

労災疾病臨床研究事業費補助金

放射線業務従事医療関係者の
職業被ばく実態調査と被ばく低減対策研究

令和 元年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 工藤 崇

令和 2 (2020) 年 3月

研究報告書目次

目 次

I. 総括研究報告

放射線業務従事医療関係者の職業被ばく実態調査と被ばく低減対策研究

研究代表者氏名 工藤 崇 ----- 1

II. 分担研究報告

1. 医療関係者の職業被ばくに影響を与える要因に関するフィージビリティ研究

分担研究者

工藤 崇・織内 昇・伊藤 浩・栗井和夫 ----- 7

(資料) 予備研究論文

Time-related study on external exposure dose of 2-deoxy-2-[F-18]

fluoro-d-glucose PET for workers' safety (織内 昇・他) ----- 11

2. 医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に関する

フィージビリティ研究

分担研究者

高村 昇・織内 昇・伊藤 浩・栗井和夫・工藤 崇 ----- 17

(資料) Web アンケート調査票 ----- 21

3. 医療関係者の水晶体被ばくの現状とそれに影響する要因に関する

フィージビリティ研究

分担研究者

松田直樹・織内 昇・伊藤 浩・栗井和夫・工藤 崇・高村 昇 -- 39

(資料) 欧州核医学会 (EANM2019) における

カンファレンスプログラム ----- 43

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 45

労災疾病臨床研究事業費補助金
総括研究報告書

放射線業務従事医療関係者の職業被ばく実態調査と被ばく低減対策研究

研究代表者

長崎大学原爆後障害医療研究所アイソトープ診断治療学研究分野
教授 工藤 崇

研究要旨 職業被ばくのうち、高線量被ばくの多くは医療行為に伴う被ばくであるが、放射線をもたらした医療行為は患者に対しての利益がきわめて大きく、その利益を損なわない範囲で職業被ばくを低減させることには困難を伴う。一方、ICRPの勧告で水晶体被ばくの線量限度を5年間で100mSv、1年間で50mSvを超えないように引き下げることが提唱され、本邦でもこれに従った電離放射線障害防止規則（電離則）改正が行われる予定である。しかし、実際の医療環境における被ばくの実態、特に水晶体の被ばく状況は十分に調査・検討が行われておらず、改正電離則を実際の医療現場が遵守できるかは明らかであるとはいえない。本研究では、これらの問題を明らかにすることを目的として研究を行う。研究は、主に以下の3つの研究計画に分かれる。1) 医療従事者の線量を高くする要因の把握。2) 医療機関における医療従事者の線量管理と研修の実態把握。3) 実測に基づく医療行為に伴う水晶体線量の把握。令和元年度においては、これらの研究計画のフェージビリティ研究を中心とした。

1) 医療従事者の線量を高くする要因の把握：今までの医療関係者の被ばく実態を明らかとするため、後向き研究の立案を行った。平成28年度～30年度における、個人線量計で管理されている医療従事者の情報を全例収集し、それぞれの医療者の職種（医師・技師など）、所属（循環器、放射線部など）年齢、性別などの属性情報と照らし合わせることで、被ばく線量の増加に関係する要因を明らかとすることを目的とした。本研究計画については、主幹施設にて研究計画の承認を得、協力施設での研究計画承認待ちの状態であり、令和2年度にデータの集計を行う計画である。また、別途事前に行われていた予備研究において、従来注目されることの少なかったPET（陽電子断層撮影）診断の領域でも比較的高い職業被ばくがあることが観察された。特にPETの領域では、医療法の管轄外であるサイクロトン技術者が含まれているため、医療法の下で活動する病院の管理の目からは外れやすい可能性がある。このため、本研究では、PETの領域も含めた被ばく実態調査を行うこととした。

2) 医療機関における医療従事者の線量管理と研修の実態把握：放射線利用における線量管理と教育研修の状況を広く調査するため、アンケート作成を行った。アンケート作成については、同一の研究事業補助金を取得している別研究班とデータの共有を行うため、アンケートの内容・構成を一部共通のものとし、Webアンケートの形式を採用した。

本研究計画については、Web アンケートの作成と、少数の施設による入力テストを行い、実行可能性を検証、実行可能であることが明らかとなった。ただし、Web アンケート特有の技術的問題点が少数ではあるが複数確認されたため、これらの問題点の修正の後、令和2年度中に多数施設を対象として調査を行う予定とした。調査対象の施設としては、日本医学放射線学会の教育研究施設に依頼することを第1の方針とした。

3) 実測に基づく医療行為に伴う水晶体線量の把握：本研究計画では、放射線業務時に、線量計を装着して、水晶体の線量を実測し、どのような業務で高線量となっているかの実態を把握することを目的とした。特に線量が高いことが予想されるX線透視を伴う業務について、業務従事者に水晶体線量計(DOSIRIS：千代田テクノル社)を着用してもらい、業務分類(泌尿器科医師、放射線部看護師、など)ごとの水晶体被ばく線量を測定、どのような業務分類において水晶体線量が高線量となっているかの実測情報を得る研究計画を立案し、長崎大学において承認を得た。本研究計画については令和元年度中に7つの業務分類でのデータの収集が開始され、透視業務に就く看護師、および医師の水晶体線量(推定値)が予想以上の高値であることが明らかとなった。特に泌尿器科医の透視業務では、1ヶ月の積算水晶体線量が4 mSvを超えている例も明らかとなった。短期間でのデータ収集であるため、観察された高線量が偶発的なものであるか、恒常的なものであるかを明らかとするため、令和2年度にも調査測定を継続する。

研究分担者：

高村 昇 長崎大学 原爆後障害医療研究所 国際保健医療福祉学 教授
松田尚樹 長崎大学 原爆後障害医療研究所 放射線生物・防護学 教授
伊藤 浩 福島県立医科大学 医学部 放射線医学講座 教授
織内 昇 福島県立医科大学 先端臨床研究センター 教授
栗井和夫 広島大学 医歯薬保健学研究科 放射線診断学 教授

A. 研究目的

職業被ばくにおいて医療行為は最も重大な被ばくの要因となっており、年間20mSvを超える放射線業務従事者は、そのほとんどが医療関係業務の従事者であることも明ら

かとなっている。一方、低線量被ばくについては、新たな科学的知見から水晶体において従来考えられていたよりも低い線量から影響が生じていることが明らかとなってきた。これらの知見に基づきICRPは、水晶体被ばくの職業被ばくの線量限度を5年間で100mSv、1年間で50mSvに引き下げるべきとする勧告を出している。この勧告は、かなり大幅な線量限度の引き下げであるが、本邦では令和3年度に施行する改正電離則にて、当該勧告に対応する、水晶体線量の線量限度の引き下げが行われる予定である。一方、医療現場における実際の被ばく実態が明らかでないため、この線量限度の引き下げに臨床の現場が対応可能であるか、また対応するためにはどのような対策が必要であるかは明らかでない。米国では、

当該勧告に従った線量限度引き下げは、必要な対策にかかるコストを考慮すると現実的ではないとの立場から、国内規定の変更を行わない方向性である。このように、線量限度引き下げが実臨床の現場において現実的であるかどうかを確定するには、現状の把握が必須であると考えられる。本研究では、過去の医療現場における職業被ばくの実態把握、現在の医療現場における管理・教育・研修の状況把握、実際の水晶体線量の測定 of 3 つの側面から、医療現場における職業被ばくの状況を把握し、職業被ばく、特に水晶体被ばくを管理・低減するために必要な方針・対策の立案に資する情報をえることを目的とする。

B. 研究方法

本研究は大きく 3 つの研究計画に分かれる。

1) 医療従事者の線量を高くする要因の把握

2) 医療機関における医療従事者の線量管理と研修の実態把握

3) 実測に基づく医療行為に伴う水晶体線量の把握

令和元年度については、これらの研究計画についてのフェージビリティ研究を中心とした。

1) 医療従事者の線量を高くする要因の把握

今までの医療関係者の被ばく実態を明らかにするため、後向き研究の立案を行った。平成 28 年度～30 年度における、計 36 か月における長崎大学病院、および研究協力施設の個人線量計で線量管理されている医療従事者について、年齢・性別・職種（医師・技師・看護師等）・所属部署（放射線科・整形外科等）・主な放射線取扱業務（透視業務・血管造影等）、該当期間の毎月の被ばく線量

の情報を収集。被ばく量を従属変数、それ以外を独立変数として、どのような因子が被ばく量の増減に影響を与えているかを検討する研究計画を立案した。

2) 医療機関における医療従事者の線量管理と研修の実態把握

放射線利用における線量管理と教育研修の状況を広く調査するため、アンケートを行う。回答の簡便性を高くし、回収率を向上させるため Web アンケートの形式を採用した。アンケート作成については、同一の研究事業補助金を取得している別研究班とデータの共有を行うため、アンケートの内容・構成を一部共通のものとし、Web アンケートに適する様に質問項目の削減、回答方式の簡略化を行った改訂版を作成した。

3) 実測に基づく医療行為に伴う水晶体線量の把握

放射線業務のうち、被ばく線量が多いと推定される、血管造影、血管造影ではない透視を伴う業務、核医学診断業務、核医学治療業務、及び研究用放射線取扱業務について、従事者に水晶体線量計を着用、業務種・職種・放射線取扱時間を記録。業務種と職種の組み合わせごと（＝「業務分類」）に被ばく線量測定装置を割り振り、業務分類（泌尿器科医師、放射線部看護師、など）ごとの水晶体被ばく線量を測定、どのような業務分類において水晶体線量が高線量となっているかの実測を行う研究計画の立案を行った。

（倫理面への配慮）

すべての研究は倫理委員会において審査の上、行われる。また、侵襲をとまなう介入研究はこれを行わない。個人情報については、その収集を最小限にとどめ、収集された個

人情報についても、個人を同定できないような匿名化を行った上での研究・発表を行う。

C. 研究結果

1) 医療従事者の線量を高くする要因の把握

主幹施設にて研究計画の承認を得、長崎大学における生データの収集のみ開始を行った。過去3年間において長崎大学では月間5mSvを超える高線量被ばくが発生していないことのみ判明したが、5mSv以下の被ばく状況と関連因子の関係については、総データ量が各施設あたり500名×36か月=20,000データと膨大であるため、令和2年度の集計・検討を予定している。研究分担施設においては広島大学・福島県立医科大学において研究計画承認待ちの状態であり、令和2年度にデータの集計を行う計画である。研究協力施設として、長崎医療センター（大村市）と嬉野医療センター（嬉野市）にてのデータ収集協力が得られることとなった。また、別途事前に行われていた予備研究において、従来注目されることの少なかったPET（陽電子断層撮影）診断の領域でも比較的高い職業被ばくがあることが観察された。

2) 医療機関における医療従事者の線量管理と研修の実態把握

別研究班で作成されたアンケートが、設問数64であり、Webアンケート用としては量が多く、項目が複雑過ぎると判断されたため、設問数を約半数に削減したアンケートを再作成し、これをWebアンケートの様式に変更した。Webアンケートとしては、複数の無料・有料のWebアンケートシステムが候補となったが、令和元年度において

は、無料で最も頻用されている、Googleフォームを採用し、Webアンケートを作成、入力テストを行うことで実行可能性を検証した。複数回のテストを通して、実行可能なバージョンのWebアンケートの作成に至った。ただし、Webアンケート特有の技術的問題点が少数確認されたため、これらの問題点の修正の後、令和2年度中に多数施設を対象として調査を行う予定とした。調査対象の施設としては、日本医学放射線学会の教育研究施設に依頼することを第1の方針とした。

