患者の速やかな避難、かつ一定レベルの避難時間を維持できるかを検討した。

方 法

チーム編成は診療放射線技師 2 名 1 組とし、業務の 80% 以上を MR 検査に従事する MR 専任者グループ 1 組、業務の 30% 以上従事する MR 担当者グループ 2 組、当直でのみ担当する当直者グループ 1 組、計 4 組 8 名とした。

MR 検査室は着脱式患者用寝台を有する MR 装置を使用し、患者は歩行不能を想定し X 線ファントムを寝台上に未固定で配置、検査室内は非常灯なしの状況下において、避難行動開始から MR 検査前室までの時間を計測した。

第 1 期は通常の避難方法で各グループ編成 4 組の測定を行う。第 2 期は第 1 期同様の方法で 3 ヶ月期間を空け測定を行う。第 3 期は第 2 期終了直後から誘導マークを表示し、3 ヶ月期間を空け測定を行い、避難時間の変化をみた。

結 果

退避訓練を繰り返し実施することで避難時間は短縮するが、第 1 期の避難時間の平均の最短は MR 専任者の 20.28 秒、最長は当直者 A の 75.73 秒、最短と最長の時間差は 55.47 秒とグループ間の差が大きかった。

第 2 期では、避難時間は第 1 期 3 回目より長くなるが、少ない訓練回数で回復したが、第 2 期のグループ間の平均の最短時間と最長時間は、MR 専任者の 17.93

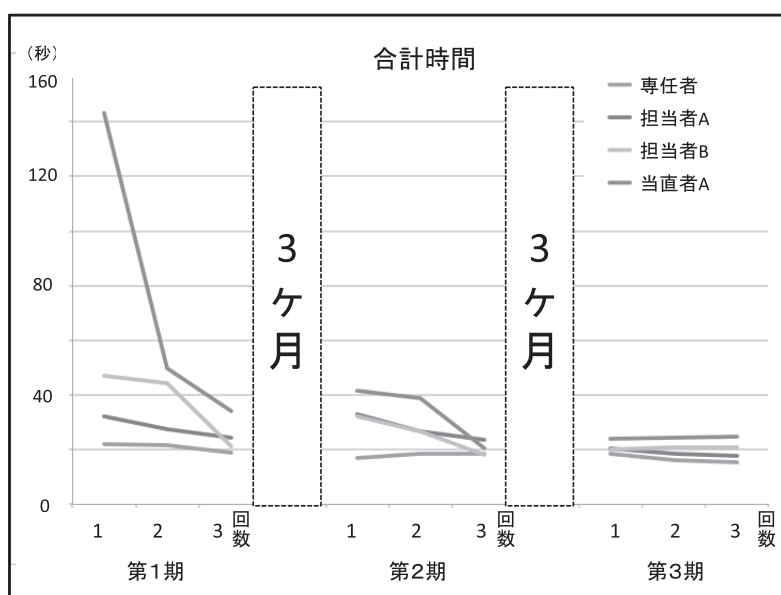


図1 各チームにおける避難時間の推移

秒と、当直者 A の 33.63 秒と、15.70 秒差があった。

第 3 期，誘導マークを表示する事でグループ間の平均の最短時間と最長時間は，MR 専任者の 16.70 秒と，当直者 A の 24.25 秒と，7.55 秒差に短縮した。

考 察

避難訓練第 1 期，第 2 期では日常業務での機器操作，特にアンロックペダルの操作やドアレバー位置の習熟度が影響し，各グループでの避難時間の差が大きかった。誘導マークを表示した第 3 期ではアンロックペダル・ドアレバーの位置が把握でき避難時間が短縮

し，目標避難時間内での一定レベルでの避難行動ができたことから誘導マークの表示は有効であった。

誘導マーク表示を放射線科の各検査室で統一する事で，配置換えや当直業務など，MR 業務経験が浅いスタッフでも自分の行動分担が容易に確認できることで，避難行動レベルを維持でき災害時の避難誘導に有用であった。

結 論

誘導マークを表示する事で，速やかな患者避難，および退避時間を目標時間内の一定レベルに維持できた。

診療放射線技師教育の現状と問題点の分析

—意識調査による大学4年生の学習行動と学力向上との関係について—

小野木 満照

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：安田 鋭介 教授)

はじめに

文部省(当時)は「ゆとり」を重視した学習指導要領を導入し、平成14年度より小中学校に導入され、翌年度に高等学校がゆとり教育を実質的に開始した。今回の研究対象の学生は平成10年度に小学校へ入学しており、小学校よりゆとり教育を受けてきた。老沼らはゆとり教育が学力低下を生み、同時に学生の学習意欲を低下させた、と報告している。

このような時代背景の中で育った学生が、現在、診療放射線技師を目指しているが、彼らの学習に対する取り組みと生活環境を知ることは、診療放射線技師国家試験(以下、国家試験)の合格を目指す学習指導の一助になると考え、アンケート調査を通じて、その特徴を検討した。

目 的

診療放射線技師の資格取得を目指す学生に対して、総合放射線学演習の講義開講前に学習に対する意識調査を行い、学生の学力動向、学習行動及び学習意識との関係を明らかにすることを目的とした。

