

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：31305

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01387

研究課題名(和文) 嚥下造影検査時の新型放射線防護具の開発

研究課題名(英文) Development of a New Lead-shielding Device during Videofluoroscopic Swallowing Study

研究代表者

森島 貴顕 (MORISHIMA, YOSHIKI)

東北医科薬科大学・東北医科薬科大学病院・診療放射線技師

研究者番号：00742496

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：嚥下造影検査時の術者被ばく防護のための「散乱線防護Box」と「スライド式防護板」を自作開発した。この2つに追加付加フィルタ(1.0、2.0、3.0 mmAlおよび0.5 mmCu)を組み合わせて、人体ファントムを用いて散乱線防護効果を検討した。その結果、床上150cmにおける散乱線除去率はそれぞれ65.4%～79.4%。また、床上90 cmにおける散乱線除去率はそれぞれ30.1%～62.8%であり、術者位置における散乱線防護効果がみられた。散乱線防護Box、スライド式防護板、追加付加フィルタを組み合わせて使用することが、術者被ばく防護に非常に効果的であると考えられる。この結果を論文化し報告した。

研究成果の概要(英文)：We have developed a radiation protection device of the self-made "Scattered radiation protection Box" and "Slide type protective plate" for physician protection during Videofluoroscopic Swallowing Study. The additional filter (1.0, 2.0, 3.0 mm Al and 0.5 mm Cu) was combined with these two to examine the effect of protecting the scatter radiation with the human phantom. As a result, the scattered radiation removal rate at 150 cm above the floor was 65.4% to 79.4% respectively. The scattered radiation removal rate at 90 cm above the floor was 30.1% to 62.8%, respectively, and the effect of scattered radiation protection at the physician position was observed.

We believe that using a combination of scattered radiation protection box, sliding protective plate and additional filter is very effective for physician scatter radiation protection.

研究分野：放射線被ばく防護

キーワード：嚥下造影検査 散乱線 被ばく防護

1. 研究開始当初の背景

(1)医療現場において、X線造影検査は、多くの疾患の検査に使用されており、X線造影検査時における医療従事者の被ばくを防護する為の防護具の開発は、大変重要である。特に、医師の水晶体の被ばく線量限度(等価線量限度)は、年間150ミリシーベルトから、5年間の平均が20ミリシーベルト、または年間50ミリシーベルトを超えないようにすべきであるとICRP(国際放射線防護委員会)の勧告が発表されたことにより、医師の水晶体の被ばくを低減する為の防護具の開発が急がれている。特に、オーバーチューブ型透視装置では、医師の水晶体への被ばく線量の低減の為の防護具の開発が不可欠であるが、これまでに、寝台横置きでの防護具しか開発されていない。

(2)日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会2011版案において、嚥下造影検査時の適正な管電圧、管電流の使用、施設ごとの線量測定の推奨、防護衣(エプロンと甲状腺用のネックガード)と個人線量計の装着を提唱しているように、患者および医師の被ばく線量の低減が重要課題となっている。また嚥下造影検査においてはこれまで医師と患者の被ばく線量の報告がほとんどないのが現状である。患者には若年者も多く、放射線感受性が高い世代の甲状腺への被ばくも無視できない状況であると思われる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、X線嚥下造影検査時の被ばく線量低減防護具を開発し医師及び患者の被ばく線量低減を試みることである。医師は透視装置を用いて造影検査を施行する。その際、水晶体の被ばく線量が問題となる。そこで透視装置に追加の鉛防護具を設置することによ

り医師の被ばく線量の低減が予想される。またX線照射口に付加フィルタを取り付けることにより患者の皮膚表面線量の低減が期待できる。これまで透視装置では横置きの際には鉛防護具を装置に追加して被ばく防護がなされてきたが、縦置きの際の防護具はない。今回、寝台縦置きの際にも使用可能な防護具を開発することにより、多くの検査に使用され、医師の被ばく線量低減に寄与できると考える。

3. 研究の方法

(1)透視台横置き状態での追加防護具(既存)の有無の状態での散乱線量を比較し追加鉛防護具の防護効果や医師の被ばく線量低減を実証する。次に透視台縦置き状態で追加防護具を試作し、散乱線を測定する。また、X線照射口に取り付け可能な付加フィルタを開発し、人体ファントムに線量計を貼り付け患者の被ばく線量の推定をおこなう。