3) 実測に基づく医療行為に伴う水晶体線量の把握

長崎大学において研究計画の承認を得、長崎大学病院での測定を行うこととした。線量計としてはDOSIRIS（千代田テクノル社製）を採用した。令和元年度中には、フィジビリティ研究として、1ヶ月間7つの業務分類でのデータの収集が開始され、以下の表に示すとおり、透視業務に就く看護師、および医師の水晶体線量（推定値）が予想以上の高値であることが明らかとなった。

業務分類	水晶体線量 (mSv)
泌尿器科透視（医師）	4.2
消化器科透視（医師）	1.7
小児科透視（医師）	1.2
放射線科血管造影（医師）	0.9
整形外科透視（医師）	0.7
透視放射線科技師	0.7
透視立ち会い看護師	1.3

特に泌尿器科医の透視業務では、1ヶ月の積算水晶体線量が4mSvを超えている例も明らかとなった。また、偶発的ではあるが、DOSIRISの装着者で個人線量計を装着せ

ずに業務に従事している例が複数観察された。

D. 考察

1) 医療従事者の線量を高くする要因の把握

現時点では月間 5mSv を超える線量を受けたものは見つかっておらず、研究分担・協力病院においてはある程度適切な被ばく管理が行われていることが予想されたが、単一施設でも約 500 名、延べ約 20,000 データの被ばく線量データ集計が必要であり、令和 2 年度の作業量が莫大となることが予想される。また、予備研究の結果からは、X 線業務従事者のみでなく、PET に関与する医療者にもある程度の医療被ばくが生じていることが明らかとなった。特に撮影技師の被ばくが比較的高いこと、PET で利用する薬剤の製造に関わるサイクロトロン技術者や薬剤師にも無視の出来ないレベルでの被ばくが生じていること、特にサイクロトロン技術者については医療法ではなく RI 法による規制下にあるため従来あまり注目されていなかったこと、等が明らかとなっている。この結果に基づき、令和 2 年度に行うデータの集計では、サイクロトロン技術者を含む PET に関与する医療関係者の被ばく状況も詳細に把握する必要があると考えられた。

2) 医療機関における医療従事者の線量管理と研修の実態把握

約 30 項目の Web アンケートを作成することで、比較的簡便な入力が可能となり、多くの施設で抵抗なく回答可能であると思われる。一方、Web アンケート形式には、入力時の一時保存が出来ないタイプのものが主流であるなど、紙アンケートとは異なる特

有の技術的問題があることが明らかとなった。問題の解決のためには、有料の Web アンケートシステムの利用を含むいくつかの解決策を考慮する必要があると考えられた。また、本アンケート調査については、同一研究事業費補助金を得ている別研究班でも同様の調査が行われる予定であるが、調査対象の性格がやや異なっている。二つの研究班の結果を対比した解析や、共有可能な部分については一つのデータとしてまとめた解析を行うことで、より有用性の高い情報が得られると考えられ、今後の協力体制の構築が必要であると思われた。

3) 実測に基づく医療行為に伴う水晶体線量の把握

DOSIRIS 装着による実臨床下での水晶体線量測定は、実臨床を妨げることなく、実行可能であることが明らかとなった。少数例の収集では、予想を超える水晶体線量の推定が得られたが、短期間でのデータ収集であるため、この高線量が偶発的なものであるか、恒常的なものであるかは定かでない。これを明らかとするため、令和 2 年度にも調査測定を継続する必要がある。また、この高線量が恒常的なものである場合は、令和 2 年度のいずれかの時点において、防護眼鏡の装着推奨を含む線量低減のための介入が必要となる可能性があると思われた。一方、偶発的に観察された、個人線量計非装着の業務従事については、本研究は管理・処罰を目的としたものではないが、そのような事例を抽出・把握し介入することが必要であることと考えられた。

E. 結論

1) 医療従事者の線量を高くする要因の把握、

2) 医療機関における医療従事者の線量管理と研修の実態把握、3) 実測に基づく医療行為に伴う水晶体線量の把握、の3つの研究計画について、研究計画の立案と、フィージビリティ研究が行われ、研究の実行可能性が十分であることが確認された。立案された研究計画に基づき、令和2年度以降の研究実行を行う。

F. 健康危険情報

無し

G. 研究発表

1. 論文発表

Takahashi Y, Hosokawa S, Tsujiguchi T, Monzen S, Kanzaki T, Shirakawa K, Nemoto A, Ishimura H, Oriuchi N. Time-related study on external exposure dose of 2-deoxy-2-[F-18] fluoro-D-glucose for worker's safety. Radiological Physics and Technology. 13: 98-103, 2020

2. 学会発表

無し

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

無し

2. 実用新案登録

無し

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

放射線業務従事医療関係者の職業被ばく実態調査と被ばく低減対策研究
1) 医療関係者の職業被ばくに影響を与える要因に関する
フィージビリティ研究

研究分担者 工藤 崇 長崎大学 原爆後障害医療研究所 教授
研究分担者 織内 昇 福島県立医科大学 先端臨床研究センター 教授
研究分担者 伊藤 浩 福島県立医科大学 医学部 教授
研究分担者 粟井和夫 広島大学 医歯薬保健学研究科 教授

研究要旨

【目的】職業被ばくのうち、高線量被ばくの多くは医療行為に伴う被ばくであるが、放射線をもちいた医療行為は患者に対しての利益がきわめて大きく、その利益を損なわない範囲で職業被ばくを低減させることには困難を伴う。一方、ICRPの勧告で水晶体被ばくの線量限度を5年間で100mSv、1年間で50mSvを超えないように引き下げることが提唱され、本邦でもこれに従った電離放射線障害防止規則（電離則）改正が行われる予定である。しかし、実際の医療環境における被ばくの実態、特に水晶体の被ばく状況は十分に調査・検討が行われておらず、改正電離則を実際の医療現場が遵守できるかは明らかであるとはいえない。本研究は、過去3年間の医療施設における医療従事者の被ばく管理データと、各従事者の年齢・性別・職種・所属部署・業務種などの特性を対比検討することで、どのような因子が高い被ばくに結びついているかを検討し、被ばく低減対策に役立てることを目的とする。【方法】令和元年度は研究計画の立案、及び協力施設を集めることを行った。長崎大学における平成28年度～30年度のフィルムバッジで管理されている放射線業務従事者の年齢・性別・職種（医師・技師・看護師等）・所属部署（放射線科・整形外科等）・主な放射線取扱業務（透視業務・血管造影等）、該当期間の毎月の被ばく線量の情報を収集し、対比する計画を立案した。【現状における結果と方針】長崎大学における倫理委員会の研究許可の取得に至った。職員の情報であるため、氏名などの個人情報が収集されなくても、所属部署・年齢などの組み合わせで容易に個人の同定につながる可能性が示唆されたため、年齢の情報を5年区切りの情報に変換して、保存解析するなどの配慮を行うことが許可取得のため必要であった。この研究計画に基づき、研究分担施設である、福島県立医科大学、広島大学での倫理申請を行う予定である。また、各研究分担施設より関連する病院への協力依頼を行い、現時点で、長崎医療センター、嬉野医療センターの協力が得られている。【補足】本研究計画に先立って、福島県立医大における研究で、PET（陽電子断層撮影）の診療に従事する医師、技師、看護師、およびPET薬剤合成薬剤師、サイクロトロンオペレーターの職業被ばく線量の検討がなされ、看護師と技師の被ばく量がそれぞれ0.56, 2.30 μ Sv/日と比較的高いことが報告され、医療における放射線被曝として核医学の領域も注視しなければならないことが明らかとなったため、研究対象に核医学診療を含めることも計画された。

A. 研究目的

令和3年施行予定の電離則改訂では水晶体線量限度が5年間で100mSv、1年間で50mSvを超えないように下げられることが予定されているが、現在の医療機関における職業被ばく状況がどの程度のものであり、被ばくを増加させる要因が何であるかは明らかでない。現在年間20mSvを超える放射線業務従事者のほとんどが医療関係業務従事者であることを考えると、どのような因子が高い線量に結びついているかを明らかにし、因子に応じた線量低減の対策・介入を行う必要があると考えられる。本研究では過去の医療従事者における線量と業務種その他の因子の関係を明らかにすることで、高い線量に結びつく因子を抽出することを目的とする。本年度においては、平成28～30年度における医療従事者の被ばく状況を調査するための研究計画立案と、フイージビリティ研究を行う。

B. 研究方法

平成28年度～30年度の計36か月における長崎大学病院（および研究協力施設）の医療従事者のうち、放射線取扱業務従事者として個人線量計で線量が管理されている職員について、年齢・性別・職種（医師・技師・看護師等）・所属部署（放射線科・整形外科等）・主な放射線取扱業務（透視業務・血管造影等）、該当期間の毎月の被ばく線量の情報を収集。被ばく量を従属変数、それ以外を独立変数として、どのような因子が被ばく量の増減に影響を与えているかを検討する。特に月間5mSvを超える高線量被ばくが発生しているかどうかを調べ、高線量被ばくが存在した場合は、原因となった業務内容、

被ばくの要因、偶発的なものであるかどうかなどについてのより詳細な個別調査を行う。

令和元年度においては、長崎大学にて上記研究の立案、倫理委員会への申請を行い、多施設共同研究としての認可を受けた上で、研究分担施設での倫理申請、および研究協力施設の参加募集を行う。

また、本研究に先立って、福島県立医科大学にて行われた予備研究では、PET核医学に従事する医療関係業務従事者（医療者のみでなく、PET用薬剤合成の薬剤師、サイクロトロン技術者を含む）における高線量が観察されているため、対象としてはX線を用いた放射線業務のみでなく、核医学・PETの領域も含めることとする。

（倫理面への配慮）

各職員には連結可能匿名化IDを振り分けた上、収集後の年齢情報を5歳毎の階層化情報に変換することで、個人の同定が出来ないデータとした上で、研究に利用する。研究は長崎大学医歯薬学総合研究科倫理委員会にて審査・許可を受けた研究計画書に基づき、各研究分担・協力施設においても、各倫理委員会にて申請、審査を受け、承認を受けるもの

C. 研究結果

現時点で、長崎大学における倫理委員会の研究許可が得られた段階である。長崎大学における生データの収集のみ開始を行った。過去3年間において長崎大学では月間5mSvを超える高線量被ばくが発生していないことは明らかとなったが、それ以下の線量における被ばく量とその他因子の関係の解析は終了していない。広島大学、福島県

立医科大学においては長崎大学の研究計画書・研究許可証をそれぞれの倫理委員会に申請手続き中である。また、長崎大学から関連施設への研究協力依頼が行われ、長崎医療センター（大村市）と嬉野医療センター（嬉野市）にてのデータ収集協力が得られた。研究結果は令和 2 年度以降に報告する予定であるが、各施設約 500 名×36 か月のデータで有り、一施設あたり約 20,000 データの集計が必要となることが推定された。ただし、いずれに施設においても、千代田テクノル社による個人線量測定が行われているため、測定データ形式の共通性が担保されており、同一のソフトウェアを用いた解析が可能であることが明らかとなった。また、本研究に先立って行われた予備検鏡において、PET 核医学診療に従事する、医師、技師、看護師、薬剤師、サイクロトロン技術者の被ばく線量とその経時的変化が検討され、論文として発表されている（参考資料）。この検討では、2017 年 5 月から 7 月のデータが集計され、医師、看護師、技師、薬剤師、サイクロトロン技術者の被ばくがそれぞれ、 $0.10 \pm 0.07 \mu\text{Sv/日}$ 、 $0.56 \pm 0.53 \mu\text{Sv/日}$ 、 $2.30 \pm 1.72 \mu\text{Sv/日}$ 、 $0.04 \pm 0.08 \mu\text{Sv/日}$ 、 $0.17 \pm 0.34 \mu\text{Sv/日}$ 、と技師において線量が突出して高いこと、また技師の被ばく線量の標準偏差が非常に大きく、線量が高くなる変動因子が背景にあることが示唆された。