対象及び方法

1. 対象は、G大学保健科学部放射線技術学科4年生のうち本研究の事前説明で趣旨に賛同した56名(男性38名、女性18名)である。対象者の内訳につ

いては、国家試験合格者48名、不合格者8名であった。

2. 方法については、自筆式記名アンケート調査を行った。項目は、自己決定理論の3大要素(自律性、有能性及び関係性)に大別した。内容は、自律性について全12問、有能性について全8問、関係性について全5問とした。回答方法は、平成25年度後期、総合放射線学演習の講義開講前にアンケート用紙に自筆させた。回答時間は任意としたが、30分を要した。また、アンケート回答の選択肢は四者択一を原則とした。

3. 統計学的解析には、統計ソフトRを使用した。フィッシャーの直接確率検定により2群間の意識の違いを統計学的に検定した。いずれも危険率5%未満を有意とした。

結 果

1. 国家試験合格者と不合格者の両群に対して、フィッシャーの直接確率検定を用いて検討したところ、自律性については12問中2問、関係性については5問中1問に統計学的に有意な差を認めた。

2. 国家試験合格者を属性でみると、女子が100%(18/18)に対して、男子は78.9%(30/38)で、この差は統計学的に有意($p = 0.0344$)な差であった。なお、国家試験の平均点が女子は133.9点に対して男子は128.3点であった。次に生活形態では、不合格者の75.0%(6/8)が下宿生であった。

3. 自律性は、「平日の勉強時間」で両者の間に有意

($p = 0.0003$) な差を認め、合格者では 2 時間以上が 68.7% (33/48) と多く、これに対して不合格者については 2 時間以上勉強している学生はいなかった。次に、「土・日の勉強時間」で両者間に有意 ($p = 0.0344$) な差を認め、合格者では 4 時間以上が 41.7% (20/48) であり、これに対して不合格者については 4 時間以上勉強している学生はいなかった。

4. 有能性は、全 8 問とも両者間で有意な差を認めなかった。しかし、勉強のタイプが合格者は「教科書中心+講義」39.6% (19/48)、不合格者は 25.0% (2/8)、また板書が合格者は「写す」52.1% (25/48)、不合格者は 87.5% (7/8)、臨床実習や卒業研究は合格者が不合格者に比べて熱心に取り組んだことなどの特徴がみられた。なお、「一人で勉強する」と回答した学生は両者ともに 8 割以上と大多数を占めていた。

5. 関係性は、「運動をしていますか」との問いに対して両者間に有意 ($p = 0.0372$) な差を認め、「運動している」と「少し運動している」を合わせた群が、合格者では 34.0% (16/47) に対して、不合格者は 75.0% (6/8) と多かった。

考 察

学生の学力動向、学習行動及び学習意識との関係を明らかにするためにアンケートを試み、国家試験合格者と不合格者との差異を検討したところ、属性のうち性別では、「女子」が「男子」に比し有意に国家試験合格率が高い因子であった。これは国家試験の平均点が女子は 133.9 点に対して男子は 128.3 点であり、女子が男子に比べて学習意識が高く、より勉強に取り組

んだ結果であると考え。次に生活形態では、不合格者に下宿生が多く、下宿生活における過度な自由度が生活規律を乱した結果と考える。従って、定期的に勉強に取り組む生活態度を聴取し、その把握に努めなければならない。自己決定理論からみると自律性は、平日の勉強時間は 2 時間以上そして土・日の勉強時間は 4 時間以上が、国家試験合格率が高い因子であった。不合格者の勉強時間は平日が 2 時間未満、土・日は 4 時間未満と少なく、国家試験不合格は予想された結果である。有能性は、全 8 問とも両者間で有意な差を認めなかった。しかし、合格者の特徴は、「教科書中心+講義」、板書は要点をつかみ書き取る、臨床実習や卒業研究は熱心に取り組むなどが挙げられ、これらの特徴を不合格者の指導に生かしたい。関係性は、運動する習慣は不合格者に多く、運動の習慣化が大切な勉強時間を割いてしまったと考える。しかし、適切な運動は、睡眠や食事とともに健康的な生活習慣を送ることができる健康 3 原則の 1 つである。従って、不合格者に対しては過度な運動を避けるなどの注意喚起を実施したい。

結 論

今回の検討より属性では、女子であること、自律性では平日の勉強時間は 2 時間以上、更に土・日の勉強時間は 4 時間以上であること、関係性では過度な運動は控えること、が国家試験合格のための因子であった。以上から、これらを踏まえ学生の本分の意識付け、学生生活の改善を目的とした指導を実践したい。

^{99m}Tc -Tetrofosmin 投与患者からの放射線被ばく

—放射線の入射方向の観点からの検討—

児玉 康彦

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：安田 鋭介 教授)

はじめに

核医学検査従事者（以下 従事者）の放射線被ばくは、外部被ばくが主体となる。実際の核医学検査では、放射線の入射方向の観点からみると、放射線が多方向から人体へ入射しており、放射性医薬品を投与された患者自身が、従事者の放射線被ばく源となる。そのため、従事者の被ばく形態は、患者の介助やポジショニング、また患者が検査のために管理区域内を移動することによって異なるはずである。

