

一般研究発表

演題番号 1

核医学検査に関する業務拡大の初期評価

秋田厚生医療センター 放射線科

○齊藤 仁 小玉 洋子 吉田 恭平 佐藤 正衛 田口 優輔 西智 弘

【背景】

2021年5月に診療放射線技師法が改正され、核医学検査に関する業務拡大行為として、静脈路確保（穿刺）、放射性医薬品の投与および抜針と止血の行為が認められた。全国的にも業務拡大を行う施設が増加しており、2022年から2024年で穿刺は2%から11%に、放射性医薬品の投与は10%から17%に増加した。当院では、今年2月より各研修を終えた診療放射線技師（技師）が、穿刺、投与および抜針の一連を行うようにタスクシフトを開始した。

【目的】

今回、タスクシフトを開始してからの実施数およびトラブル、インシデント等の初期評価を行った。

【方法】

技師は、告示研修、および院内の医療安全委員会の研修を終えた6名のうち、プリセプター看護師のもと一連行為を開始した3名を対象とした。検査は2025年2月から2025年6月までの期間で行われた核医学検査223件のうち3名が担当した172件を対象とした。

【結果】

172件のうち血管が見えない等で最初から看護師が穿刺した件数は13件、MRI等で血管確保済みは、20件であった。そのため技師が実際に行った件数は139件であった。そのうち穿刺できたのは87.05%（121件）、穿刺したが逆血確認できず、再度看護師が穿刺を行ったのは12.95%（18件）であった。また、トラブルとなる動脈穿刺および神経損傷疑いは、0件であった。しかし、穿刺時逆血良好で投与したが血管外漏出疑いが0.72%（1件）であった。

【考察】

業務拡大についての初期評価を行い、血管外漏出については、造影CT検査後に同側に穿刺した場合に起こりやすいとの報告がある。しかし、今回の事例は該当せずはっきりとした原因はわからなかった。 ^{99m}Tc 、 ^{123}I 、 ^{67}Ga などの核種は、血管外漏出後に何らかの症状を呈した症例は報告されていないが、 ^{201}Tl や ^{131}I は、障害が出る可能性があるため注意が必要である。業務拡大について初期評価を行い、穿刺については8割強の成功率で行うことが出来た。また、大きなトラブルも無く技師の業務拡大が出来ていると思われた。

演題番号 2

読影レポートにおける大規模言語モデルの活用

*1 弘前大学 医学部保健学科 放射線技術専攻

*2 弘前大学大学院 保健学研究科 放射線技術科学領域

*3 日本メジフィジックス株式会社

*4 金沢大学 核医学

○松田 彩里*1 奥田 光一*2 森 竜太郎*2 成田 篤*3 中嶋 憲一*4

【背景】

近年、大規模言語モデル(以下 LLM)を医療分野で扱うことへの期待が高まっている。臨床現場での問題解決を支援するために、LLM を活用した臨床的な意思決定支援に着目し、検証した。

【目的】

LLM を使用し、読影レポートを5段階に分類させ、判断理由を回答させた。そして回答の特徴を分析することで、分類の一貫性と曖昧な表現が結果に与える影響を精査することを目的とした。

【方法】

読影レポート(心筋 SPECT 画像の読影レポート 100 症例)を LLM(gpt-4o-mini)を用いて分類し、その判定理由を出力させた。それぞれ各5回質問を繰り返した。回答の揺らぎのパラメータである temperature は初期値(1.0)と0.2とした。レポートを心筋血流低下(タスク1)、心筋虚血(タスク2)、そして心筋梗塞(タスク3)の観点から分類させ、その程度は、ない(スコア0)、おそらくない(1)、判定不良(2)、おそらくある(3)、ある(4)の5段階とした。100のレポートに対して、5回の分類結果がすべて一致したレポート数の割合を一致率とした。

【結果】

LLM の出力結果には揺らぎがあるため、同じ質問を入力しても回答が異なる場合があった。一致率は temperature が初期値の場合、タスク1で83%、タスク2で87%、タスク3で70%であった。temperature を0.2に変更すると、タスク1で98%、タスク2で93%、タスク3で87%となり、一致率が改善された。また、LLM は「明らかな～がない」や「～の可能性はある」など曖昧な表現が読影レポートに含まれている場合に判定理由に揺らぎが生じ、判定不良の分類結果となることが観察された。

【結論】

読影レポートを LLM によって分類させることは可能であるが、より回答の一貫性を持たせるためには、temperature を低く設定する必要がある。また、レポートでの曖昧な表現は、分類結果の再現性に影響を与える可能性が示唆された。