D. 考察

医療従事者の被ばく実態を把握し、被ばくの増加につながる要因を見いだすための、線量調査を計画した。単一施設でも約 500 名、延べ約 20,000 データの被ばく線量デー

タ集計が必要であり、莫大な作業量となることが予想される。一方、現時点では月間 5mSv を超える線量を受けたものは見つからず、研究分担・協力病院においてはある程度適切な被ばく管理が行われていることが予想された。

予備研究の結果からは、近年腫瘍診断のツールとして頻用されている PET の領域でも、医療関係者の被ばくが問題であることが明らかとなっている。医療従事者の被ばくとしては、X 線、特に血管造影などの透視下作業による被ばくが注目されることが多いが、この予備研究では PET に関与する医療者の中で特に撮影技師の被ばくが一日 $2 \mu\text{Sv}$ を超えていること、医療に直接従事していないが、PET で利用する薬剤の製造に関わるサイクロトロン技術者や薬剤師にも無視の出来ないレベルでの被ばくが生じていることが明らかとなった。これらの予備検討の結果を考慮し、本研究での対象者には X 線業務従事者のみでなく、核医学診療従事者も含めることとしている。注目されてくることが少なかったと思われる。予備研究では幸いにしてサイクロトロン技術者の被ばく線量は医療者に比べて低い線量であったが、2 ヶ月間という短期間のデータ集計であるため、令和 2 年度に行う本研究 3 年間データの集計を通して、サイクロトロン技術者を含む PET に関与する医療関係者の被ばく状況も詳細に把握する必要があると考える。

E. 結論

医療従事者の被ばく実態を把握し、被ばくの増加につながる要因を見いだすため、平成 28 年度～30 年度の線量を後ろ向きに調

査する研究計画を立案、許可を得ることができた。月間 5mSv を超える高線量被ばくは現時点で発見されていないが、令和元年度時点では最終的な結果の集計には至っていないため、令和 2 年度に研究を継続する。また予備研究の結果に従い、PET に関与する医療者も検討対象として含めることとした。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書に記載)

G. 研究発表

1. 論文発表

Takahashi Y, Hosokawa S, Tsujiguchi T, Monzen S, Kanzaki T, Shirakawa K, Nemoto A, Ishimura H, Oriuchi N. Time-related study on external exposure dose of 2-deoxy-2-[F-18] fluoro-D-glucose for worker's safety. Radiological Physics and Technology. 13: 98-103, 2020 (open access)

2. 学会発表

無し

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

無し

2. 実用新案登録

無し



Time-related study on external exposure dose of 2-deoxy-2-[F-18] fluoro-D-glucose PET for workers' safety

Yasuyuki Takahashi¹ · Shota Hosokawa¹ · Takakiyo Tsujiguchi¹ · Satoru Monzen¹ · Takao Kanzaki^{1,2} · Koji Shirakawa³ · Ayaka Nemoto⁴ · Hayato Ishimura⁵ · Noboru Oriuchi⁶

Received: 12 June 2019 / Revised: 29 November 2019 / Accepted: 29 November 2019 / Published online: 12 December 2019
© Japanese Society of Radiological Technology and Japan Society of Medical Physics 2019

Abstract

Time-course study of individual dose equivalents of 2-deoxy-2-[F-18]fluoro-D-glucose positron emission tomography (¹⁸F-FDG PET) was conducted in different hospital workers, and the daily work duties were analyzed. For the measurements, a semiconductor dosimeter was used. The values at intervals of 1 min and 1 h, the monthly cumulative and daily cumulative doses, and trend graphs were acquired with dedicated software and displayed on the reader. The following radiation workers with duties involving maximum external exposure work were included: doctors making diagnoses (4.8 μSv/procedure), nurses removing injection needles (3.1 μSv/procedure), pharmacists performing quality control tests (2.9 μSv/procedure), nuclear medicine technologists assisting patient positioning (6.5 μSv/procedure), and cyclotron engineers performing daily checks (13.4 μSv/procedure). The results of analysis of daily work duties revealed the influencing factors of external exposure dose. To reduce the external exposure dose, investigators should shorten the patient's contact time with the ¹⁸F-FDG source or patient tracer.

Keywords ¹⁸F-FDG PET · Radiation workers · Si solid-state detector

1 Introduction

Recently, the environment of radiation workers has changed because of the improved performance of positron emission tomography (PET) system [1] and new acquisition methods [2]. Previous reports have described personal radiation monitoring of medical staff [3–6], but re-evaluation of that is necessary in the current environment. Automatic injectors used in current systems [7], and shielding with lead glass and new acquisition methods have shortened the acquisition time, which reduces the penetration dose, even when the observation window does not provide complete protection.

In Japan, personal dosimeters are used for measuring the external exposure dose of workers, in accordance with the ordinance on prevention of ionizing radiation hazards, and radiophoto luminescence glass dosimeters (RPLD) [8] or optically stimulated luminescence dosimeters (OSLD) dosimeters [9] are commonly used for monitoring individual workers.

In workers who undergo exposure for 20–30 years, the doses are recorded on a daily or monthly basis. Female workers require stronger protection against radiation exposure. Annihilation level of radiation is emitted in patients, and the exposure dose may increase during removal of the needle and medical assistance. In this study, to estimate the effective dose, Hp(10), the personal dose equivalent of 2-deoxy-2-[F-18]fluoro-D-glucose (¹⁸F-FDG) PET was

✉ Yasuyuki Takahashi
ytaka3@hirosaki-u.ac.jp

¹ Department of Radiation Science, Hirosaki University Graduate School of Health Sciences, 66-1 Hon-cho, Hirosaki, Aomori 036-8564, Japan

² Department of Radiological Technology, Gunma University Hospital, 3-39-22 Showa-machi, Maebashi, Gunma 371-8511, Japan

³ Department of Radiological Technology, Hirosaki University Hospital, 53 Hon-cho, Hirosaki, Aomori 036-8563, Japan

⁴ Department of Advanced Clinical Research Center, Fukushima Medical University, 1 Hikariga-oka, Fukushima, Fukushima 960-1295, Japan

⁵ Department of Radiological Technology, Ehime University Hospital, Shitsukawa, Toon, Ehime 791-0295, Japan

⁶ Department of Nuclear Medicine, Fukushima Medical University, 1 Hikariga-oka, Fukushima, Fukushima 960-1295, Japan

measured in radiation workers at four different PET facilities, including the improved radiation workplace, at intervals of 1 min or 1 h, and the values obtained were analyzed using a time study method.

2 Materials and methods

D-shuttle (Chiyoda Technol Corp., Tokyo, Japan) [10] semiconductor dosimeter with Si solid-state detector was used for the measurements (Fig. 1). Si solid-state detectors have been used in pocket dosimeters for about 30 years [11, 12], and the D-shuttle has provided improved reading [13]. The improvements can be analyzed only with the newly developed dedicated reader (Fig. 1); moreover, D-shuttle has an advantage of enabling dose maintenance under long-term monitoring for 1 year. The energy range of individual dosimeter is 80 keV to 1.2 MeV, with an energy dependence of $\pm 30\%$, and calibration is done with ^{137}Cs [14]; whereas, D-shuttle can detect 511 keV of annihilation radiation emitted by the positron-emitting radionuclides of ^{18}F .

RPLD and OSLD were used to estimate the integral effective dose for 1 month, but those devices did not estimate the hourly integral effective dose.

In all workers, the D-shuttle was attached to the worker's chest and exposure doses were measured continuously for 24 h over 3 months, from May 2017 to July 2017. Minute-interval, hourly, monthly cumulative, and daily cumulative doses and trend graphs were generated by the instrument's software. The participants included five types of radiation workers: cyclotron engineer, pharmacist, doctor, nurse, and nuclear medicine technologist. Under consideration that BG measurement may be affected by elevated background radiation, the dosimeter for BG measurement was stored in a monitoring room with thick walls to reduce the negative influence by radiopharmaceutical. The attribution analysis of Hp(10) was conducted using the trend graphs of the

minute-interval or hourly dose from the dosimeter according to the records of the work procedure. The work content was recorded on record sheets for each minute. The roles of the workers performing routine work were as follows: the cyclotron operator was in charge of manufacturing the radionuclide, and making adjustment and checking of the cyclotron every 3 months, the pharmacist performed ^{18}F -FDG synthesis, drug distribution, and quality control tests, the doctor conducted medical examinations and administered ^{18}F -FDG injections, the nurse provided medical assistance, and the nuclear medicine technologist operated the PET/computed tomography (CT). The different types of radiation workers (cyclotron operator, pharmacist, nurse, medical doctor, and nuclear medicine technologist) were investigated at Hospital A. The Hp(10) values of the nuclear medicine technologists at four different hospitals (A, B, C, and D) were compared; in Hospital A, ordinary induction and positioning was used; in Hospitals B and C, a lead glass shield was used next to the PET/CT; in Hospital D, induction and positioning on a bed was done using an intercom and a lead glass shield. A lead glass shield was set parallel to the inspection bed in front of the operation buttons. The monitoring data of personal dose of the workers at each institution were evaluated by the same investigator.

Data of about 20 days in the study period were analyzed during which routine work was performed with approximately equal time. Routine work prioritizes patient safety and comfort. To ensure this work standard, eight patients were accepted for examination per day; those with serious illness were excluded because their symptoms were markedly different, and medical care was more important than obtaining measurement values.

Events of accidental possession of devices and mobile phones with high frequency electromagnetic fields [15] related to break of data stream were removed. The Hp(10) values were analyzed using JMP 9.0 software (SAS Institute Japan Inc., Japan). One-way repeated-measures analysis of variance (ANOVA) with post-hoc test by differences in least squares was used to compare the Hp(10) values of the nuclear medicine technologists at the four different hospitals. Probability values < 0.05 were considered as statistically significant. Systems and procedures used at each hospital are shown in Table 1.

The study was approved by the Ethics Committee of Hirosaki University Graduate School of Health Sciences (2017-014).

3 Results

The average radioactivity of ^{18}F -FDG was 294.6 ± 42.5 MBq. Approximately 160 patients were monitored at each hospital. The changes in average dose

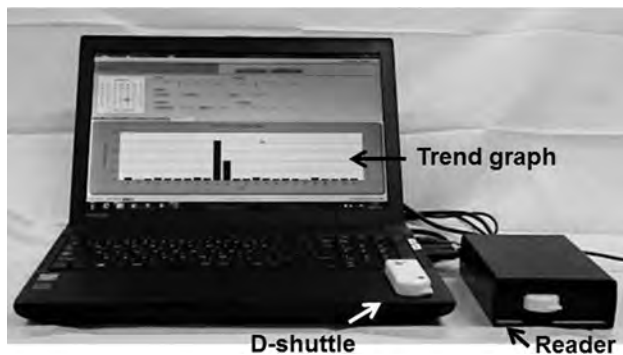


Fig. 1 The semiconductor personal dosimeter and reader. Personal dose equivalent Hp(10) for each hour can be displayed as a trend on the reader

Table 1 Systems and inspection procedures at each hospital

Hospital	Cyclotron	Dosage calculation	Quit room (waiting time: min)	Automatic dispensing injector
A	HM-20S-V (Sumitomo Heavy Industries, Ltd)	4 MBq/kg	60	AI300 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.)
B	–	185 MBq (calibration time)	50–60	UG-01 (Universal Giken)
C	–	185 MBq (calibration time)	60	UG-01 (Universal Giken)
D	CYPRIS HM-18-R-B (Sumitomo Heavy Industries, Ltd)	5 MBq/kg	90	M130 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.)