先行研究では、ファントムを用いた検証で、長期間（2週間あるいは1ヵ月等）を考えるとあらゆる方向から均一に近い状態で被ばくすると仮定しているが、核医学検査における臨床での報告はない。

目 的

従事者の放射線被ばくの実態を、放射線の入射方向の観点からその大小関係を明らかにする。

対象と方法

対象

被験者は、横須賀市立うまち病院（以下 本院）に所属する診療放射線技師3人（核医学検査経験年数 RT1：1年、RT2：10年、RT3：4年）である。この3人に、著者は含まれていない。3人の技師に、毎日業務日誌を記入させた。

期間

2013年10月21日～2014年3月7日の平日において、心臓核医学検査の当番日である月曜日と木曜日の合計36日間行った。

使用機器

電子ポケット線量計4台（マイドーズミニ PDM-122B-SHC 日立アロカメディカル株式会社）。

方法

^{99m}Tc -Tetrofosmin を使用した心臓核医学検査において、患者からの従事者被ばく線量を評価した。線量計をベルトの高さで腹側・背側・右側・左側の4か所に装着させ、その指示値を業務日誌に記録させた。従事者の被ばく線量は、入射方向別によって違いがあるか、両側検定の t 検定を行った。また、入射方向別にみた被ばく線量は、臨床経験の差によって違いがでるのか、3人の技師間について一元配置分散分析を行った。

次に、本院の1日当たりの検査件数は、日によって異なり、1件/日から5件/日である。従事者の入射方向別にみた被ばく線量は、1日当たりの検査件数の違いによりに差があるのか、両側検定の t 検定をおこなった。また、1日当たりの検査件数と被ばく線量に相関関係があるのか、Pearson の積率相関係数の無相関の t 検定を行った。

さらに、従事者の入射方向別にみた放射線被ばくは、患者様態（歩行可とストレッチャー患者）の違い

により差があるのか、両側検定の t 検定を行った。
有意水準はすべて $p < 0.05$ とし、統計処理は、Microsoft Excel 2010 を用いた。

結 果

入射方向別にみた被ばく線量は、背側の被ばく線量が、他の入射方向と比較して統計学的に有意に低かった ($p < 0.001$ v s 腹側, 右側, 左側)。また、臨床経験に差のある 3 人の技師間に、いずれの入射方向においても統計学的に有意な差を見出せなかった (腹側: $p = 0.394$, 背側: $p = 0.616$, 右側 $p = 0.387$, 左側 $p = 0.465$)。

1 日当たりの検査件数と被ばく線量との間には、いずれの入射方向においても、統計学的に相関関係を認めた (腹側: $r = 0.9368$ $p < 0.001$, 背側: $r = 0.5933$ $p < 0.001$, 右側: $r = 0.8593$ $p < 0.001$, 左側: $r = 0.6345$ $p < 0.001$)。また、1 日当たりの検査件数の違いによる被ばく線量は、1 件/日から 3 件/日まででは全ての入射方向において統計学的に差がなく、4 件/日と 5 件/日において有意に高くなった。

患者様態 (歩行可とストレッチャー患者) の違いによる従事者の被ばく線量は、腹側において、ストレッチャー患者の方が歩行可患者より統計学的に有意に高くなり、背側と右側および左側では有意差がなかった (腹側: $p < 0.05$, 背側: $p = 0.388$, 右側 $p = 0.153$, 左側 $p = 0.961$)。

考 察

入射方向別にみた従事者の被ばく線量は、背側の被ばく線量が、他の入射方向と比較して統計学的に有意に低かった。これは、被ばく源である患者と従事者の向きに関する情報を表している。つまり、従事者が患者に相対している証拠で、患者に背を向けて相対することは少ないため、背側の被ばく線量は低くなる。また、入射方向別にみた被ばく線量は、臨床経験に差

がある 3 人の技師間の有意差はなかった。これは、本院の心臓核医学検査プロトコールが確立していたため、従事者は、決まった動きと患者対応がマニュアル化されている、臨床経験に差があったとしても、被ばく線量に差が出なかったと考えられる。無駄な放射線被ばくを低減するためには、患者導線や患者対応を考えて検査マニュアルを作成することが重要である。

1 日当たりの検査件数の違いによる被ばく線量は、全ての入射方向において 1 件から 3 件までは有意差が認められず、4 件目から有意に高くなった。これは林田の報告にあるように、従事者の被ばくが、検査件数の多さより患者との接触時間や接触距離による要因の方が大きいためである。つまり、患者との距離が近く接触時間が長い場合、検査件数が 1 件でも被ばく線量は大きくなるためと考えられる。

今回の研究で、入射方向別による被ばく線量の大小関係が明らかになった。従事者の腹側の被ばく線量は、介助の必要のない歩行可の患者より介助の必要なストレッチャー患者の方が有意に高い結果であった。また、同じ方向で患者と向き合い続けると、その身体の方の被ばく線量が有意に高くなった。これらのことから、従事者の入射方向別による被ばく線量の大小関係は、患者との相対する向きが主要因となることがわかった。