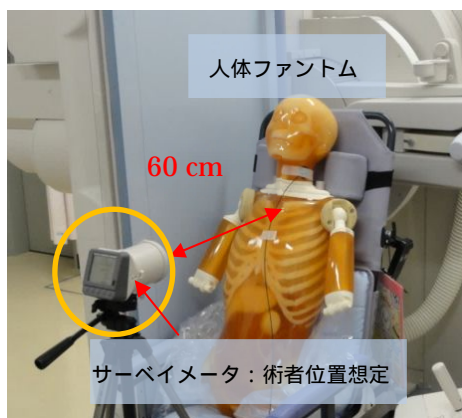
(2)試作した防護具を企業に製作を依頼し、共同研究する。放射線防護具の評価、改良をおこない、防護具の評価はサーベイメータを用いて、追加の防護具の有無による散乱線量を測定する。作成した防護具とフィルタを使用し、臨床での医師及び患者の被ばく線量を評価する。

4. 研究成果

(1)透視台横置き状態での追加防護具(既存)の有無の状態でアクリルファントム(厚さ20cm)とサーベイメータ(日立アロカ社製ICS-321)を用い散乱線量を比較した。その結果、追加防護具を使用した場合、床上高さ90cm(生殖腺位置を推定)では、術者位置にて86.1%、床上高さ150cm(水晶体位置を推定)では、術者位置にて88.9%散乱線を除去することができた。また、術者被ばく線量では(個

人線量計の結果から)追加鉛防護具導入前に比べ導入後では、実効線量で28.6%、等価線量で64.3%を低減することができた。この結果を関連学会にて発表し、論文化した。

(2)次に、嚥下造影検査の1回あたりの透視時間(n=56)を調べた結果、平均8.2分であった(調査期間2014.4~2015.4)。透視台を嚥下造影検査の状態(縦置き)でX線照射口に取り付け可能な付加フィルタを用い、人体ファントム(京都科学社製PBU-50)の甲状腺位置に線量計を貼り付け患者の皮膚表面線量の推定をおこなった(図1)。フィルタの種類はアルミニウムフィルタを1.0mm、2.0mm、3.0mmと銅フィルタ0.5mmの4種類を使用した。その結果、フィルタなしでの表面線量(7.8mGy/5min)に比べて、1.0mm、2.0mm、3.0mmアルミニウムフィルタはそれぞれ15.4%、30.8%、43.6%また、0.5mm銅フィルタでは55.1%皮膚線量を低減することができた。ただし、3.0mmアルミニウムフィルタと0.5mm銅フィルタでは透視条件が厳しく(見えずらく)、実際の検査で患者に使用するには問題が残った。この結果から現段階での患者皮膚線量は1検査あたり12.79mGy(7.8/5×8.2)と推定されるが、追加のフィルタを適切に用いることで患者皮膚線量は低減できると思われる。



a



b

図1 人体ファントムを用いた嚥下造影検査時の患者皮膚表面線量測定及び、術者位置における散乱線測定 人体ファントムとSkin Dose Monitor (SDM)、サーベイメータの配置図(a)、と透視像(b).サーベイメータの位置が通常の術者位置想定。

図a : 人体ファントムはX線管に対し側面の状態で設置した(60 cm)。

図b : SDM(矢印→)は人体ファントムの頸部に装着した

(3)次に本研究では、寝台縦置き状態で使用可能な追加鉛防護具を関連企業と連携して開発した(散乱線防護BOX:1.0mmPb当量)。形状としては、透視X線管を覆う構造であり、縦32cm、横26cm、長さは40cmの立体構造である。主にX線照射口からの散乱線を防護するために開発された追加鉛防護具である。新たに開発した防護具の有無にて、透視装置(ZEXIRA:東芝メディカル社製)と人体ファントム(京都科学社製PBU-50)とサーベイメータ(日立アロカ社製ICS-321)を使用し、術者位置(床上90cm:生殖腺位置推定、床上150cm:水晶体位置推定)の散乱線量を測定した。その結果、追加防護具を使用した場合、床上90cmの位置では9.0%、床上150cmの位置では7.8%散乱線量を除去することができた。また、昨年、患者皮膚線量低減のためのフィルタ(1.0mm、2.0mm、3.0mm、ア