The calibration time is 09:00, 12:30 and 15:30

according to the work hours is shown in Fig. 2. Average Hp(10) of $0.92 \pm 1.40 \mu\text{Sv/h}$ was attained by the operator at 07:00 at the start of cyclotron operation (Fig. 2a) and that of $0.02 \pm 0.02 \mu\text{Sv/h}$ at 09:00 at the end of the work period for performing target maintenance and periodic rebuilding,

indicating an average Hp(10) of $0.17 \pm 0.34 \mu\text{Sv/day}$. Average Hp(10) of $0.08 \pm 0.18 \mu\text{Sv/h}$ was attained by the pharmacist conducting quality control tests at 08:00 after FDG synthesis (Fig. 2b), with an average personal dose equivalent Hp(10) of $0.04 \pm 0.08 \mu\text{Sv/day}$. The radiation

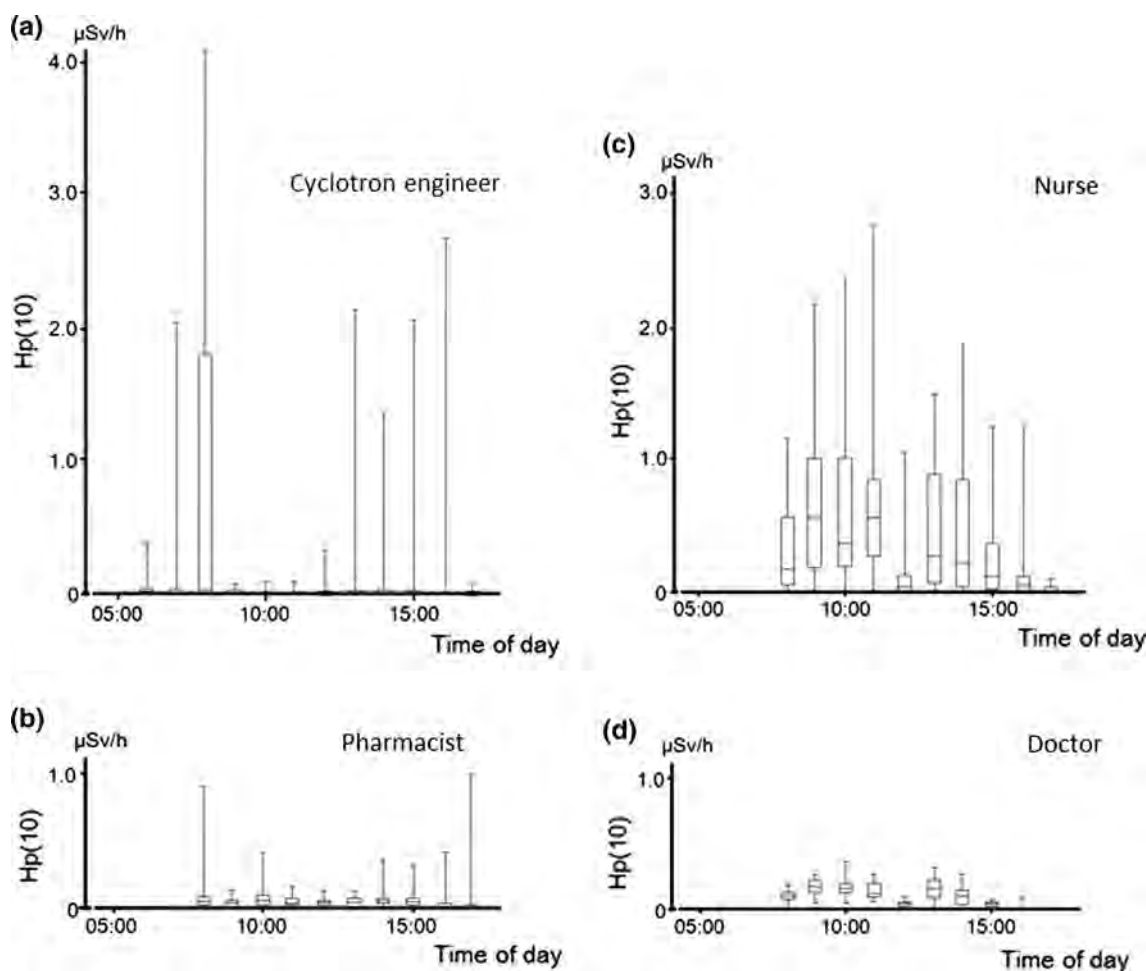


Fig. 2 The personal dose equivalent, Hp(10), in the routine work of the radiation worker of **a** cyclotron operator, **b** pharmacist, **c** nurse, and **d** medical doctor. The semiconductor personal dosimeter is measured continuously during working hours. Each plot com-

prises values measured over 20 days. The notches on the box plots indicate an ~95% confidence interval of the median, calculated as $\text{median} \pm 1.58 \times \text{interquartile range} / \sqrt{(n)}$, with interquartile range being the difference between the third and first quartiles

Fig. 3 The personal dose equivalent, Hp(10), in the routine work of a radiation worker. The types of radiation workers at Hospital A were a cyclotron engineer, pharmacist, doctor, nurse, and nuclear medicine technologist. Hp(10) values were the average \pm standard deviation per day for 3 months

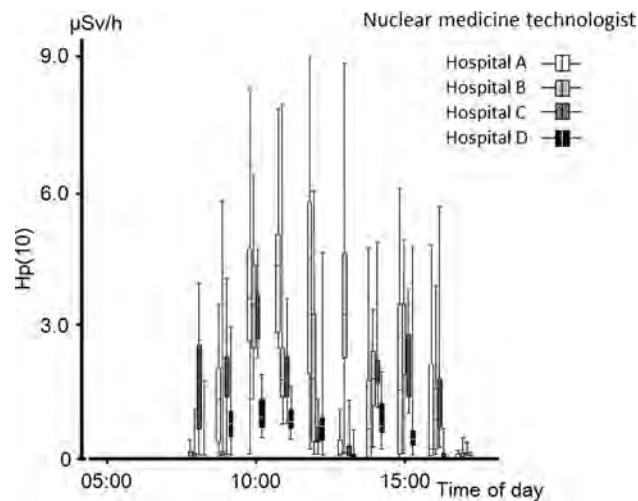
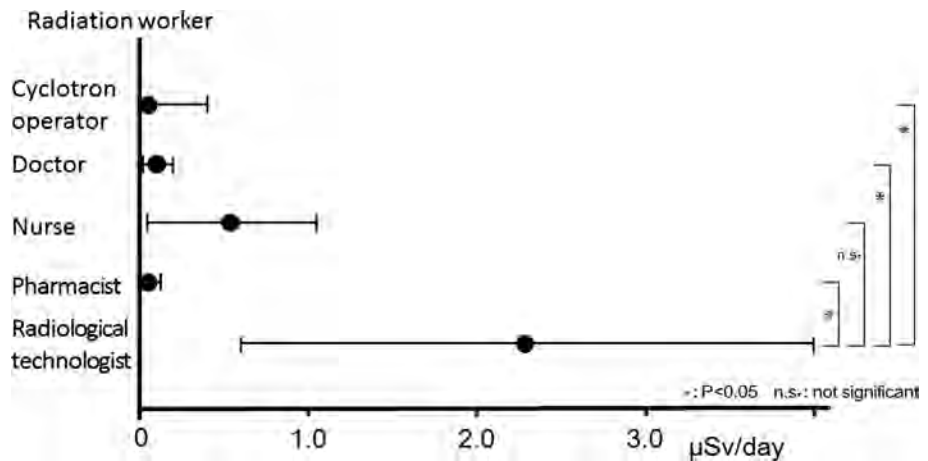


Fig. 4 The external exposure dose in the routine work of nuclear medicine technologists, measured in four hospitals. Each plot comprises values measured over 20 days. Hospital A used ordinary induction, Hospitals B and C used a lead glass shield, and Hospital D used an intercom and a lead glass shield for positioning

dose of the nurse was cumulatively increased with patient overlap, with an average Hp(10) of 0.56 ± 0.53 μ Sv/day (Fig. 2c). Average Hp(10) of 0.14 ± 0.09 μ Sv/h was attained by the doctor, confirming the safety of automatic injections, with an average Hp(10) of 0.10 ± 0.07 μ Sv/day (Fig. 2d). In the nuclear medicine technologists who acquired PET/CT scans sequentially from 09:00, an average Hp(10) of 2.53 ± 1.58 μ Sv/h with each patient was attained, with an average Hp(10) of 2.30 ± 1.72 μ Sv/day (Fig. 4, Hospital A). Increases of Hp(10) were observed in the nurse and nuclear medicine technologist in case of overlap of patients, with an increasing pattern in the morning and afternoon. Significant difference of the value was observed in the cyclotron engineer, pharmacist, and doctor as compared to that in the nuclear medicine technologist

Table 2 Working environment of nuclear medicine technologists at each hospital

Hospital	Induction method	Thickness of radiation shielding glass (mm Pb)	Contact time (min)
A	Call in	None	3.18 ± 0.50
B	Call in	3	2.64 ± 0.19
C	Call in	20	2.25 ± 0.53
D	Intercom	3 or 10 ^a	1.79 ± 0.16

^aThe radiation shielding glass at hospital D had a lead protection of 3-mm thickness at the top, in height from 90 to 180 cm, and a lead protection of 10-mm thickness at the bottom, in height from 0 to 90 cm

($p < 0.05$; Fig. 3), however, Hp(10) was similar between the nurse and nuclear medicine technologist.

Radiation workers with duties involving maximum external exposure work were as follows: doctors in charge of diagnosis (4.8 μ Sv/procedure), nurses removing injection needles (3.1 μ Sv/procedure), pharmacists performing quality control tests (2.9 μ Sv/procedure), nuclear medicine technologists assisting the patient (6.5 μ Sv/procedure), and cyclotron engineers performing daily checks (13.4 μ Sv/procedure).

The results of comparison of radiation doses of nuclear medicine technologists in the different hospitals are shown in Fig. 4; the routine work of nuclear medicine technologists in each hospital is shown in Table 2. In Hospital A without the lead glass shield, the contact duration of the patient was 3.81 ± 0.50 min; whereas, in Hospital D with the lead glass shield, it was 1.79 ± 0.16 min. In Hospitals B and C, the contact duration of the patient was 2.64 ± 0.19 min and 2.25 ± 0.53 min, respectively.

The lowest dose was obtained in Hospital D at which a lead glass shield and short contact duration were used, as shown in Fig. 4 and Table 2. The average Hp(10) was

$1.84 \pm 1.38 \mu\text{Sv/day}$ in Hospital A, at which exposure was without counter-measures; whereas, it was $0.66 \pm 0.53 \mu\text{Sv/day}$ in Hospital D, with counter-measures. The contact duration per patient in Hospital D was approximately 1 min. In Hospitals B and C, $\text{Hp}(10)$ was 2.16 ± 1.46 and $1.87 \pm 0.86 \mu\text{Sv/day}$, respectively. In terms of average $\text{Hp}(10)$, Hospitals A, B, and C were significantly different from Hospital D ($p < 0.05$; Fig. 5), and no significant differences were observed among Hospitals A, B, and C.