演題番号 3

放射性ヨウ素内用療法における空間線量変化からの退室時刻推定

*1 弘前大学大学院 保健学研究科

*2 弘前大学医学部附属病院

*3 東北大学マイクロシステム融合研究開発センター

*4 弘前大学大学院 理工学研究科

○細川 翔太*1 富澤 登志子*1 因 直也*1 吉田 茉莉恵*1 三上 咲希*2 古屋 泰文*3
丹波 澄雄*4 小山内 暢*1 青木 昌彦*2

【本文】

放射性ヨウ素内用療法を受ける被検者は、公衆および介護者の被ばくを低減するため、退出基準を満たすまで入院が必要となる。当院では、RI 内服後 2 日目の午後に、患者から 1 m 地点における線量を測定し、 $30 \mu\text{Sv/h}$ の基準を満たさない場合には、翌日以降、午前・午後に繰り返し測定を行っている。こうした運用においては、退室時刻が不明確であることや、繰り返し測定に伴う患者の身体的・精神的負担、診療放射線技師の被ばく、ならびに看護師によるスケジュール管理の煩雑さが課題となっている。本研究の目的は、内服後の数時間にわたる空間線量の推移から、退室可能時刻を早期に予測できるかを検討することである。対象は 15 名（平均年齢 61.2 歳、標準偏差 13.5 歳）の患者であり、投与量は 3,700 MBq が 5 名、5,550 MBq が 10 名であった。治療病室内の壁面に、寝台から 3 m、床上 2 m の位置に個人線量計 D シャトル（千代田テクノル社製）を設置し、1 時間ごとに線量を記録した。患者から 1 m の距離における電離箱線量計による周辺線量当量測定は当院の業務手順に従って行われた。D シャトルで得られた線量率 D_x を、電離箱線量計による測定値 D_y に変換するため、両者の対応関係を測定データに基づいて近似した結果、 $D_y = 0.927 \times D_x - 15.75$ （決定係数 $R^2 = 0.757$ ）という補正式を得た。この式を用いて D シャトルの測定値を補正した。最大線量率を示した入室時刻を基準とし、 $30 \mu\text{Sv/h}$ に到達するまでの線量率の変化を指数関数で近似したところ、全患者を対象とした近似の決定係数は 0.55、推定された退室時刻と実際に $30 \mu\text{Sv/h}$ を下回った時刻との差の平均絶対誤差（MAE）は 14.7 時間であった。一方、各患者の初期データのみを用いて個別に指数近似を行った場合、内服からの経過時間が $4 \cdot 6 \cdot 12$ 時間分のデータ使用時において、それぞれ MAE は 12.4、6.98、6.54 時間であった。この結果は、患者ごとの測定データを用いて予測を行う必要性を示唆している。ただし、求められる予測精度を踏まえると、さらなる要因の考慮が必要と考えられる。

【倫理承認】

本研究を含めたテーマ（RI 内用療法患者でのミリ波レーダーによる非接触モニタリングシステムの実用性の検証）にて弘前大学医学研究科倫理委員会の承認を得ている。（承認番号：2024-126）

演題番号 4

タブレットによる減衰計算ワークフローの効率化

一般財団法人脳神経疾患研究所附属総合南東北病院 診療放射線科

○新田 和樹

【背景・目的】

当院の核医学検査では投与量算出のため減衰計算を Excel で行っているが、計算用 PC が固定式デスクトップであるため、入力のたびに移動が必要だった入力作業の簡素化と移動時間を短縮し業務効率を向上させる目的で、検査室内の iPad mini 上で稼働する減衰計算アプリを自作した。

【方法】

Swift Playgrounds を用いて iPad 向け iOS アプリを開発した。半減期テーブルを SQLite に格納し、核種・投与量・経過時間の入力から残存放射能をリアルタイム表示する。完成後、TestFlight により院内評価を実施し、Apple App Store を経由して検査室の iPad mini に配信した。

【結果】

タブレットでの運用により、検査室内で即時に減衰計算が可能となった。移動時間の削減と入力手順の簡素化により、業務効率が向上したと考えられる。

【結論】

減衰計算のプラットフォームをデスクトップ PC からタブレットに移行することで、作業動線の短縮と入力作業の簡素化を達成し、核医学検査室の日常業務を効率化できた。

演題番号 5

放射性医薬品の注文締切日時変更に伴う福島県内施設の対応についての アンケート調査報告

星総合病院
○続橋 順市

【背景】2025年6月に日本アイソトープ協会および各製薬メーカーより、昨今の様々な要因による一部製剤の注文締切日時の変更の通達が発せられた。そのため、各核医学検査装置保有施設においては、2026年1月までに核医学検査の予約方法や放射性医薬品の発注方法等の検討を余儀なくされることとなった。

【目的】福島県内の核医学検査装置保有施設13施設において、注文締切日時の変更に伴う対応内容を共有する事を目的とする。

【方法】福島県内の核医学検査装置保有施設13施設において、放射性医薬品の注文締切日時変更に伴う各施設での対応について、アンケート調査を行った。アンケート内容は以下の通りである。