今後の課題は、他の核種においても、本研究の結論が適用できるかを検証することである。また、従事者の正確な被ばく線量をするためには線量計の検討も必要である。

結 論

^{99m}Tc -Tetofosmin を使用した心臓核医学検査において、従事者の各入射方向の被ばく線量の大小関係は、患者と相対する方向が高くなり、長期間測定しても全てが均等とはならなかった。

1.5T-Zoom DWI の歪みと信号強度差の検討

—乳房模擬ファントムでの評価—

近藤 忠晴

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：奥田 逸子 客員教授)

はじめに

拡散強調画像 (diffusion weight image : DWI) は、MRI (magnetic resonance imaging : 核磁気共鳴画像法) 装置を使用し、生体内の水分子の拡散の速さと方向を画像化した撮像法であり、正常組織と病変部での水分子の移動によって生じる水素原子核の磁化ベクトルの位相のずれの違いを信号強度差として描出することが可能である。Zoom DWI は撮像領域 (field of view : FOV) や長方形 FOV (rectangular FOV : RFOV) を小さく設定 (Fig.1 b) し、目的臓器のみを撮像することで水素原子核の磁化ベクトルの位相分散を抑制し、歪みを抑えることを目的とした撮像法であり、目的臓器のみならず体幹全体を撮像する従来法 : Large FOV DWI (Fig.1a) と比較して画質改善が期待できる。3T 装置は高い信号雑音比 (signal-noise rate : SNR) を利用した高分解能撮像に優れる反面、1.5T 装置よりも磁化率変動に鋭敏であり、歪みを生じやすい。このため

乳房領域の拡散強調画像の撮像には、従来装置よりも高い信号雑音比を有する 1.5T フルデジタル MRI 装置を使用することで 3T 装置では得られない安定した拡散強調画像を得ることができるのではないかと考える。

目 的

乳房模擬ファントムを使用して Zoom DWI と Large FOV DWI の歪み率と信号強度差を計測し、比較することで 1.5T-Zoom DWI の有用性を検討した。

方 法

- ・使用機器 : MRI 装置 : Philips 社製 Ingenia 1.5T Achieva 3T-TX
- ・使用ファントム : T2 強調画像で直径 60mm の球形ファントムに中性洗剤を充填し、乳房模擬ファントム (Fig.2) 内に設置した。
- ・評価方法 1 : 歪み率
撮像された球形ファントム像の中央部に関心領域を

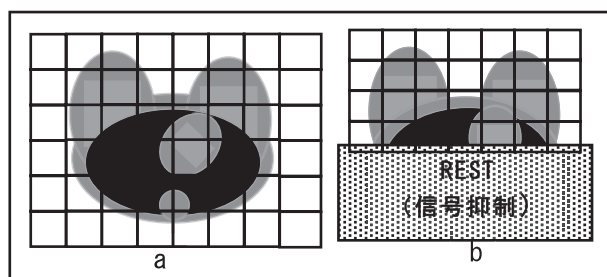


Fig.1 撮像法 (a: Large FOV DWI b: Zoom DWI)

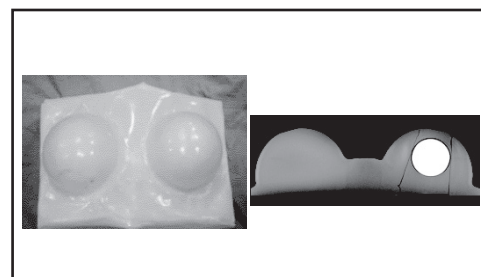


Fig.2 乳房模擬ファントム

設定し、得られたスライスプロファイルから半値幅を求めた。この半値幅と T2 強調画像の直径 60mm との割合を歪み率 (distortion rate : DR) とした。DR = 1 の場合を歪み無しとし、1 に近似するほど歪み率の評価が高いと判断した。

・評価方法 2 : 信号強度差

評価方法 1 で作成した球形ファントム像のスライスプロファイルの信号強度 (signal intensity : SI) の最小値 SI (min) と最大値 SI (max) から信号強度差 SI (max-min) を算出し、検討した。

・撮像実験 1 : 乳房模擬ファントムによる脂肪抑制 frequency offset の検討

拡散強調画像に必須の脂肪抑制パルスの帯域幅を設定する frequency offset を 127Hz, 140Hz, 160Hz, 180Hz と変更し、評価方法 1 ならびに評価方法 2 を用いて検討した。

・撮像実験 2 : 乳房模擬ファントムによる Large FOV DWI と 1.5T-Zoom DWI の比較

3T-Large FOV, 1.5T-Large FOV, 1.5T-Zoom SPAIR, 1.5T-Zoom IR (minimum), 1.5T-Zoom IR の 5 種類の撮像法を評価方法 1 ならびに評価方法 2 を用いて検討した。