During the study period, the highest radiation dose of $38.4 \mu\text{Sv}$ was attained in the cyclotron engineer who inspected the cyclotron, while that of $4.8 \mu\text{Sv}$ was attained in the doctor administering manual injections due to failure of automatic syringe, that of $5.57 \pm 3.83 \mu\text{Sv}$ in the nurse manipulating a stretcher for transport of patients with deteriorating condition (total, ten patients), and that of $6.75 \pm 6.17 \mu\text{Sv}$ in the nuclear medical technologist assisting patients on a wheelchair (total, 24 patients).

4 Discussion

The International Commission on Radiological Protection (ICRP) commission initially recommended general principles for protection of workers exposed to radiation [16], and continues to recommend control of occupational exposure in situations involving planned exposure through optimal procedures with source-related dose constraint, and dose limits. The procedure of the work is complex involving various operations and types of equipment and patients. However, for many types of work in a situation involving planned exposure, investigators are able to reach a consensus on the level of individual doses likely to be incurred in operations with good management.

This study measured personal doses without disturbing the subjects' daily routine work. The distance between the source organ [17] and the dosimeter, and accumulation rate and accumulation speed in the source organ varied, which

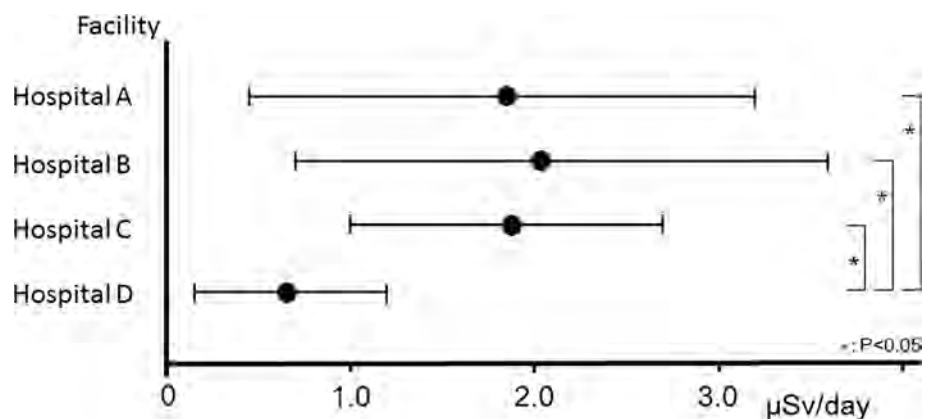
collectively affect the personal dose equivalent. Radiation workers cannot avoid exposure, and therefore, should actively use a lead glass shield, rotate their work schedule, and work efficiently for short periods. The finding of low external exposure dose at Hospital D can be explained by the fact that at that facility, lead glass shielding and short contact duration were applied (Table 2).

The comparison among hospitals indicates that the patient's contact duration should be minimized and a lead glass shield should be used, which benefit the nuclear medicine technologists. The shielding effect of annihilation radiation at 511 keV is calculated using the following standard equation [18]: $I = BI_0e^{-\mu x}$, where I_0 is the incident beam; I is the transmitted radiation intensity; x and μ are the thickness of the shield and the linear attenuation coefficient of the absorbent, respectively; and B is the buildup factor. Although B and μ change with energy, typical lead glass observation windows of 3-mm width have a transmittance of 69.0%.

The dosimeter used in the current study may be applicable in other dosimetry. Estimation of the radiation dose involving direct exposure of positrons to the lens of the eye and skin would allow calculation of reduction in exposure among workplaces in nuclear medicine. IAEA GSG-7 safety standards indicate occupational exposure in appropriate planned situations [19]. These standards consider that the radiation safety of workplaces in nuclear medicine is an ethical issue and should be ensured. For cyclotron workers, leakage into the air affects the radiation dose, and the method for estimating the radiation dose should include analysis of available data through monitoring; especially, around the drain pipes, monitoring could reveal small periodic trends of the dose rate.

In this study, since the daily work duties were clearly defined, we could determine radiation exposure of the workers in the area of the radiation source; however, we did not consider the small differences in the dose, distance from the patient, and contact duration due to the constraint of

Fig. 5 The personal dose equivalent, $\text{Hp}(10)$, in the routine work of a radiation worker. The radiation doses of nuclear medicine technologists in four hospitals were compared. $\text{Hp}(10)$ values were the average \pm standards deviation per day for 3 months



investigations that may interfere with the efficiency of routine work.

Moreover, we excluded patients with serious illness who were unable to move based on the potential risk of sudden changes in the patient's condition and communication disability due to bedridden condition and dementia.

Nevertheless, International Atomic Energy Agency (IAEA) GSG-7 recommends monitoring of occupational radiation even in emergency situation [19], and PET insurance covers epilepsy, coronary artery disease, tumor malignancy, and aortic arch syndrome.

5 Conclusion

The study reports the Hp(10) of radiation workers involved in PET procedures at hospitals, including cyclotron engineers, doctors, nurses, nuclear medicine technologists, and pharmacists. The data obtained by monitoring of those individuals with a semiconductor detector at minute or hourly interval confirmed the time distribution of the radiation dose. This study clarifies the types of work involving high Hp(10) in nuclear medicine, and highlights that to reduce the external exposure dose, investigators should shorten the patient's contact time with ¹⁸F-FDG source or the patient tracer as much as possible within the limitation of patient safety. Worker rotation and other safety measures that are introduced would allow reduction in the Hp(10).

Acknowledgements We would like to thank the staff of the Advanced Clinical Research Center of Fukushima Medical University. A part of this work was supported by the Research Center for Radiation Disaster Medical Science.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Statement of human rights All procedures in the study involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institution research committee and with the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments or comparable ethical standards. For this type of study, formal consent was not required.

Statement of animal rights This article does not contain any studies with animals performed by any of the authors.

Informed consent Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

References

1. Melcher CL. Scintillation crystals for PET. *J Nucl Med.* 2000;41:1051–5.

2. Lodge MA, Badawi RD, Gilbert R, Dibos PE, Line BR. Comparison of 2-dimensional and 3-dimensional acquisition for ¹⁸F-FDG PET oncology studies performed on an LSO-based scanner. *J Nucl Med.* 2006;47:23–31.
3. Chiesa C, De Sanctis V, Crippa F, Schiavini M, Fraigola CE, Bogno A, et al. Radiation dose to technicians per nuclear medicine procedure: comparison between technetium-99m, gallium-67, and iodine-131 radiotracers and fluorine-18 fluorodeoxyglucose. *Eur J Nucl Med.* 1997;24:1380–9.
4. Bayram T, Yilmaz AH, Demir M, Sonmez B. Radiation dose to technologists per nuclear medicine examination and estimation of annual dose. *J Nucl Med Technol.* 2011;39:55–9.
5. Harding LK, Harding NJ, Warren H, Mills A, Thomson WH. The radiation dose to accompanying nurses, relatives and other patients in a nuclear medicine department waiting room. *Nucl Med comm.* 1990;11:17–22.
6. Benatar NA, Cronin BF, O'Doherty MJ. Radiation dose rates from patients undergoing PET: implications for technologists and waiting areas. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2000;27:583–9.
7. Covens P, Berus D, Vanhavere F, Cavelliers V. The introduction of automated dispensing and injection during PET procedures: a step in optimisation of extremity doses and whole-body doses of nuclear medicine staff. *Radiat Prot Dosimetry.* 2010;140:250–8.
8. Yasuda H, Fujitaka K. Efficiency of a radiophotoluminescence glass dosimeter for low-earth-orbit space radiation. *Radiat Prot Dosimetry.* 2002;100:545–8.
9. Suzuki A, Suzuki T, Takahashi M, Nakata T, Murayama T, Tsunoda M. Characteristics of OSL dosimeter for individual monitoring for external radiation. *JAEA-Technology.* 2014;49:1–8 (In Japanese).
10. Cemusova Z, Ekendahl D, Judas L. Testing of the D-Shuttle personal dosimeter. *Radiat Meas.* 2017;106:214–7.
11. Yamaguchi Y, Saito T. Secular and angular response changes of semiconductor-type electronic pocket dosimeter. *Jpn J Radiat Magag.* 2004;3:21–6 (In Japanese).
12. Nakamura F, Kanno T, Okada H, Yoshikawa E, Andou I, Futatsubashi M, et al. Measurement of radiation exposure to a PET institution driver from patients injected with FDG. *Jpn J Radiol Technol.* 2006;62:1105–10 (In Japanese).
13. Tsujiguchi T, Shiroma Y, Suzuki T, Tamakuma Y, Yamaguchi M, Iwaoka K, et al. Investigation of external radiation doses during residents' temporal stay to Namie town, Fukushima prefecture. *Radiat Prot Dosimetry.* 2019. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncz107>.
14. Murayama K. Outline of D-Shuttle and its application. *Radioisotopes.* 2018;67:452–60.
15. Deji S, Nishizawa K. Effects of high frequency electromagnetic fields emitted from digital cellular telephones on electronic pocket dosimeters. *Jpn J Radiat Magag.* 2003;2:33–7 (In Japanese).
16. ICRP Publication 103. The 2007 recommendations of the International Commission on radiological protection. *Ann ICRP.* 2007;37:2–4.
17. Levinger R, Budinger TF, Watson EE. 1991. MIRD primer for absorbed dose calculations: Revised. New York: The Society of Nuclear Medicine, pdf. Accessed 17 Oct 2019.
18. Choju K. Gamma-ray shielding lead glass for PET facilities "PROGR". *New Glass.* 2006;21:65–9 (In Japanese).
19. International Atomic Energy Agency. Occupational radiation protection: general safety guide. IAEA safety standards series No.GSG-7. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2018. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1785_web.pdf.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

2) 医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況に
関するフィージビリティ研究

研究分担者 高村 昇 長崎大学 原爆後障害医療研究所 教授
研究分担者 織内 昇 福島県立医科大学 先端臨床研究センター 教授
研究分担者 伊藤 浩 福島県立医科大学 医学部 教授
研究分担者 粟井和夫 広島大学 医歯薬保健学研究科 教授
研究分担者 工藤 崇 長崎大学 原爆後障害医療研究所 教授
研究分担者 松田尚樹 長崎大学 原爆後障害医療研究所 教授

研究要旨

【目的】職業被ばくのうち、年間平均線量限度である 20mSv/年を超えるものの大多数は医療関係者の被ばくであり、医療現場における被ばくの管理徹底と教育・研修が職業被ばく低減の鍵となることは明らかである。ICRP の勧告で水晶体被ばくの線量限度を 5 年間で 100, 1 年間で 50mSv を超えないように引き下げることが提唱され、本邦でもこれに従った電離放射線障害防止規則（電離則）改正が行われる予定である。この改正は大幅な改正であるため、遵守のためには医療機関における組織的対応が必要であるが、現状において水晶体の線量管理のみでなく、医療行為に伴う被ばくの管理自体が完全な形で行われているとは言いがたい。特に、過去の研究では、医療現場において個人線量計を装着せずに放射線を使った医療行為が行われている可能性が明らかになってきており、管理・教育・研修の徹底が急務であり、本研究ではその現状把握を目的とする。【方法】放射線を用いる業務を行っている医療施設における放射線管理および教育研修の実態を把握するために、Web アンケートの手法を用いた情報収集を行う。対象としては日本医学放射線学会指定の教育研修施設を対象とする予定である。令和元年度は、アンケート作成と Web アンケート形式への変換・実行可能性のフィージビリティ調査を行った。【現状における結果と方針】アンケート作成については、同一研究事業費補助金を得ている「細野班」と、データの共通性を持たせることを考慮して、細野班で作成されたアンケート調査表を元にして、Web 上での回答が可能な形式へと変換した。初回入力テストでは、Web アンケート独自の、自由回答と選択肢回答の併存の問題、選択肢回答の例外処理の問題、選択肢によって分岐する枝分かれ問題の処理の問題など、複数の問題点が生じたため、3 回の Web アンケート修正を行って、最終的なバージョンを作成し、入力テストにて大きな不備がないことを確認した。ただし、入力時の一時保存が出来ないことや、入力の同一性確保（単一の施設から複数の入力が行われないこと）と入力の匿名性の両立について、現時点で用いている Google フォームでは解決困難な点が存在することも明らかとなり、令和 2 年度に向けて、解決に取り組む必要があることが明らかとなった。