- | | |
|---|---|
| 1,現在の検査予約方法. | 9,対応内容 について (複数回答可) . |
| 2,現在の薬剤発注方法. | 10,締切日時変更に伴う不安点について. |
| 3,現在の主な使用薬剤. | 11,締切日時変更に伴ってメリットと考えられる点. |
| 4,現在の主な薬剤発注者およびキャンセル者 | 12,締切日時変更に伴う放射性医薬品のキャンセル運用. |
| 5,現在の薬剤発注日. | 13,放射性医薬品のキャンセル理由で患者状態悪化・災害や気候以外に考えられるもの. |
| 6,薬剤受注締切日時変更について | 14,患者都合による放射性医薬品のキャンセル時の費用請求. |
| 7,薬剤受注締切日時変更により影響を受けると予想されるもの (複数回答可) . | 15,その他疑問や質問. |
| 8,薬剤受注締切日時変更に対する対応. | |

なお、アンケート調査においては当院の倫理委員会において承認 (R7-21) を得ている。

【結果】検査予約方法の背景において詳細は当日に提示するが、薬剤受注締切日時変更において多少の影響を受けると予想される施設が多く、検査締切日時や薬剤の発注およびキャンセルに影響を及ぼすとの回答が多かった。薬剤受注締切日時変更に伴う対応については、今後対応予定の施設が多く、内容は検査締切日時の変更や院内周知が多かった。不安点についてはキャンセル・緊急時や連休時の対応が挙げられた。キャンセルの運用については、多くの施設で従来の運用と変更なしとの回答であった。また患者都合によるキャンセルについては、多くの施設で患者請求はしていなかった。締切日変更に伴う意見としては、検査予約状況が早めに把握できるため人員配置の融通が利きやすくなる等挙げられているが、PET 製剤は今まで通り前日までであり締切日を変更するか検討中であるとしている。

演題番号 6

投影数の違いによる心筋 SPECT 画像の画質に及ぼす影響

*1 弘前大学 医学部保健学科

*2 弘前大学大学院 保健学研究科

○丑越 裕一朗^{*1} 奥田 光一^{*2} 佐々木 洸輔^{*2} 薦田 大成^{*2}

森 竜太郎^{*2} 細川 翔太^{*2} 高橋 康幸^{*2}

【目的】

強化学習は報酬が最大化するような、行動を最適化する人工知能の手法の一つであり、心筋血流 SPECT 検査における投影数の最適化に応用できる可能性がある。本研究では、心筋血流 SPECT における妥当な投影数を探索するための基礎検討を実施した。投影数を変化させた時の画質への影響を評価することを目的とする。

【方法】

シミュレーションにより作成されたチャンネル数 128、投影数 360 のサイノグラムを用いて検討を行った。360 方向の投影データを投影数 60, 45, 36 としてグループ化し、それぞれの投影数から画像再構成した。またバターワースフィルタのカットオフ周波数を 0.1, 0.2, 0.3 cycles/cm とし、画像全体および心筋部のみのシミュレーションデータと再構成画像間の平均二乗誤差(mean squared error : MSE)とピーク信号対雑音比(peak signal to noise ratio : PSNR)を算出し、投影数との関係を評価した。

【結果】

投影数を 60 から 45, 36 に減少することで、画像全体の MSE はそれぞれ 8%, 27% 上昇し、心筋部の MSE はそれぞれ 4%, 15% 上昇した、同様に画像全体の PSNR はそれぞれ 2%, 5% 減少し、心筋部の PSNR は 2%, 8% 減少した。画像全体を対象とした場合、最適なカットオフ周波数は 0.2 cycles/cm であり、心筋部のみでは 0.1 cycles/cm であった。

【結論】

心筋 SPECT において投影数による再構成画像に対する影響を評価することができた。臨床現場では投影数 60 で SPECT データが取得されているが、強化学習を用いることによって投影数 45 や 36 等での適応は可能であるか今後検討を行う予定である。

演題番号 7

心筋 SPECT における心外集積によるアーチファクトの再現

*1 弘前大学医学部 保健学科

*2 弘前大学大学院 保健学研究科

*3 日本メジフィジックス株式会社

○坂本 優太郎*1 奥田 光一*2 佐々木 洸輔*2 薦田 大成*2

森 竜太郎*2 細川 翔太*2 成田 篤*3 高橋 康幸*2

【目的】

心筋 SPECT 検査における心外集積，特に肝臓への高集積によるアーチファクトは，下後壁に偽欠損が生じること，肝臓の集積が心筋部に重なることがあるため，心筋血流評価の精度を低下させる要因となる．我々の研究の最終目標は人工知能により心外集積によるアーチファクトを検出することであるが，学習用データとして心外集積によるアーチファクトが生じた心筋 SPECT 画像の枚数が十分ではなく，その準備には至っていない．そこで本研究では，臨床画像に対して画像処理を行い，心外集積によるアーチファクトを再現することを目的とした．