結 果

1) 乳房模擬ファントムによる脂肪抑制 frequency

offset の検討 : 測定結果を下記する。

frequency offset : 180Hz の歪み率が 0.94 と変化を認めた。

2) 乳房模擬ファントムによる Large FOV DWI と

1.5T-Zoom DWI の比較 : 測定結果を下記する。

DR は 1.5T-Zoom IR (minimum) が 0.99, 信号強度差は 3T-Large FOV が 296.3 と良好だった。

考 察

1.5T の乳房拡散強調画像では、併用する脂肪抑制が周波数差選択抑制法の場合は共鳴周波数の周波数ずれによる水抑制が発生し、信号低下を招く。緩和時間非選択抑制法 (IR 法) の場合は信号低下が少なく、IR 法を用いて TE, TR (3000msec 以上), WFS に最小値を設定入力した 1.5T-Zoom DWI の画質評価は Large FOV DWI の画質評価よりも有意に高かった。高画質な 1.5T-Zoom DWI は腫瘍性病変の画像診断の精度を高める可能性を秘めている。

結 語

乳房模擬ファントムを使用して Zoom DWI と Large FOV DWI の歪み率と信号強度差を計測し、比較することで 1.5T-Zoom DWI は有用であった。

frequency offset	127Hz	140Hz	160Hz	180Hz
歪み率 (DR)	1.03	1.03	1.01	0.94
信号強度差	245.3	257.3	309.3	284.5

単位 : arbitrary units

撮像法	1.5T-Large FOV	1.5T-Zoom DWI SPAIR	1.5T-Zoom DWI IR	1.5T-Zoom DWI IR(minimum)	3T-Large FOV
歪み率 (DR)	0.90	0.86	0.96	0.99	0.92
信号強度差	176.9	238.4	177.3	282.3	296.3

単位 : arbitrary units

タングステンシートの遮蔽能力の基礎的検討

—表在性疾患における電子線治療—

高野 雄介

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：土屋 仁 客員教授)

はじめに

表在性疾患の治療法の1つに高エネルギー電子線治療が挙げられる。この際、電子線の照射野整形の遮蔽材には鉛が用いられている。鉛は低融点で柔らかく加工しやすいこと、比較的製錬が容易であることなどから広く利用されてきた。しかし、鉛はヘモグロビン合成を阻害し、中毒症状を引き起こす。さらに、EUにおいては基準値以上の鉛を含む電子、電気機器の上市ができないRoHS指令が施行されている。

臨床での診療放射線技師が鉛中毒を患う例は報告されていないが、鉛はこのような生物に対して毒性和蓄積性があるため、利用が避けられる傾向が強い。

そこで、鉛のような有害性の無い遮蔽材として、タングステンが挙げられる。タングステンによる遮蔽材は診断領域で用いられており、治療領域のエネルギーにも展開して、医療でも鉛を使用しないことが環境問題の点から考慮すると望ましい

目 的

表在性疾患での電子線治療の遮蔽材として、タングステンシートが鉛に代用できないか検討する。

方 法

5MeV電子線を用いて、表面線量(Surface Dose Measurement)、深部電離量百分率(PDI: Percentage

Depth Ionization)、軸外線量比(OCR: Off Center Ratio)を測定した。照射野整形の遮蔽材として純鉛板、タングステンシートを使用して、遮蔽材をツープスに設置、ファントム表面に設置した場合において測定した。

・表面線量(Surface Dose Measurement)

電離箱をファントム表面に設置し、照射野全体を遮蔽材で覆い、遮蔽材の厚さを1mmずつ厚くしていきながら測定した。

・深部電離量百分率(PDI: Percentage Depth Ionization)

各深さにおける線量と最大線量の相対線量を表す。照射野全体を遮蔽材で覆い、遮蔽材の厚さを1mmずつ厚くしていきながら測定した。電離箱の設置箇所は、ファントム表面から30mm深にて測定した。

・軸外線量比(OCR: Off Center Ratio)

照射野周辺と照射野中心の線量比を表す。10cm×10cmの照射野を10cm×4cmに遮蔽時で整形し、遮蔽材の厚さを1mmずつ厚くしていきながら測定した。電離箱の設置箇所は、照射野中心の校正深とし、cross-plane方向に中心から±11mmの範囲まで測定した。

結 果

・表面線量

表面線量を測定した結果、鉛、タングステンシートともに2mm厚で d_{\max} の5%以下となった。ツープスに遮蔽材を設置した場合の遮蔽率は鉛が2mm厚で1.76%、タングステンシートが2mm厚で0.71%となった。ファ

ントム表面に遮蔽材を設置した場合、鉛が 2mm 厚で 3.10%、タングステンシートが 2mm 厚で 1.70% となった。

・PDI

PDI を測定した結果、ツープスに鉛を設置した場合の遮蔽率は鉛が 1mm 厚-1.5cm 深で 1.09%、2mm 厚-0mm 深で 0.89% となった。ツープスにタングステンシートを設置した場合の遮蔽率は 1mm 厚-1.0cm 深で 3.99%、2mm 厚-0cm 深で 0.47% となった。ファントム表面に鉛を設置した場合、1mm 厚-1.5cm 深で 1.47%、2mm 厚-0mm 深で 2.06% となった。ファントム表面にタングステンシートを設置した場合、1mm 厚-1.0cm 深で 3.92%、2mm 厚-0mm 深で 1.24% となった。

・OCR

ツープスに遮蔽材を設置した場合の遮蔽率は鉛が 1mm 厚で 8.25%、2mm 厚で 40.29%、タングステンシートが 1mm 厚で 8.23%、2mm 厚で 39.41% となった。ファントム表面に遮蔽材を設置した場合の遮蔽率は鉛が 1mm 厚で 45.13%、2mm 厚で 40.14%、タングステンシートが 1mm 厚で 44.63%、2mm 厚で 40.45% となった。