A. 研究目的

職業被ばくのうち、年間平均線量限度である 20mSv/年を超えるものの大多数は医療関係者の被ばくであるため、職業被ばくの低減のためには医療現場における被ばく管理と放射線を取り扱う医療関係者への教育・研修が鍵となる。今回の研究の目的は、大規模なアンケート調査によって、医療現場における放射線業務従事者の管理・教育研修の状況を把握することを目的とする。アンケートの簡便性を高くし、回収率を上げるために、アンケートは Web アンケートの形式をとることとする。令和元年度は、アンケート調査項目の作成、Web アンケート化と Web 上での入力試行、および少数例に対して Web アンケートを実施することで、Web 上での大規模調査が可能であるかのフェージビリティ調査を行う。

B. 研究方法

アンケートは Web アンケートの形式をとる。これは回答の簡便性を高くし、回収率を向上させることが目的である。アンケート調査の内容については、同一研究事業補助を受けている別研究班（細野班）において作成されたアンケート項目を共有し、Web アンケートに適した内容に質問項目の削減、回答方式の簡略化を行った改訂版を作成した。これは、二つの研究班で目的を一つとする研究のデータ共通性を高くし、データを共有できるようにすることで、より大きな集団としてのデータ解析を行うことを目的としている。質問項目は、医療機関のタイプ・規模などの「基本事項」・放射線業務従事者の被ばく線量管理の実態・方法などの「従事者管理」、放射線業務従

事者の職種毎の研修受講率や研修方法などの「研修」、放射線防護具・防護眼鏡の配布状況・量などの「作業環境」、および「その他」の 5 つの領域に分類し、項目を作成した

（倫理面への配慮）

侵襲を伴う研究ではないが、アンケート調査については、匿名とすることで、個人情報・病院情報の収集を避けることを予定している。

C. 研究結果

細野班のアンケート設問数が 64 であったため、当研究班の Web アンケート用としては量が多すぎる、項目が複雑過ぎると判断されたため、設問数を約半分に抑えることを目的として、アンケートを作成した。設問数を 31 に削減したアンケート調査を作成、これを Web アンケートの形式に変換した。Web アンケートの様式の調査を行い、無料のものとして、Google フォーム、Questant, SurveyMonkey, Creative Survey, Surveroid, CubeQuery、有料のものとして Webcas, Qooker, Cloud Survey が検討されたが、無料で最も頻用されており、日本語の利用にも問題がないプラットフォームとして、Google フォームを採用した。Google フォーム上でのテスト入力を行ったところ、Google フォーム様式の問題として、枝分岐した設問の設定が難しいこと、選択肢と記述式の混在した設問が設定できないこと、などの Web アンケート特有の技術的問題が少数ではあるが複数存在することが明らかとなったため、3 回のアンケート改訂、入力テストを繰り返し、問題点の修正を行った。最終的

に、設問数 31、ページ数 6 ページのアンケート調査が完成した（参考資料）。これを研究分担施設（長崎大学、広島大学、福島県立医科大学にて入力テストを行い、Web 上で回答することに問題なく、労力も大きなものではないことが明らかとなった。ただし、Google フォームの技術的問題として、一時保存が出来ず、具体的な数値を求める設問では、事前に入力すべき数字を調べておかなければ、はじめからやり直しが必要になることが指摘された。その他、今回の入力テストでは、回答者の匿名性を保つため、入力者、入力施設などの情報の入力を行わない設定としたが、この場合同一施設からの複数回入力をどのように防ぐかが、新たな問題点として明らかとなった。これらについては、令和 2 年度に解決することとなった。

Web アンケートを行う対象施設としては、本研究分担研究者の栗井和夫が日本医学放射線学会の放射線安全管理委員会副委員長であることから、日本医学放射線学会の教育研修施設を対象として行うことを予定した。

D. 考察

約 30 項目の Web アンケートを作成することで、比較的簡便な入力が可能となり、多くの施設で抵抗なく回答可能であると思われる。一方、Web アンケート形式には、入力時の一時保存が出来ないタイプのもので主流であり、今回利用した Google フォームも一時保存が不可であるため、テスト入力時に入力すべき具体的な数値を事前に調査しておかなければならないなどの、Web アンケート特有の問題が存在することも明らか

となった。この問題点の解決のためには、Web 上の入力項目と同一のアンケートを事前にダウンロード可能とし、事前に入力すべき内容を把握できるようにする方法、一時保存が可能な有料の Web アンケートシステムを利用すること、などの解決が必要と考えられた。また、回答者の匿名性については、匿名性を保つ必要があるかどうかについて、再度の検討が必要であると考えられた。

本アンケート調査については、同一研究事業費補助金を得ている「細野班」でも同様の調査が行われる予定である。細野班では、全国の労災病院に対しての調査が検討されており、一方当研究班では、日本医学放射線学会の教育研修施設が対象として予定されていて、調査対象の性格がやや異なっている。このため、二つの研究班の結果を対比した解析や、共有可能な部分については一つのデータとしてまとめた解析を行うことで、医療現場における管理・教育・研修状況の改善により役立つ情報が得られると考えられるため、令和 2 年度以降は細野班との合同会議などを行うことで、協力体制を構築していく必要があると考える。

E. 結論

Web アンケートを用いた医療機関における放射線業務従事者の管理・教育・研修状況調査のフィージビリティ検討を行った。Web アンケート特有のいくつかの問題点はあるが、多数の施設に対する調査として十分に実行可能であることが明らかとなった。

F. 健康危険情報

（総括研究報告書に記載）

G. 研究発表

1. 論文発表

無し

2. 学会発表

無し

H. 知的財産権の出願・登録状況

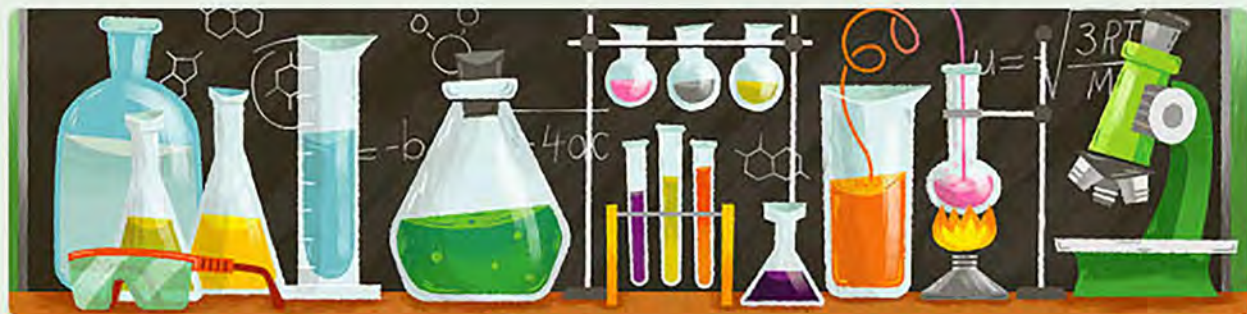
(予定を含む)

1. 特許取得

無し

2. 実用新案登録

無し



アンケートタイトル

本アンケートは厚生労働省 労災疾病臨床研究事業「放射線業務従事医療関係者の職業被ばく実態調査と被ばく低減対策研究」に基づき、医療関係者の被ばく実態とその管理実態の調査研究の一貫として行われるものです。データは研究用として用いられ、法的な規制・処罰などに用いられることはありませんので、正直にお答えください。

本アンケートの研究責任者は長崎大学原爆後障害医療研究所アイソトープ診断治療学研究分野 工藤 崇です。

本アンケートの調査対象は医療法の管理対象となる医療施設における放射線診療従事者です。動物実験施設などにおける放射線を用いる研究者は含みません。

説明 [ダウンロードリンク](#)

現在の時刻を記載して下さい（アンケートの記入にかかった時間を調べるための項目です）

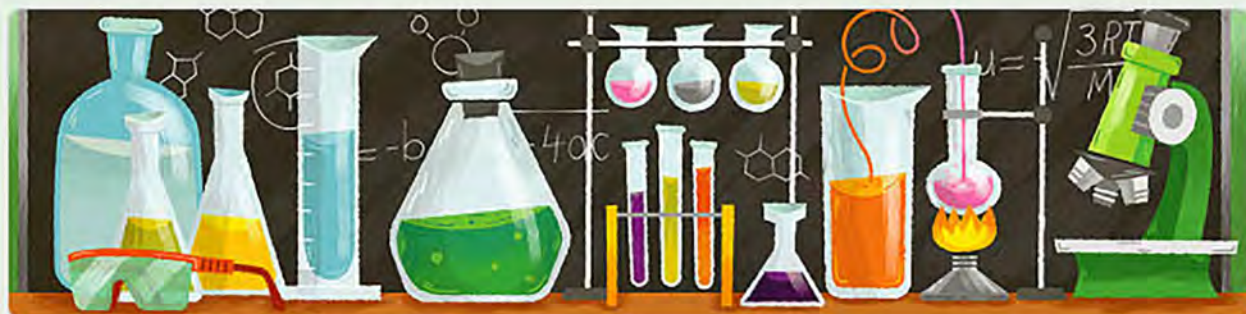
時刻

__ : __

[次へ](#)

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このコンテンツは Google が作成または承認したものではありません。 [不正行為の報告](#) - [利用規約](#) - [プライバシーポリシー](#)