【方法】

心筋 SPECT の短軸断層像（64×64 マトリクス，ピクセルサイズ 6.4 mm）に対して，画像処理ソフトウェア ImageJ を用いて肝臓と同程度のサイズの心外集積部を作成した．心外集積部の画素値は，心筋部の最大画素値を 100%とした時の 100%，75%，50%と変化させた．また，心外集積部は，心筋部との隣接部から 2 ピクセルまで離れる方向に 1 ピクセルごとに変化させた．画像処理を行った短軸断層像を心筋血流解析ソフトウェア QPS にて解析し，polar map 上で心外集積によるアーチファクトの有無を確認した．

【結果】

心外集積部の画素値が 50%の場合，心筋部との距離にかかわらず polar map 上で心外集積によるアーチファクトは見られなかった．心外集積部の画素値が 75%の場合，心筋との距離が 2 ピクセル離れると心外集積によるアーチファクトは見られなかったが，心筋部と隣接，1 ピクセルの距離では polar map 上で心外集積によるアーチファクトが認められた．心外集積部の画素値が 100%の場合も心筋部との距離が 2 ピクセル離れた時のみ心外集積によるアーチファクトが見られなかった．

【結論】

心筋 SPECT の短軸断層像に対して，画像処理により擬似的に心外集積部を作成することで，心外集積によるアーチファクトのある画像の作成が可能であることが示された．また，心外集積部の画素値，心筋部との位置関係を変化させることでアーチファクトの現れ方も変化することが明らかとなった．今後は心外集積部のサイズ，位置，画素値を変更することで様々なアーチファクトを有する画像を作成し，学習用データとして用いられるか検討予定である．

演題番号 8

コリメータの違いによるファントム心臓縦隔比の解析精度

*1 弘前大学大学院 保健学研究科 放射線技術科学領域

*2 弘前大学 医学部保健学科 放射線技術科学専攻

○新垣 康平*1 奥田 光一*1 棟方 勇成*2 丑越 裕一郎*2 坂本 優太郎*2 佐々木 洸輔*1

【目的】

心筋交感神経シンチグラフィにおける心臓縦隔比(HMR)は心臓の交感神経機能を定性的に評価するための指標である。コリメータ性能の違いにより HMR は変動するため、専用ファントムを撮像することで HMR の校正を行なっている。本研究では、ファントムのプレーナー画像専用の解析ソフトウェアを使用し、術者 2 名によるコリメータ毎の HMR を計測した。

【方法】

低エネルギー(n=56)、低中エネルギー(n=52)、中エネルギーコリメータ(n=36)にて撮像された 144 枚のファントム画像を用いた。解析ソフトウェアは自動で関心領域を設定可能であるが、必要に応じて手動での関心領域の修正を行った。2 名の術者はそれぞれのコリメータ群での HMR を計測し、対応のある t 検定を用いて術者間の測定値を評価した。また、術者間の解析方法の一致/不一致した数をコリメータ群ごとに集計した。

【結果】

それぞれのコリメータ群での HMR は 2 名の術者間で有意な差を示さなかった(低エネルギー: 1.787 vs. 1.786、低中エネルギー: 2.110 vs. 2.113、中エネルギー: 2.135 vs. 2.131(それぞれ p=n.s.))。術者間の解析方法の一致/不一致数は低エネルギー、低中エネルギー、中エネルギーコリメータにおいて、それぞれ 24/32、32/20、28/8 であった($\chi^2=11.7$ 、 $p=0.003$)。低中・中エネルギーコリメータに変更することで画質が改善され、解析方法の一致数の上昇が認められた。

【結論】

解析ソフトウェアを用いた HMR の計測においてコリメータごと特有の HMR が算出された。また、HMR に術者差は認められなかった。画質の向上により解析方法の一致率が向上したことから、コリメータの選択が解析の再現性に影響を与えることが示唆された。

演題番号 9

Anger 型ガンマカメラで算出された心筋血流予備能の臨床的有用性

白河厚生総合病院 放射線科

○小室 敦司 慶野 龍樹 遠藤 里佳 丹野 美佳 舟木 一夫

【目的】

^{99m}Tc 製剤を用いた負荷心筋血流 SPECT 検査は相対分布評価であり、多枝病変例や微小循環障害例において過小評価する可能性が指摘されている。そこで Anger 型ガンマカメラを用いて心筋摂取率測定法および投与量法から算出された心筋血流予備能 (Myocardial Flow Reserve 以下 MFR) の臨床的有用性を検討した。

【方法】

心筋摂取率測定法 (Myocardial Uptake Ratio 以下 MUR) は、安静およびアデノシン負荷時に ^{99m}Tc -MIBI を定速静注にて胸部 Dynamic を取得し、大動脈弓部に ROI を囲み AUC を求め (RAUC、SAUC)、各 SPECT/CT は 45 分後から撮像を行い、ブルズアイ (RB、SB) から有効半減期補正した RB にて SB を減算し、真の負荷時ブルズアイ (TSBe) を作成。 $(\text{TSBe}/\text{SAUC}) / (\text{RB}/\text{RAUC})$ より AUC-based MFR index を求めた。投与量法 (Dose) は安静およびアデノシン負荷投与前後の放射能を測定し補正した RD、SD と物理学的半減期で補正・減算した TSBp から $(\text{TSBp}/\text{SD}) / (\text{RB}/\text{RD})$ より DOSE-based MFR index を求めた。