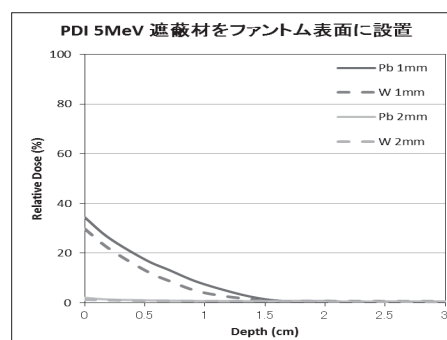
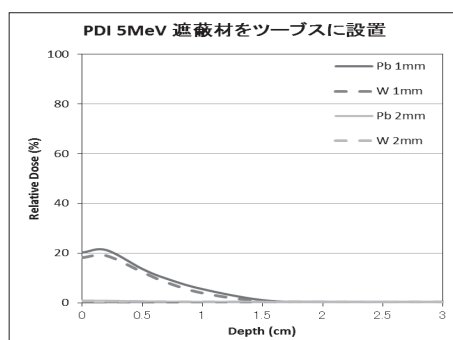
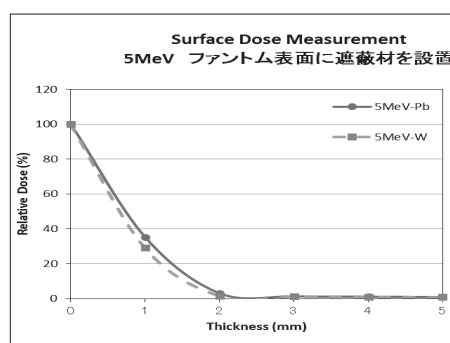
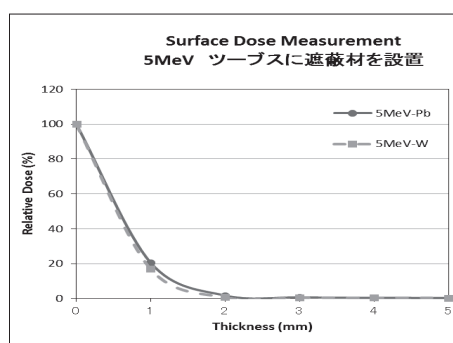
考 察

タングステンシートは鉛よりも低原子番号で比重が

大きいことが長所である。これにより、タングステンシートは純鉛板と同等の遮蔽率を示したと考えられる。電子線の線量分布は X 線と異なる特徴がある。その要因として制動放射、後方散乱、回折が挙げられる。制動放射、後方散乱ともに原子番号に依存して大きくなる。回折は遮蔽側に深部線量が入り込む分布を示すことである。一般的に、電子線の遮蔽では高原子番号の遮蔽材のみを用いると制動放射の影響により深部線量が増加してしまうため、低原子番号の物質で電子線のエネルギーを落としてから高原子番号の物質での遮蔽が推奨されている。先行研究では、これを解決するためにタングステンに歯科用アクリルコーティングを施行した場合や、タングステンにアルミニウム合金を組み合わせで使用している。いずれの場合も手技が複雑であり、単体で使えるタングステンシートは有用であると考えられる。人体や環境への影響を考慮すると、電子線治療の遮蔽材として鉛よりもタングステンが用いられるべきである。

結 論

表在性疾患での電子線治療の遮蔽材として、タングステンシートが鉛に代用できることを知りえた。



マンモグラフィにおける微細石灰化病変の カテゴリー 3 の亜分類の有用性に関する検討

田中 宏

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：土屋 仁 客員教授)

はじめに

2007 年にがん対策推進基本計画が閣議決定され、乳がん検診については 50% の受診率を目標とされたが、2010 年における全国 40 歳以上で女性の乳癌検診受診率は 24.3% にすぎない。総務省統計局によれば、2011 年 10 月 1 日現在で 40 歳以上の女性の数は約 3,890 万人であり、50% が受診したとすると約 1,950 万人が検診を受診することになる。一方、腫瘍を伴わないカテゴリー 3 以上の微細石灰化病変の発見頻度は 0.64% という報告があるので、約 12 万 5 千人が微細石灰化病変のために精密検査機関（以下：精検機関）を訪れることになる。また、微細石灰化病変が発見された場合には、マンモトーム生検（以下：MMT）などの組織学的検索が必要となる。この検査には特殊な機材や技術が必要とされ、受けることができる精検機関は限られている。また、腫瘍を伴わない微細石灰化病変におけるカテゴリー 3 の症例の多くは良性病変であり、その全てについて生検を行うことは、精検機関や受診者に負担をかけることおよび医療経済的にも大きな問題があり、可能な限り精密検査の頻度を低下させる方法が求められている。