アンケートタイトル

基本事項

設問1 医療機関のタイプをお教えてください。

- 大学病院
- 総合病院
- 循環期センターなどの専門病院
- その他: _____

設問2 病床数ほどの範囲ですか。

- 600床以上
- 600未満400以上
- 400未満200以上
- 200未満50以上
- 50未満

戻る

次へ



アンケートタイトル

従事者管理

設問3 病院・診療施設内のだれかが放射線診療従事者の毎月の被ばく線量を確認していますか？

- はい
- いいえ

設問3-B 上記設問で「1) はい」と回答された施設の方のみへの質問です。確認している方の職種を教えてください（複数回答可）

- 事務職
- 診療放射線技師
- 医師
- 医学物理士
- その他: _____ 

設問3-C 上記設問で「1) はい」と回答された施設の方のみへの質問です。確認している方の職位（教授、技師長、主任、部長、等）を教えてください（複数回答可）

回答を入力

設問4 放射線診療従事者の線量の測定結果を委員会等に報告していますか？

- はい

設問4 放射線診療従事者の線量の測定結果を委員会等に報告していますか？

- はい
- いいえ

設問5 上記設問で「はい」と回答された方へ。報告している委員会等を教えてください。（複数回答可）

- 放射線安全を担当する委員会
- 労働安全を担当する委員会
- 病院長を含む病院の幹部会議
- その他: _____

設問6 職業被ばくの測定メーカから線量が高い場合等に迅速報告してもらう措置を講じていますか？

- はい
- いいえ

設問6-B 上記設問6で「はい」と回答された方へ。その基準を教えてください。（実効線量何mSv以上の場合、等）（複数記述可）

回答を入力

設問6-C 上記設問6で「はい」と回答された方へ。報告の方法を教えてください。（複数回答可）

- メール
- FAX
- 電話
- LINE
- その他: _____

設問7 職業被ばく線量が高い従事者に対して被ばく低減を図るために注意喚起を行っていますか

- はい
- いいえ

設問7-B 上記設問7で「はい」と回答された施設の方へ。その措置を教えてください。（複数回答可）

- 本人に文書で注意喚起
- 本人に口頭で注意喚起
- 所属長に文書で注意喚起
- 所属長に口頭で注意喚起
- その他: _____

設問8 貴施設のおおよその放射線診療従事者数を教えてください。

回答を入力

設問9 放射線被ばくする可能性のある医療従事者等（管理区域にまったく立ち入らない者を除く）の放射線診療従事者としての管理状況を教えてください。

	全員管理	管理区域に立ち入る頻度による	被ばく線量による	その他
医師（研修医除く）	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
研修医	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
診療放射線技師	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
看護師	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
その他	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

設問 10 職業被ばくの線量限度を超える可能性のある放射線業務従事者はいますか？

- いない
- 1～5名程度いる
- 6名～10名程度いる
- 11名以上いる

設問 11 職業被ばくの線量限度を超えるおそれのある従事者に対する措置を決めていますか？

- はい
- いいえ

設問 11-B 上記設問 11で「はい」と回答された施設の方へ。措置や手順を教えてください。（複数回答可）

- 部署異動
- 業務変更
- 注意喚起
- 複数者による措置の理由の説明
- その他: _____

設問 12 実際に職業被ばくの線量限度を超えるおそれのある従事者に対する措置を講じたことがありますか？

- はい
- いいえ

設問 13 過去三年間に職業被ばくの線量限度を超えた放射線業務従事者はいますか？

- いない

設問 1 3 過去三年間に職業被ばくの線量限度を超えた放射線業務従事者はいますか？

- いない
- 1～5名程度いる
- 6名～10名程度いる
- 11名以上いる

設問 1 3-B 設問 1 3で「いない」以外の回答をされた方への質問です。線量限度を超えた業務従事者はどの部署でしたか。医師であれば科、技師・看護師・その他であれば担当部署をお答えください。

回答を入力

設問 1 4 放射線診療従事者の管理をしている部署等を教えてください。

- 事務局
- 放射線部門（診療放射線技師）
- 放射線科等（医師）
- 医学物理部門
- 決まっていない
- その他: _____

設問 1 5 放射線管理業務を専門に行う部署がありますか？

- はい
- いいえ

戻る

次へ

Google フォームでパスワードを送信しないでください。



アンケートタイトル

研修

設問 16 下記の中で、本来個人線量計で管理されていなければならないと思われる業務に従事しながら、フィルムバッジをつけていないとおもわれる部署はありますか？ またその場合、何名程度そのような従事者が推定されますか？

	いない	1～2名いる	3～5名いる	6名以上いる
放射線科医 (IVR, 核医学を含む)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
循環器内科医	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
心臓外科医	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
脳外科医	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
整形外科医	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
消化器外科医	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
泌尿器科医	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
小児科医	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
その他の内科+外科	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
放射線業務に従事する看護師	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
放射線技師	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

設問 17 放射線診療従事者研修の受講率を高めるための方策を実施していますか？

- はい
- いいえ

設問 17-B 上記設問 17で「はい」と回答された施設の方へ。方策を教えてください。（複数回答可）

- 複数回開催
- e-Learning
- 資料講習
- 伝達講習
- その他: _____ 

設問 18 放射線診療従事者に対する研修では、職業被ばく線量を低減するための具体的な方策が含まれていますか？

- はい
- いいえ

設問 19 放射線測定器を着用していない放射線診療従事者に対して放射線測定器の着用を促していますか？

- 100%着用しているのので該当事例なし
- 頻繁に促している
- 時々促している
- まれに促している
- 促していない

設問 19-B 上記設問 19で、「②頻繁に促している」と「③時々促している」を回答された方へ。促す方法を回答ください（複数回答可）。

研修

設問 19-B 上記設問 19で、「②頻繁に促している」と「③時々促している」を回答された方へ。促す方法を回答ください（複数回答可）。

- 研修
- 院内掲示
- 文書回覧（デジタル文書を含む）
- 院内会議
- 上司や院長からの指導
- 放射線安全委員会等からの指導
- 放射線診療従事者個々に指導
- 技師長からの指導
- 部署担当技師からの指摘
- その他: _____

設問 19-C 設問 19で、「③時々促している」、「④まれに促している」、「⑤促していない」を回答された方へ。頻繁に促せない理由を回答ください（複数回答可）。

- 医師には言いづらい
- 他部署の方には言いづらい
- 上司には言いづらい
- 同僚には言いづらい
- 促す立場にない
- その他: _____

設問 20 放射線診療従事者の放射線測定器の着用状況を把握していますか？
（複数回答可）

- 院内組織（放射線安全委員会等）は把握している。
- 放射線診療従事者の管理担当部署は把握している。
- 一緒に業務する他の医療従事者は把握している。
- 誰も把握していない。
- その他: _____

設問 2 1 下記の放射線業務において職業被ばくを低減するための放射線防護衣（プロテクター）のおおよその着用率を教えてください。

	100%	80%以上	60%以上	40%以上	20%以上	20%未満	分からない
放射線科 医IVR業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
放射線科 医治療業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
放射線科 医診断業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
放射線科 医核医学業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
心臓外 科・循環 器医血管 造影業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
脳神経内 科・外科 血管造影 業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
消化器内 科・外科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
整形外科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
泌尿器科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
小児科透 視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
看護師血 管造影業 務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
看護師透 視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

設問 2 2 下記の放射線診療業務について職業被ばくを低減するための放射線防護眼鏡（メガネ）のおおよその着用率を教えてください。

設問 2 2 下記の放射線診療業務について職業被ばくを低減するための放射線防護眼鏡（メガネ）のおおよその着用率を教えてください。

	100%	80%以上	60%以上	40%以上	20%以上	20%未満	分からない
放射線科 医IVR業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
放射線科 医治療業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
放射線科 医診断業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
放射線科 医核医学業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
心臓外科・循環器医 血管造影業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
脳神経内科・外科 血管造影業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
消化器内科・外科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
整形外科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
泌尿器科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
小児科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
看護師 血管造影業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
看護師 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

設問 2 3 放射線業務の被ばく管理のために、防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の放射線測定器を利用していますか。

放射線科 医核医学 業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
心臓外 科・循環 器医血管 造影業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
脳神経内 科・外科 血管造影 業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
消化器内 科・外科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
整形外科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
泌尿器科 透視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
小児科透 視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
看護師血 管造影業 務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
看護師透 視業務	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

設問 2 3 放射線業務の被ばく管理のために、防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の放射線測定器を利用していますか。

- 利用していない
- 利用している

設問 2 3 -B 上記設問 2 3 で「利用している」と回答された施設の方へ質問です。どのような業務・条件の場合に利用していますか。

回答を入力



アンケートタイトル

作業環境

設問 2 4 血管系IVRを行うすべてのX線診療室には術者とIVR行為の介助者が着用できるだけの防護眼鏡が配備されていますか？

- 十分ある
- おおよそある
- かなり足りない
- まったくない

設問 2 5 X線装置が設置されている内視鏡室には防護眼鏡が配備されていますか？

- 十分にある
- 十分ではないがある
- 一つもない

設問 2 6 一般X線透視室には防護眼鏡が配備されていますか？

- 十分にある
- 十分ではないがある
- 一つもない

設問 2 7 手術室には防護眼鏡が配備されていますか？

設問 2 4 血管系IVRを行うすべてのX線診療室には術者とIVR行為の介助者が着用できるだけの防護眼鏡が配備されていますか？

- 十分ある
- おおよそある
- かなり足りない
- まったくない

設問 2 5 X線装置が設置されている内視鏡室には防護眼鏡が配備されていますか？

- 十分にある
- 十分ではないがある
- 一つもない

設問 2 6 一般X線透視室には防護眼鏡が配備されていますか？

- 十分にある
- 十分ではないがある
- 一つもない

設問 2 7 手術室には防護眼鏡が配備されていますか？

- 十分にある
- 十分ではないがある
- 一つもない

戻る

次へ

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このコンテンツは Google が作成または承認したものではありません。 [不正行為の報告](#) - [利用規約](#) - [プライバシーポリシー](#)



アンケートタイトル

その他

設問 2 8 血管系IVRに診療放射線技師がついているおおよその割合を教えてください。

- 100%
- 90%以上
- 80%以上
- 60%以上
- 40%以上
- 20%以上
- 20%未満

設問 2 9 内視鏡室で内視鏡とX線装置を使った検査（ERCP等）と治療に診療放射線技師がついているおおよその割合を教えてください。

- 100%
- 90%以上
- 80%以上
- 60%以上
- 40%以上
- 20%以上
- 20%未満

設問 3 0 血管系IVRや内視鏡を除く一般X線透視室での放射線診療に診療放射線技師がついているおおよその割合を教えてください。

- 100%
- 90%以上
- 80%以上
- 60%以上
- 40%以上
- 20%以上
- 20%未満

設問 3 1 エックス線透視を伴う手術に診療放射線技師がついているおおよその割合を教えてください。

- 100%
- 90%以上
- 80%以上
- 60%以上
- 40%以上
- 20%以上
- 20%未満

お疲れ様でした。最後に現在の時刻を記載してください

時刻

__ : __

戻る

送信

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このコンテンツは Google が作成または承認したものではありません。 [不正行為の報告](#) - [利用規約](#) - [プライバシー](#)

労災疾病臨床研究事業費補助金
分担研究報告書

3) 医療関係者の水晶体被ばくの現状とそれに影響する要因に関する
フィージビリティ研究

研究分担者 松田尚樹 長崎大学 原爆後障害医療研究所 教授
研究分担者 織内 昇 福島県立医科大学 先端臨床研究センター 教授
研究分担者 伊藤 浩 福島県立医科大学 医学部 教授
研究分担者 粟井和夫 広島大学 医歯薬保健学研究科 教授
研究分担者 工藤 崇 長崎大学 原爆後障害医療研究所 教授
研究分担者 高村 昇 長崎大学 原爆後障害医療研究所 教授