ルミニウムフィルタと0.5mm銅フィルタ)を使用し、患者被ばく低減について報告したが、このフィルタと追加防護具を組み合わせて使用したところ、11.3%～44.7%散乱線を除去することができた。

この研究の新規性として、フィルタを患者被ばく低減ではなく、散乱線防護に使用した報告である。この結果を関連学会(日本摂食嚥下リハビリテーション学会)で発表した。また論文化した。また、嚥下造影検査時の患者の被ばく線量測定は現在進行中である。

(4)本研究課題で、嚥下造影検査時の患者被ばく線量の推定と術者被ばく防護のための自作の防護具「散乱線防護Box」を作製し、結果を報告した。最終年度となる3年目は、実臨床で患者に協力いただき、患者皮膚線量と術者の被ばく線量を測定(n=20)と、さらに新たに「スライド式防護板」(50cm×50cm×0.8mmで鉛当量は0.3mmPb、重量は約6kg)を自作開発し、これまで使用した「散乱線防護BOX」と追加付加フィルタ(1.0、2.0、3.0mmAlおよび0.5mmCu)を組み合わせて(図2)、人体ファントムを用いて乱線防護効果を検討した。

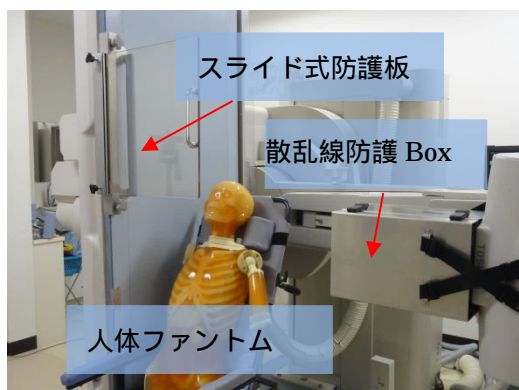


図2

人体ファントムと散乱線防護Box、スライド式防護板を用いた散乱線測定

その結果、患者皮膚線量は被験者20名の平均

透視時間は 4.26 ± 1.4 分、平均線量は18.62 mGy、術者被ばく平均線量は $4.75 \mu\text{Sv}$ であった。この結果は、ファントム実験による皮膚線量推定値(12.79 mGy)に比べやや高い値を示した。その理由として、ファントム実験より、実臨床ではX線管と患者皮膚表面までの距離が近かったこと、透視条件が実臨床の方がファントム実験に比べ高かったことが考えられる。

(5)これまでの実験で、床上150cmにおける「散乱線防護Box」を取り付けた場合の術者位置での散乱線除去率は7.8%と報告したが、これに新たな「スライド式防護板」使用した場合は60.3%であった。さらに追加付加フィルタ(1.0、2.0、3.0mmAlおよび0.5mmCu)を使用した場合の散乱線除去率は65.4%～79.4%であった(表1)。

表1 追加鉛防護具(スライド式防護板及び、散乱線防護Box)、追加付加フィルタの有無における術者水晶体位置(床上高さ150cm)での散乱線除去率 単位(%)

高さ 150 cm	スライド式 防護板(-)	スライド式 防護板(+)
散乱線防護 Box (-)	-	51.5
散乱線防護 Box (-) 1.0 mmAl (+)	14.0	55.1
散乱線防護 Box (-) 2.0 mmAl (+)	5.9	50.0
散乱線防護 Box (-) 3.0 mmAl (+)	16.9	52.2
散乱線防護 Box (-) 0.5 mmCu (+)	50.0	75.1
散乱線防護 Box (+)	11.0	60.3
散乱線防護 Box (+) 1.0 mmAl (+)	25.0	67.6
散乱線防護 Box (+) 2.0 mmAl (+)	25.7	65.4
散乱線防護 Box (+) 3.0 mmAl (+)	36.0	70.6
散乱線防護 Box (+) 0.5 mmCu (+)	55.9	79.4