【対象】

正常群は 29 名、IHD 群は待機的 PCI 前の安定虚血性心疾患症例 22 名、HF 群は冠動脈に有意狭窄のない 9 名とした。

【結果】

正常群における AUC-based MFR index、DOSE-based MFR index は 1.63 ± 0.30 、 1.18 ± 0.14 、IHD 群は 1.33 ± 0.21 、 1.07 ± 0.19 、HF 群は 1.11 ± 0.12 、 0.99 ± 0.06 となった。また ROC 解析における AUC は IHD 群で 0.796、0.755、HF 群で 0.969、0.908 となった。

【結論】

Anger 型ガンマカメラで算出された MFR は多枝病変例や微小循環障害例において有用性が示唆された。

演題番号 10

画像再構成法の違いが PET 装置感度の経年変化モニタリングに与える影響

東北大学先端量子ビーム科学研究センター 短寿命 RI 研究部門 核医学研究部

○菊地 飛鳥

【目的】

PET 装置は使用年数とともにその性能が低下し、特に、感度の劣化が空間分解能をはじめとするほかの性能と比較して観測されやすい。PET 装置の感度劣化のモニタリングにクロスキャリブレーションファクタ (CCF) を測定する際のデータを活用した報告がいくつかなされている。これらの報告で CCF 算出用の PET 画像から経年変化を捉えることができるとされているが、PET 画像の画質が感度の経年変化に及ぼす影響を検討したものはまだない。本研究では CCF 測定データから、PET 画像ベースの経年変化を求める際に画像再構成法の違いが与える影響を評価する。

【方法】

2020 年 1 月 1 日から 2024 年 12 月 31 日までに撮像した CCF 測定データを使用した。CCF 撮像条件は、直径 15cm、長さ 30cm の円柱ファントムに放射能濃度 37.0MBq の F-18 を封入し、収集モードは 3D モードで 10 分間の撮像となっている。CCF 測定に合わせてノーマライズスキャンも実施した。減衰補正および計数損失補正を行い、画像再構成時に散乱補正および減弱補正を行った。CCF を算出する目的の撮像のため、得られる PET 画像は CCF の補正はされていない。画像再構成法は Filtered Back Projection (FBP) 法及び Ordered Subset Expectation Maximization (OSEM) 法とした。画像再構成後のフィルタ処理は行っていない。PET 画像の中心に半径 40mm の円形の関心領域を設定し、得られた画素値から感度指標となる値を算出しプロットする。感度指標の変化率を経年変化率とした。さらに、感度の経年変化が直線的であるかどうか確認するため線形回帰分析も行った。

【結果】

解析に使用した測定データの収集開始時と終了時の FBP 法および OSEM 法で再構成した円柱ファントムの PET 画像に明らかな視覚的变化はみられなかった。感度指標の変化率は FBP 法および OSEM 法において、どちらも 5 年間でおおよそ 9.0%であった。端のスライスおよび中心スライスにおける回帰式の決定係数 R^2 は FBP 法でそれぞれ 0.66, 0.77, OSEM 法でそれぞれ 0.67, 0.78 であった。

【結論】

CCF 算出用の PET 画像より得られた PET 装置の感度の経年変化において、画像再構成法の違いによる影響はほとんどみられなかった。回帰式から中心スライスでより感度指標が直線的に変化するため、画像ベースでの感度の経年変化モニタリングは中心スライスが推奨される。

アミロイド PET イメージングにおける画像再構成条件の
最適化に向けた基礎検討

弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門

○菅原 大夢 山本 裕樹 高橋 力也 小原 秀樹 福土 桃歌
澁谷 俊志 清野 守央 成田 将崇

【目的】

アミロイド PET において空間分解能補正 (PSF 補正) は, エッジアーチファクトを生じ, 灰白質と白質の集積差に影響を及ぼす可能性がある. 本研究では, PSF 補正なしでの最適な画像再構成条件をファントムにより検討した.

【方法】

ホフマン 3D 脳ファントムと円筒型ファントムに ^{18}F -FDG 溶液を封入し, 撮像時の放射エネルギーを 20MBq に調整した. PET/CT 装置は Discovery MI (GE 社製) を使用し, 各ファントムをリストモードで 30 分間収集した. 「 ^{18}F -FDG とアミロイドイメージング剤を用いた脳 PET 撮像のためのファントム試験手順書 第 5 版」に基づき, 臨床での収集時間 (15 分) に相当するデータを切り出した. 再構成条件は OSEM 法 (TOF 補正あり) を用い, Subset は 16, Iteration は 2~10, マトリクスサイズは 128×128 , 192×192 , 256×256 , 384×384 とした. 評価は %コントラスト, 均一性, 変動係数, プロファイルカーブによる物理評価および視覚評価とした.