研究要旨

【目的】職業被ばくのうち、高線量被ばくの多くは医療行為に伴う被ばくである。ICRPの勧告で水晶体被ばくの線量限度を5年間で100、1年間で50mSvを超えないように引き下げることが提唱され、本邦でもこれに従った電離放射線障害防止規則（電離則）改正が行われる予定である。しかし、実際の医療環境における被ばくの実態、特に水晶体の被ばく状況は十分に調査・検討が行われておらず、改正電離則を実際の医療現場が遵守できるかは明らかであるとはいえない。本研究では現状の医療機関における放射線業務従事者の業務分類毎の水晶体被ばく状況を調査し実態を把握する。【方法】対象としては、特に線量が高いことが予想されるX線透視を伴う業務を対象とした、透視業務に業務従事者に水晶体線量計DOSIRISを着用してもらい、個人ではなく業務分類ごとの水晶体被ばく線量を一ヶ月毎の積算線量として測定、どのような業務分類において水晶体線量が高線量となっているかの実測情報を得ることとした。【現状における結果と方針】令和元年度は研究計画の立案と、一部データ収集を行った。業務分類としては、透視業務立ち会い技師、透視業務立ち会い看護師、泌尿器科、小児科、消化器内科、その他の内科、整形外科、放射線科の8つを業務分類として測定した。令和元年度中に収集できた短期間のデータでは、半数の業務分類で、一ヶ月の水晶体積算線量が1mSvを超えており、4mSvを超える業務もあるなど、予想以上の高線量が観察されたが、観察期間が短いため、この線量が偶発的なものであるか、恒常的なものであるかは現時点では明らかではない。令和2年度の継続研究により、明らかとする予定である。本研究を通して、防護眼鏡の着用率が著しく低いことも明らかとなったため、令和2年度の測定結果によっては、線量低減のための介入が必要となることも予想される。【補足】本検討のバックグラウンドとなる、低線量被ばくの人体影響研究に関する国際的な動向を調査するため、欧州核医学会（EANM2019）において、同領域の国際的な研究者である Dr. Glenn Flux (Institute of Cancer Research, UK), Dr. Christophe Reiners (Würzburg University, Germany), Richard Wakeford (Manchester Univ, UK)との討議を含む、シンポジウムに参加し、情報収集を行った。

A. 研究目的

2011年のICRPソウル声明において、水晶体被ばくの線量限度を5年間で100mSv、1年間で50mSvと引き下げることが勧告された。これに基づき本邦でも改正予定の電離則改訂では水晶体線量限度が下げられる予定であるが、実際の水晶体線量がどの程度のもので、どのような業務が高線量となっているかは不明である。実際に引き下げられた線量を遵守することが出来るか、また順守困難である場合にはどのような介入を行うことで線量を低減させることが出来るか、これらを明らかにするためには、まず現状における実臨床での被ばく実態を把握することが必須であると考えられる。本研究では放射線を扱う業務を分類し、分類毎の水晶体線量を実測し、線量の高い業務分類を把握する。また、体幹部線量を同時に調査し、体幹部線量から水晶体線量を推定することが可能であるかを検証する。

B. 研究方法

長崎大学病院（および研究協力施設の医療従事者）において、放射線業務のうち、被ばく線量が多いと推定される、血管造影、血管造影ではない透視を伴う業務、核医学診断業務、核医学治療業務、及び研究用放射線取扱業務について、業務種（血管造影、内視鏡を伴う透視業務、内視鏡を伴わない透視業務、小児患者の透視業務、核医学診断、核医学治療、研究業務、等に分類）・職種（医師・技師・看護師、等）・放射線取扱時間を記録。業務種と職種の組み合わせごと（以下「業務分類」：血管造影の医師、血管造影の看護師、血管造影の技師、透視業務の看護師、等）に被ばく線量測定装置を割り振り、一月ごと

の業務分類ごとの線量を測定する。被ばく線量測定装置としては、体幹部に装着するポケット線量計、頸部に装着するフィルムバッジ、および個人用水晶体線量計（DOSIRIS: 千代田テクノル社製）を用いる。測定された被ばく線量は月ごとに集計し、どのような職種・業務種が高い被ばく線量につながっているか、体幹部のポケット線量計、フィルムバッジの線量と水晶体線量の相関関係を求めることで、水晶体線量計を用いずに水晶体線量が推定できるか、を検討する。令和元年度においては、DOSIRISの契約、倫理委員会の許可申請、およびDOSIRISを装着しての臨床業務が困難でないかのフィージビリティ調査を行う。

また、本研究のバックグラウンドとなる、低線量被ばくの影響についての国際的な情報収集を行う。

（倫理面への配慮）

個人情報保護の観点、および目的とする情報の性質から、収集する線量データは、業務分類毎の収集で、個人ごとの情報は収集しないこととした。

C. 研究結果

令和元年度においては、倫理審査の終了と、長崎大学単施設における短期間のデータ収集の段階である。

予備的な装着検討により、DOSIRIS装着が臨床業務を妨げないことが確認された。令和2年3月にはフィージビリティ研究として、表に示す7つの業務分類において、一ヶ月間装着の実検証を行ったが、特に実臨床における不都合はないとの意見が大半であり、令和2年度での本データ収集には問

題がないと思われた。また、上記令和 2 年 3 月の装着検証時に同時に水晶体被ばく線量を収集することが出来た（下表）。

業務分類	水晶体線量 (mSv)
泌尿器科透視（医師）	4.2
消化器科透視（医師）	1.7
小児科透視（医師）	1.2
放射線科血管造影（医師）	0.9
整形外科透視（医師）	0.7
透視放射線科技師	0.7
透視立ち会い看護師	1.3

上記に示す結果から、7 つの業務分類のうち 4 つで 1mSv を超えており、予想以上の被ばく線量であった。特に、泌尿器科の透視業務医師は 4mSv を超える高線量であった。ただし、これは一ヶ月のみのデータであるため、偶発的な高線量であるのか、それとも業務独特の恒常的な高線量であるかの検証が今後のデータ蓄積を通して必要であると考えられた。また、恒常的な高線量である場合は、現時点で、長崎大学病院では防護眼鏡装着の普及率が著しく低いため、上記データはすべて防護眼鏡装着なしのデータである。

短期間の仮データであるため、令和 2 年度に測定を継続し、正確な被ばく量と傾向を把握するとともに、上記のような高線量が継続して観察される場合は、防護眼鏡の装着を促す介入を行い、介入後の線量低下を観察する予定である。

また、上記の予備的検討を通して、放射線を取り扱う業務に従事しながら、放射線業務従事者としての登録および個人線量計管理が行われていない者が、医師を中心として複数存在することも明らかとなった。

一方、本検討のバックグラウンドとなる、低線量被ばくの影響についての科学的知見については、欧州核医学会（EANM2019）において、同領域の国際的な研究者である Dr. Glenn Flux (Institute of Cancer Research, UK), Dr. Christophe Reiners (Würzburg University, Germany), Richard Wakeford (Manchester Univ, UK) との討議を含む、カンファレンスに参加、低線量被ばくにおける確定的影響については、水晶体への被ばく影響が従来の推定以上に大きいことが明らかとなり、線量低減の勧告につながったこと、一方低線量被ばくにおける確率的影響については、日本におけるヒバクシャコホート、米国における間接 X 線撮影コホート、ロシア Mayak における核施設労働者コホートなど、影響を支持するデータと、インドケララ州コホートなど否定的なデータが混在しており、現状でも明瞭な結論には至っていない現状の把握が行われた。

D. 考察

DOSIRIS 装着のフィージビリティ調査では、装着しての臨床業務には支障がないことが判明したため、実際の個人線量管理にも DOSIRIS の利用普及は可能ではないかと考えられた。また、防護眼鏡の装着者と非装着者の違いについての検証を試みたが、現時点で防護眼鏡を装着して臨床業務に就いている者がゼロであることが判明したため（防護眼鏡そのものは臨床現場に配布されている）、現時点ではこのままの状況で測定を行い、予備検討にて観察された高線量が恒常的な現象である場合は、令和 2 年度のいずれかの時点で防護眼鏡の装着を推奨して、線量軽減の効果が得られるか、比較検

討することとした。

また、今回本研究の対象となるような臨床業務・作業に従事しながら、個人線量計を装着せずに業務に就いているものが複数名存在することが判明した。本研究は、対象者の管理・処罰を目的としたものではないが、そのような事例を抽出・把握し、介入することが必要であることが推察された。

E. 結論

水晶体線量測定装置 DOSIRIS の装着は、実臨床の妨げにはならないと思われ、臨床利用が可能であると思われた。一方、透視を伴う医療行為では、予想外の水晶体被ばくが発生していることが判明し、水晶体線量低減のための介入の必要性が示唆された。ただし、今回の結果はごく短期間のデータであるため、統計学的意味のある解析のためには、令和 2 年度の継続調査の結果を待つ必要がある。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書に記載)

G. 研究発表

1. 論文発表

無し

2. 学会発表

無し

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む)

1. 特許取得

無し

2. 実用新案登録

無し

Barcelona, Spain

Annual Congress of the
European Association of Nuclear Medicine

October 12 – 16, 2019
Barcelona, Spain

Joint Symposium 27

Radiation Protection Committee / Japanese Society of Nuclear Medicine (JSNM)

Wednesday, October 16, 10:00-11:30

Session Title

Lessons from Fukushima - Low Dose Radiation from Environment Radioisotope

Chairpersons

Takahashi Kudo (Nagasaki, Japan)

Glenn Flux (London, United Kingdom)

Programme

10:00 - 10:20 Noboru Takamura (Nagasaki, Japan): Doses and Likely Health Effects in Fukushima

10:20 - 10:40 Richard Wakeford (Manchester, United Kingdom): Controversies and Challenges of the Linear No Threshold Model

10:40 - 11:00 Keiko Kanai (Osaka, Japan): Supporting Fukushima - The Nuclear accident's Consequences on the Region

11:00 - 11:20 Christoph Reiners (Würzburg, Germany): Special Aspects of Radiation Induced Paediatric Thyroid Cancer

11:20 – 11:30 Discussion

Educational Objectives

1. Learn the societal and health impact of the Fukushima incident
2. Learn and discuss the implication of low doses of radiation in medicine and environmental incidents
3. Consider implications of medical treatment and the environmental impact of radiation exposure to children and young people with radiation

Summary

The potential effect of exposure to low doses of radiation remains poorly understood, despite many decades of research at huge cost. The current model of keeping radiation doses 'As Low As Reasonably Achievable (or Practicable)', commonly referred to as the ALARA principle, has been adhered to globally for many years in the medical, environmental and occupational sectors. This model is based on a linear extrapolation to low radiation doses of the observable effects of high radiation doses, notably the so-called 'bomb data' obtained from Hiroshima and Nagasaki. An intense debate between experts continues almost monthly on the validity of this model, with advocates

Barcelona, Spain

Annual Congress of the
European Association of Nuclear Medicine

October 12 – 16, 2019
Barcelona, Spain

ensuring that regulations are strictly monitored and enforced whilst those opposed to the model claim that there is likely a threshold radiation dose below which no adverse effects would be seen. The current model, the detractors claim, causes unnecessary expenditure, operational limitations and patient and public anxiety. This argument is epitomised by the key topics in this programme. The incident referred to as the 'Fukushima Daiichi nuclear disaster' in which three nuclear meltdowns occurred following a Tsunami, resulted in mass evacuation of the area and a consequent clean up programme that is expected to continue for some decades. However, the health impact of the incident is debatable. Also, social impact was huge due to the lack of well-organized risk-communication to the public. The regulatory insistence on the ALARA principle takes account of public concern in matters of radiation used for medicine, but can be argued to limit patient throughput and diagnostic scan quality in nuclear medicine. Overall the greatest concerns in terms of deterministic and stochastic effects are those pertaining to children and young people. This symposium will cover these topics.

Key Words

Radiation Protection, Radiation Safety, Linear-no-threshold Model, Risk-communication, Fukushima

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Takahashi Y, Hosokawa S, Oriuchi N. et al	Time-related study on external exposure dose of 2-deoxy-2-[F-18] fluoro-d-glucose PET for workers' safety	Radiological Physics and Technology	13	98-103	2020
Karo C, Ideguchi R, Kudo T. et al.	Radiation Monitoring of an Isolation Room for 131I Therapy After the Patients Were Released.	Health Physics	117	419-425	2019