また、床上90cmにおける「散乱線防護Box」

を取り付けた場合の術者位置での散乱線除去率は9.0%であった。さらに追加付加フィルタを使用した場合の散乱線除去率はそれぞれ30.1%~62.8%であった。「散乱線防護Box」のみでは、散乱線防護効果はあまり得られなかったが、「スライド式防護板」、追加付加フィルタを組み合わせることで、術者被ばく防護に非常に効果的であると考え。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

Morishima, Y, Chida, K, Muroya, Y, Utsumi, Y. Effectiveness of a New Lead-Shielding Device and Additional Filter for Reducing Staff and Patient Radiation Exposure During Videofluoroscopic Swallowing Study Using a Human Phantom. *Dysphagia*, 査読有、33、2018、109-114

<https://doi.org/10.1007/s00455-017-9839-6>

Morishima, Y, Chida, K, Meguro, T Effectiveness of additional lead shielding to protect staff from scattering radiation during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures.

Journal of Radiation Research, 査読有、59 (2)、2018、225-232 DOI: 10.1093/jrr/rrx039

Morishima, Y, Chida, K, Watanabe, H. Estimation of the Dose of Radiation Received by Patient and Physician During a Videofluoroscopic Swallowing Study. *Dysphagia*, 査読有、31、2016、574-578. DOI 10.1007/s00455-016-9718-6

Morishima Y, Chida K, Katahira Y, Seto H, Chiba H, Tabayashi. Need for radiation safety education for interventional

cardiology staff, especially nurses. *Acta*

Cardiol, 査読有、71 (2)、2016、151-155

DOI: 10.2143/AC.71.2.3141844

[学会発表] (計11件)

森島貴顕、千田浩一、目黒敬義、千葉浩生 ERCPにおけるスタッフ被ばく低減のための追加鉛防護具の効果 第46回日本IVR学会2017 (岡山)

森島貴顕、千田浩一、片柳敬一、片平美明、千葉浩生 CRT施行時の術者被ばく防護における追加鉛防護具の有用性 第26回日本心血管インターベンション治療学会学術集会2017 (京都)

森島貴顕、片柳敬一、片平美明、千田浩二、千葉浩生 「いまさら聞けない、基本のキ」放射線被ばく 第42回日本心血管インターベンション治療学会東北地方会 2017

森島貴顕、繁泉和彦、千葉浩生、千田浩二、当院におけるスタッフ教育の現状と問題点 ADATARA LIVE 2016

森島貴顕、片柳敬一、片平美明、千田浩二、千葉浩生 心カテ室における被ばく低減と被ばく防護テクニック 第15回仙台PTCAネットワークライブ 2016

森島貴顕、室谷嘉一、萱場文、千田浩一、千葉浩生 嚥下造影検査 (VF) 時の術者の被ばく防護における追加鉛防護具の有用性 第22回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術集会 2016

森島貴顕、芳賀喜裕、稲葉洋平、千田浩二、千葉浩生、片平美明 心血管IVR時の水晶体被ばくについて 第7回会津心臓病・心血管疾患研究会 2016

森島貴顕、渡辺裕志、目黒祐子、濱田沙

和、千田浩一、石橋忠司、千葉浩生 嚥下造影検査(VF)時における患者および術者の被ばく線量低減に関する検討

第21回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術集会 2015

森島貴顕、目黒敬義、千田浩一、千葉浩生 ERCP術者被ばく防護における追加防護具の有用性 第5回東北放射線医療技術学術大会 2015

森島貴顕、片柳敬一、片平美明、千田浩一、千葉浩生 当院カテ室における被ばく低減の取り組み 第6回会津心臓病・心血管研究会 2015

森島貴顕、片柳敬一、片平美明、千田浩一、千葉浩生 放射線防護衣(プロテクタ)の評価～あなたの施設は大丈夫ですか～ 第39回日本心血管インターベンション治療学会東北地方会 2015

6.研究組織

(1)研究代表者

森島 貴顕 (MORISHIMA, Yoshiaki)

東北医科薬科大学・大学病院・診療放射線技師

研究者番号：00742496

(2)研究分担者

千田 浩一 (CHIDA, Koichi)

東北大学大学院・医学系研究科・教授

研究者番号：20323123

(3)研究協力者

渡辺 裕志 (WATANABE, Hiroshi)

仙台リハビリテーション病院 院長

目黒 祐子 (MEGURO, Yuko)

東北医科薬科大学・大学病院・言語聴覚士