【結果】

すべての再構成条件で物理・視覚評価の基準を満たし, Iteration 4 以上で %コントラストは収束傾向 (60.7~61.3) を示した. Iteration 4 では, すべてのマトリクスサイズで %コントラストと変動係数は同じ値を示し, それぞれ 61.3, 9.3%であった. また, 均一性は 0.0064~0.0065 であった. プロファイルカーブでは 128×128 と比較して, 192×192 以上で真の放射能濃度に近づいた.

【結論】

PSF 補正なしの再構成条件として, Iteration 4 以上かつマトリクスサイズ 192×192 以上が適切と考えられた.

演題番号 12

Deep progressive learning 再構成法を用いた ^{18}F -FDG 脳 PET 画像に対する 物理学的評価

一般財団法人脳神経疾患研究所附属総合南東北病院 診療放射線科

○稲月 棕 新田 和樹

【背景・目的】

当院で稼働中の半導体 PET/CT 装置 uMI780 (United Imaging Healthcare) では、深層学習再構成アルゴリズムを利用した Deep progressive learning 再構成 (DPR) が可能である。そこで、DPR 法を用いた ^{18}F -FDG 脳 PET 画像に対する物理学的評価を行った。

【方法】

「 ^{18}F -FDG とアミロイドイメージング剤を用いた脳 PET 撮像のためのファントム試験手順書 第 5 版」に則り、ホフマン 3D ファントムと円筒型ファントムを撮像した。当院の ^{18}F -FDG 脳 PET 検査を想定して、得られた収集データのうち 0~600 秒のデータを切り出した。ピクセルサイズを 1mm、2mm、DPR の強度を 1~5 の 5 段階で変化させ、それぞれ再構成を行った。再構成したそれぞれの画像を解析し、脳 PET 画像のコントラスト (%contrast)、視野内均一性 ($\Delta uROI_{\text{mean}}$)、変動係数 (CV) を算出し、評価した。評価基準は、ガイドラインの基準値である %contrast $\geq 55\%$ 、 $\Delta uROI_{\text{mean}}$ の標準偏差 ($SD_{\Delta uROI}$) ≤ 0.0249 、CV $\leq 15\%$ とした。

【結果】

%contrast を DPR の強度の違いで比較すると、強度 2 で最も高い値になった。また %contrast をピクセルサイズの違いで比較すると、ピクセルサイズ 2mm の方が高い値を示した。 $SD_{\Delta uROI}$ は、DPR の強度が大きくなるにつれて大きくなった。これはピクセルサイズによらず同様の傾向を示した。CV は、DPR の強度が大きくなるにつれて大きくなった。CV をピクセルサイズの違いで比較すると、ピクセルサイズ 1mm の方が大きい値となった。また、今回解析したすべての再構成条件においてガイドラインの基準を満たす結果となった。

【結論】

コントラスト、均一性、変動係数を総合的に判断すると、DPR の強度については強度 2 が最も良いと考えられる。また、ピクセルサイズについては 2mm が良いと考えられる。ただし視認性も考慮し、今後は視覚評価等も行う必要があると考える。

演題番号 13

PET/CT 装置ガントリー部を利用した遮蔽効果の有用性に関するシミュレーションスタディ
Simulation study on the effectiveness of the shielding effect using the PET/CT system gantry area

*1 山形大学医学部附属病院 臨床研究管理センター

*2 山形大学大学院医学系研究科 先進的医科学専攻

○棚田 丈雄*1*2 宮下 陽平*2 宮坂 友侑也*2 小野 拓也*2 想田 光*2 岩井 岳夫*2

【目的】

近年、FDG 以外の PET 製剤が増加する一方で、検査中の医療スタッフの放射線防護対策は確立していないことが多い。特に、 ^{13}N -Ammonia 心筋血流 PET 等の RI 投与から収集を開始する dynamic 検査については、被ばく対策を講じる必要があると考える。PET 検査中の空間線量分布を把握することは、医療スタッフの放射線防護を検討する上で重要と考える。検査室において PET/CT 装置のガントリー部は、消滅放射線に対して遮蔽効果があると推測できる。そこで、モンテカルロ計算コード (PHITS) を利用し、PET/CT 装置ガントリー部を利用した遮蔽効果の有用性について検討した。

【方法】

ガントリー部の遮蔽効果を調べるために、ガントリー中心部に ^{18}F (210 MBq) を配置し 1.5 メートル離れた位置で電離箱線量計、NaI(Tl)シンチレーション検出器を用いて実測を行った。同様の手順でガントリーの外に配置した ^{18}F を測定し、ガントリーの遮蔽率を算出した。実測で得られた遮蔽率を基に PHITS でガントリーを作成し、立ち位置による線量率を計算した。線源位置は 2 通り、医療スタッフの位置は 4 通り、合計 8 通りの設定を行い、被ばく線量についてシミュレーションを行った。