目 的

今回、生検の頻度の低下を追究する目的で、微細石灰化病変におけるカテゴリー 3 を良性の可能性が高い

3-1 と悪性の可能性が高い 3-2 に亜分類する判定基準の有用性について検討を行った。

材料と方法

1 対象

2003 年から 2004 年の 2 年間に検診機関および一般医療施設から県立がんセンターに精密検査を目的に紹介され、MMG を撮影された 6,180 例の女性のうちで腫瘍を伴わない微細石灰化のみを所見とし、カテゴリー 3 以上と判定された 196 例を対象とした。

2 読影機材

- 1) 撮影装置：GE Senographe 2000D, GE Senographe DS
- 2) 観察装置：GE レビューワークステーション（RWS）
- 3) 書込装置：KODAK DRY VIEW8610, FujiFilm Drypix7000
- 4) フィルム：Fuji film メディカル社製 DI-ML

3 読影方法

1) 通常のカテゴリー判定

MMG の読影は施設の読影運用マニュアルに従い、日本乳癌検診精度管理中央機構（以下：精中機構）の認定を取得した診療放射線技師 1 名が一次読影、同認定を取得した医師 1 名が二次読影を行い、最終画像診断は二次読影の医師の判定を選択した。判定には精中機構のマンモグラフィガイドラインのカテゴリー分類を用いた。読影方法はハードコピーフィルムにて行

い、微細石灰化における形状、分布については1.8倍の拡大撮影を用いた。

2) カテゴリー3の亜分類判定

カテゴリー3について良性の可能性が高い3-1と悪性の可能性が高い3-2に亜分類した。この亜分類は微小円形石灰化と淡く不明瞭の石灰化の有無に基づいて決定した。

3) 悪性と悪性未検出の判定

悪性については病理診断に基づいて判定を行った。悪性未検出については、初回のMMG撮影時から2年以上経過観察を行い、MMGにおいて微細石灰化の形状・分布・数に変化を認めなかった症例とした。

結 果

1 カテゴリー3以上と判定された196例の内訳

カテゴリー5は53例、カテゴリー4は50例、カテゴリー3は93例であった。組織学的に悪性であった症例は、カテゴリー5は50例(94.3%)、カテゴリー4は37例(74.0%)、カテゴリー3は16例(17.2%)であった。

2 カテゴリー3における亜分類の検討

1) カテゴリー3とされるものは、微小円形・集簇(多数の石灰化が局限して存在する)27例、微小円形・区域性5例、淡く不明瞭・集簇61例で、多形性・びまん性を示す症例はなかった。その悪性割合は微小円形・集簇27例中2例、微小円形・区域性5例中0例であり、微小円形では集簇性、区域性を合わせ32例中2例(6.3%)に悪性がみられた。

淡く不明瞭・集簇61例中14例(22.9%)で、微小円形群と淡く不明瞭群の間で悪性の割合に差が見られた。

2) そこで微小円形石灰化の群を3-1(癌の可能性が低い)、淡く不明瞭の微細石灰化の群を3-2(癌の可能性が高い)と亜分類し、有意差検定を行ったところ、悪性の頻度は3-1群で6.3%、3-2群で22.9%、有意水準0.05にて p 値=0.0018となり、有意に3-1群における癌の頻度が少なかった。

考 察

今回、要生検者数の減少を目的としてカテゴリー3の症例の微細石灰化所見と発見癌の頻度の関係について臨床病理学的に検討を行った。微小円形の石灰化を有する症例群(カテゴリー3-1)の方が淡く不明瞭の石灰化を有する群(カテゴリー3-2)よりも有意に癌の発見頻度が低いことが明らかになった。カテゴリー3のうち、3-1の頻度は34.4%、3-2は65.6%であり、約1/3のリスクの低い群を抽出することが可能であることが示唆された。

結 論

MMGにおいて腫瘤を伴わない微細石灰化病変でカテゴリー3のうち良性の可能性が高い症例を3-1、悪性の可能性が高い症例を3-2とした場合に、微小円形石灰化をカテゴリー3-1、淡く不明瞭の微細石灰化をカテゴリー3-2に分類することは可能であると思われる。

^{18}F -FDG PET における定量解析法の改良

—BMI が SUV に及ぼす影響改善の試み—

中村 智典

医療科学研究科 医療科学専攻

(指導教員：安田 鋭介教授)

はじめに

PET の定量解析には Standardized Uptake Value (SUV) と呼ばれる半定量的指標が広く用いられてきた。しかし、SUV は患者の体格、血糖値や腎機能など患者側の要因と検査装置の違いや収集条件など装置側の条件によって左右される定量指標であり、異なる患者間での比較・検討には適さない。そのため患者側の要因である体格を正規化する方法として除脂肪体重 (Lean Body Mass : LBM) や体表面積 (Body Surface Area : BSA) などが提案されているが、まだ確立したものは無い。一方、核医学における定量解析法の一つに Target to Background Ratio (TBR) がある。これは基準となる部位 (Background) を定め、これと目標とする部位 (Target or Tumor) の比を算出するもので、この TBR を SUV による指標に加えることで、体格による影響を改善できる可能性があると考えた。

目 的

^{18}F -FDG PET における FDG の体内分布を半定量的に表す SUV が、被検者の体重で変動するため、体格による影響を受けにくい部位を検索し、この部位を用いた定量性の向上を試みた。