【結果】

ガントリーは実測で約 90 % の遮蔽効果があった。臨床における立ち位置を基準にすると、ガントリーを利用した立ち位置に変更することで最大 91.8 % の被ばく低減効果があった。しかし、ガントリーを利用した位置に変更した場合でも、被ばく線量が高くなる位置も見つかった。線量率マップを用いることで、空間線量の高い危険領域を客観的に観察することが出来た。

【結論】

PHITS を利用した空間線量分布を作成することで、PET/CT 装置ガントリー部を利用した放射線防護対策を検討できることが示唆された。

演題番号 14

タスクシフトによる IMP-Graph Plot 法(脳血流非採血定量法)の ボーラス性の評価

秋田厚生医療センター 放射線科

○小玉 洋子 齋藤 仁 吉田 恭平 佐藤 正衛 田口 優輔 西智 弘

【背景】

診療放射線技師法の改正に伴い、静脈路確保（穿刺）や放射性同位元素（RI : Radio Isotope)の投与および抜針と止血の行為を行う施設が増加しつつある。当院でも、今年2月より各研修を終えた診療放射線技師（技師）が、穿刺、投与および抜針の一連を行うタスクシフトを開始し、ダイナミック収集時の RI 投与も技師のみで行っている。

【目的】

これまで脳血流シンチグラフィーの RI 投与は、看護師が行っていた。しかし、タスクシフトにより技師が投与することとなった。そこで、IMP-Graph Plot 法(脳血流非採血定量法)のボーラス性に変化がないか検証を行った。

【方法】

2024年10月から2025年6月の期間に行った脳血流シンチグラフィーのうち、技師が穿刺から RI 投与および抜針まで行った27症例（男性9人、女性18人、平均年齢79.26 ± 6.56）と、看護師が行った40症例（男性18人、女性22人、平均年齢77.7 ± 10.77）を対象とした。使用薬剤はパービューザミン®注（日本メジフィジックス）で、体重によらず投与量は111MBqである。また、全症例8時半から9時の間に投与を行った。

IMP-Graph Plot 法において、ダイナミックカーブの半値幅（FWHM : Full Width at Half Maximum)とピークの高さを測定し、ボーラス性の変化の有無について検証した。

【結果】

ダイナミックカーブのFWHMの平均値は、技師が4.39 ± 1.43 s、看護師が4.10 ± 1.28 sで有意差はなかった（ $p > 0.05$ ）。ピークの平均値は、技師が254.96 ± 103.55 count、看護師が286.6 ± 88.9 countで有意差はなかった（ $p > 0.05$ ）。また、年齢、性別に有意差はなかった（ $p > 0.05$ ）。

【考察】

今回の結果から、タスクシフトによるボーラス性の変化は少ないと思われた。しかし、投与時の動作がスムーズにいかず、タイミングが遅くなったケースもあったため、定期的に技師と看護師で手技を確認し合うなどの対策が必要である。

演題番号 15

骨 SPECT 評価におけるヨード造影剤を用いた骨等価溶液の作成

*1 新潟大学医学部保健学科

*2 済生会新潟県中央基幹病院

○野島 佑太*1 須田 俊輔*2

【目的】「骨 SPECT 撮像の標準化に関するガイドライン 1.0」において、臨床を再現した骨 SPECT のファントム評価では、骨部分にはリン酸水素二カリウム (K_2HPO_4) 溶液を用いることで、線減弱係数を骨等価として評価することが明記されている。また、Siemens 社が開発した再構成アルゴリズムである xSPECT bone では、CT 値に基づき組織ごとにセグメンテーションを行った zone map を用いることで、高分解能の画像を得ることが可能である。そのため、骨 SPECT の臨床評価や xSPECT bone の検討の際には、骨等価溶液を作成する必要がある。しかし、 K_2HPO_4 の購入は研究や実験を目的としたものに限定されており一般的に入手することが困難である。本研究では xSPECT bone を用いた骨 SPECT 評価において、 K_2HPO_4 のかわりにヨード造影剤を用いて、骨等価溶液を作成した際に同等の評価が可能であるか明らかにすることを目的とした。

【方法】SPECT/CT 装置は Siemens 社製 Symbia Intevo Bold を使用。コリメータには low-energy high-resolution (LEHR) を用いた。ファントムには京都科学社製 SPECT 用性能管理ファントム JS-10 型を用いた。ファントムの内容器には水 100 mL に対し、 K_2HPO_4 およびヨード造影剤を溶解した ^{99m}Tc 希釈液を作成し、それぞれ混合物なし（水のみ）を含めた 4 種類を 1 断面ずつ配置し SPECT 収集を行った。外容器には BG として放射能濃度比が 6:1 となるように ^{99m}Tc 希釈液を封入した。収集した画像に対し、xSPECT bone を用いて画像再構成を行った。CT 画像、zone map、 μ map、SPECT 画像で濃度の異なる試料に対し各々 ROI を用いて値を計測した。SPECT 画像では、%コントラストを用いて画質評価を行った。検討項目として、① K_2HPO_4 およびヨード造影剤の濃度変化に対する CT 値の変化、②各物質における CT 値の変化に対する zone map および μ map の値の変化、③各物質における CT 値の変化に対する SPECT 画像の %コントラスト、について比較検討を行った。

【結果】 K_2HPO_4 およびヨード造影剤ともに濃度に対する CT 値の変化は強い相関関係にあった ($p < 0.01$)。CT 値を変化させた際の zone map および μ map の変化は K_2HPO_4 とヨード造影剤の間に有意差はなかった。SPECT 画像の %コントラストは、ヨード造影剤では K_2HPO_4 に比べ高い値となった。

【結語】ヨード造影剤では、zone map および μ map は K_2HPO_4 と同様であるが、物質密度の違いによる SPECT 収集時の減弱の違いを考慮されていないため、 K_2HPO_4 と同等の評価はできないことが示唆された。

演題番号 16

岩手県内における骨 SPECT 撮像標準化の試み

岩手医科大学附属病院*1 岩手県立中央病院*2 岩手県立宮古病院*3 岩手県立胆沢病院*4
岩手県立久慈病院*5 岩手県立大船渡病院*6 岩手県立磐井病院*7 岩手県立中部病院*8
岩手県立二戸病院*9 盛岡赤十字病院*10

○三浦 頌太*1 吉田 圭佑*1 細野 綾乃*2 岡道 裕二*2 宮本 貴弘*3 漆田 咲礼*4
目時 迅*5 鈴木 康毅*6 那須 翔太*7 高橋 大樹*8 滝村 悠太*9 齋藤 隆宏*10

【目的】

本研究の目的は、「骨 SPECT 撮像の標準化に関するガイドライン 1.0」（以下、ガイドライン）を用いて岩手県内における骨 SPECT 画像の状況を把握し、標準化を試みることである。

【方法】

岩手県内で骨 SPECT、および骨 SPECT/CT 検査を施行している 10 施設を対象とした。NEMA IEC Body ファントムは、ガイドラインに準じて ^{99m}Tc 水溶液濃度が 18 kBq/ml、ホット領域とバックグラウンド (BG) 領域の放射能濃度の比を 6:1 に調整した。撮像、および画像再構成条件は、各施設の臨床条件で行った。画質評価は、17 mm ホット球描出能における物理評価 (%コントラスト、BG 変動性) と視覚評価を行い、ボトムラインを満たしているか評価を行った。また、ボトムラインを満たしていない場合は、画像再構成条件の再検討や収集時間の延長による再実験を行った。物理評価の解析には、骨 SPECT ガイドラインツール (日本メジフィジックス株式会社) を用いた。視覚評価は、岩手医科大学附属病院の核医学担当技師 5 名で行った。

【結果】

臨床条件でガイドラインのボトムラインを満たした施設は、1 施設のみであった。再構成条件の再検討、および収集時間の延長による再実験を施行した結果に関しては、当日会場にて報告する。

【結論】

本研究により、岩手県内における骨 SPECT 画像の画質の状況を把握することができた。さらに、標準化を行うことで、施設間の画質のばらつきが改善し、安定した画質の骨 SPECT 画像を提供できることが示唆された。

演題番号 17

3D プリンターを使用したファントムの試作：ボディファントムの球体の再現

*1 弘前大学大学院 保健学研究科

*2 弘前大学医学部附属病院 医療技術部

*3 福島県立医科大学 先端臨床研究センター

○奥田 光一*1 薦田 大成*1 渡辺 集*1

本田 一真*1 山本 裕樹*2 右近 直之*3

森 竜太郎*1 細川 翔太*1 高橋 康幸*1

【目的】

3D プリンターは容易に複雑な形状を造形することが可能であるが、形状の設計、材料の選択、そして造形条件など、様々な条件を最適化する必要がある。本研究の目的は、熱溶解積層(FDM)方式の3Dプリンターを使用し、最適化された条件にてNEMAボディファントムの球体を再現することである。

【方法】

FDM方式のMK4S(Prusa, チェコ共和国)を使用し、材料はポリ乳酸(PLA)、グリコール変性ポリエチレンテレフタレート(PETG)を選択した。三次元形状の設計は3D Builder(Windows,米国)、Prusa Slicer(Prusa)を用いた。球体ファントムのねじ部分の直径およびピッチをノギスで計測し、三次元形状の設計に反映させた。

【結果】

ボディファントムに取り付けるためのねじの規格は、アメリカの工業規格ANSIの直径が3/8インチ、ピッチはunified fine pitchの24であった。ネジの直径方向に対して2%の収縮を加えた設計とすることで、ファントムへの取り付けが可能であった。

球体の水漏れ試験を実施した結果、PLAに比べてPETGの防水性は優れていたが、いずれの材料においても造形後に防水材の塗布が必要であった。

【結論】

FDM方式に最適化された条件での造形により、ボディファントムの球体を再現することが可能となった。37mm球体において使用材料は約12gであり、材料費は約24円であった。