方 法

対象は所沢 PET 画像診断クリニックにて 2013 年

10 月から 2014 年 1 月に ^{18}F -FDG PET 検診受診者 352 例のうち、本研究に同意を得て血液生化学検査が全て基準値以内で、且つ PET/CT 画像が正常所見とされた 55 例である。前処置は ^{18}F -FDG 投与前 6 時間以上の絶食とし、検査開始直前に排尿を行わせた。 ^{18}F -FDG 投与量は体重 1Kg あたり 3.7MBq が基本で、対象 55 例の投与量は 162 ~ 374MBq の範囲であった。また、 ^{18}F -FDG 投与から PET 撮影開始までの待機時間は 50 ~ 64 分の範囲であった。PET の収集条件は 1 ベッドあたり 90 秒とし、画像再構成は逐次近似法を用いた。検討項目は、1) SUV と BMI との相関性 対象の FDG 体内分布を用いて、「大動脈弓」、「肝臓」、「大腰筋 (左右)」、「臀筋 (左右)」の 6 箇所球形の関心領域 (Volume Of Interest : VOI) を設定し、それぞれの SUV と BMI との相関性をみることで、体格の違いが SUV に及ぼす影響の少ない部位を検討した。2) SUV 定量性改善の試み 6 箇所の SUV を用いて、「肝臓」を目標の SUV 測定部位 (Target) と見立て、「大動脈弓」、「大腰筋」、「臀筋」をそれぞれ Background とする TBR を求め、TBR と BMI 間の相関性をみることで、BMI の影響を検討した。なお、1)、2) の「大腰筋」、「臀筋」は左右の平均を用いた。3) BMI の違いによる SUV と TBR の変動 標準的な BMI を示した症例の BMI が $\pm 10\%$ 変動した場合を想定し、1) で得た「肝臓」と「臀筋 (左右)」の回帰式を用いて各々の SUV を算出した。次に 2) を想定した TBR を

求めて、各々の SUV と TBR の変動を比較した。

結 果

1) 大動脈弓と肝臓の SUV は、BMI の増加に伴い上昇した。SUV と BMI の相関係数は、大動脈弓 $r = 0.599$ 、肝臓 $r = 0.611$ 、大腰筋 $r = 0.432$ 、臀筋 $r = 0.422$ で、4 箇所いずれの部位も正の相関性を認めたが、臀筋の相関が最も弱かった。回帰係数をみると、大動脈弓 0.054、肝臓 0.062、大腰筋 0.014、臀筋 0.010 であった。SUV に対する BMI の影響は、大動脈弓と肝臓は BMI の増加に伴って影響を大きく受けたが、大腰筋と臀筋への影響は少なかった。なお、大腰筋と臀筋の SUV (mean \pm S.D.) は、大腰筋 0.659 ± 0.107 、臀筋 0.591 ± 0.074 であり、変動係数をみると、大腰筋 0.162、臀筋 0.125 で、臀筋の変動は大腰筋より少なかった。

2) BMI の変動が SUV に与える影響の少ない「大腰筋」と「臀筋」を TBR の Background 部位に設定し、「肝臓」を SUV 測定の目標部位 (Target) に見立てた場合、TBR と BMI 間の相関性は、大腰筋では認められず、臀筋は弱い相関 ($r = 0.249$) であった。また、回帰係数は両者とも「0」に極めて近かった (大腰筋 0.029、臀筋 0.039)。

3) BMI $\pm 10\%$ の違いを想定した SUV と TBR の変動率をみると、「肝臓」の SUV が $\pm 6.04\%$ に対して、「肝臓」を Target、「臀筋」を Background と設定した TBR の変動率は BMI-10% が 2.25%、+10% が 2.08% であり、TBR の変動率は SUV に比べて低減していた。

考 察

SUV は BMI の影響を受け、大動脈弓、肝臓に比較して大腰筋、臀筋はその影響が小さく SUV は比較的安定した値を示した。これは、大動脈弓が血管に富む肝臓の血中放射能濃度とほぼ同様に推移するのに対して、大腰筋や臀筋の血流量は前者に比べて低く、血中放射能濃度の多寡がその要因と考えられた。これに対して TBR 法は、Target の SUV を Background の SUV で除算することで「投与量/体重」という体格に関する変動要因が相殺され、これにより体格の影響が低減した。SUV の半定量指標に TBR を加えるにあって、Background 部位の設定には BMI の影響と SUV の変動が少なく、実際の VOI 設定が容易な臀筋が適すると思われた。

次に、BMI $\pm 10\%$ の違いを想定した SUV と TBR の変動率をみると、肝臓の SUV は $\pm 6.0\%$ に対して、肝臓を Target、臀筋を Background に設定した TBR は $\pm 2.0\%$ 程度と低く、TBR の変動率は SUV に比べて低減することが確認でき、 ^{18}F -FDG PET における SUV 定量性の改善には TBR の参照が有用と思われた。

結 論

^{18}F -FDG PET における FDG の体内分布のうち、BMI の影響を受けにくい部位は、大腰筋と臀筋であったが、その変動は臀筋が少なかった。また、臀筋の SUV を Background に設定した TBR を参照することで、 ^{18}F -FDG PET における SUV 定量性の向上が示唆された。