

令和 2 年 9 月 10 日現在

機関番号：34450

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K09142

研究課題名(和文) オーバーテーブル型X線TV装置による術者の白内障リスクの検討

研究課題名(英文) Cataract risk of physician by Over-Table type X-ray TV system

研究代表者

今井 信也 (Shinya, Imai)

大阪物療大学・保健医療学部・講師

研究者番号：00783515

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：国際放射線防護委員会が眼の水晶体への被ばく線量限度を大幅に引き下げる勧告を行ったことにより、本研究は、水晶体への被ばくが最も多いオーバーテーブル型のX線TV装置による放射線検査での術者の水晶体への被ばく線量を水晶体専用線量計を用いて詳細に計測した。また、放射線防護器具の使用による散乱線防護率も詳細に測定し、術者の水晶体への被ばく低減に効果を検証した。

内視鏡的逆行性胆道膵管造影における術者の水晶体への被ばく線量は1回あたり最大3.7mSvと非常に高いことが明らかとなった。しかし、X線TV装置に装着する散乱線防護カーテンや放射線防護眼鏡を着用することで最大約9割の被ばくを低減出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

オーバーテーブル型のX線TV装置を使用するERCPでは、アンダーテーブル型と比べて術者の水晶体への被ばく線量が非常に高くなることや左右の眼によっても線量に違いがみられることが確認出来た。また、一検査あたりの被ばく線量から線量限度20mSv/年に達する検査回数は約14回と試算出来たため、年間のERCPにおける施行限度に関する指標となり得る。

また、X線TV装置用散乱線防護カーテンの装着や放射線防護メガネの着用によって術者への被ばくが著しく低下することが確認出来たため、今後すべての放射線検査に活用していくことを強く推奨する。

研究成果の概要(英文)：The International Radiological Protection Committee (ICRP) recommended in 2011 that the dose limit of the lens of the eye should not exceed 20 mSv in average for 5 years, and 50 mSv per year. For Over-tube type X-ray television system in particular, the dose exposure of the physician's lens may increase. In order to examine the dose of X-ray radiation that physicians are exposed to during endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP), X-ray exposure to the eye was measured in a phantom model with or without radiation-protective devices. In this study, the radiation dose to the eyes was found to be 3.70 mSv for the left eye and 1.50 mSv for the right eye. Radiation exposure to the eye was reduced by 78.1% when the Pb glasses were attached and by 96.7% when radiation-protective curtains were in place.

研究分野：医療被ばく

キーワード：オーバーテーブル型X線TV装置 ERCP 水晶体専用線量計 術者被ばく 白内障 ICRP 3mm線量当量

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1)わが国では、電離放射線障害防止規則及び放射線障害防止法等の法令により、計画被ばく状況下にある職業被ばくのうち、眼の水晶体の等価線量は「150mSv/年を超えない」とされてきた。これら放射線防護に関する技術的基準の考え方は、ICRPの勧告を踏まえたものであり、1990年勧告の内容が取り入れられている。しかし、2011年4月にICRPが発表した組織反応(確定的影響)に関する声明では「5年間の平均が20mSv/年を超えず、いかなる1年間においても50mSv/年を超えないようにすべきである」ことが示された。この根拠は、最近の白内障に関する70編の疫学調査などの結果を踏まえ、白内障のしきい線量は従来の8Gyから、より低い0.5Gyと示されたためである。

(2)近年、放射線を用いた治療や診断技術の普及に伴い、患者の被ばくだけでなく、術者である医療従事者の被ばくも増加傾向にある。特に、インターベンショナルラジオロジー(IVR)に携わる術者の間では、水晶体被ばくによる白内障の発症への関心が高まっている。2000年に発刊されたICRP Publication 851では、IVRにおいて、患者で発生した散乱線によりIVR術者2名と看護師2名に水晶体の混濁(後嚢下白内障)が確認されたことが報告されている。国際電気標準会議(IEC)では、2012年12月に改正されたIEC62387に水晶体の線量測定に3mm線量当量に関する要件が盛り込まれて出版され、これを受けて国際標準化機構(ISO)では、水晶体に関する規格についてISO15382における運用手順の見直しが進められている。現在、国内でのIVRによる術者への被ばくに関する研究は、ほとんどが冠動脈インターベンション(PCI)や肝動脈化学塞栓術(TACE)などのアンダーテーブル型のX線TV装置での環境下で測定されているが、術者の水晶体への被曝は後方散乱線の影響が大きいオーバーテーブル型の方が約10倍高くなるとの報告がされている。オーバーテーブル型とは、X線管球が上部に、X線検出器が検査台の下部に固定されている装置のことを言い、比較的Non-vascular IVR(非血管系IVR)や消化管検査で多く使用される。特にERCP(内視鏡的逆行性胆管膵管造影)などは、検査手技の特性上、患者とX線管球との空間が広いオーバーテーブル型のX線TV装置を使用し、さらに長時間のX線透視による被ばくに晒される。このため、術者の水晶体への被ばくが非常に高いとされており、繰り返し検査を行うことによる白内障のリスクが懸念される。またこれらの検査は、放射線の知識を有した放射線科医が行うことは少なく、大半は消化器内科等の医師によって施行されているのが現状であり、放射線防護の体制も各施設によってさまざまである。

### 2. 研究の目的

(1)本研究では、術者の水晶体への被ばくが最も多いと予測されるオーバーテーブル型のX線TV装置を用いられるERCPを想定した検査環境を再現し、水晶体専用の3mm線量当量線量計により等価線量を詳細に計測することで、ICRPの勧告による被ばく線量限度との関係から放射線曝露による白内障のリスクを推測することを目的とする。放射線検査時のX線管球周りに装着する散乱線防護クロスの使用や水晶体への被ばくを防護するX線防護メガネの着用により、散乱線を60~90%遮蔽する効果があると報告されているが、それぞれ単体での使用及び併用による使用での遮蔽効果についても計測し、Non-vascular IVRの領域においての具体的な被ばく低減に向けた防護方法についても検討を行った。

### 3. 研究の方法

#### (1)水晶体への被ばく線量の測定

実験は、研究代表者の所属大学に設置されたX線TV室で行い、術者の水晶体への被ばくが最も多いと予想されるオーバーテーブル型のX線TV装置を用いて実施した。術式には比較的X線照射時間が長く、検査のほとんどがオーバーテーブル型のX線TV装置で行われるERCPを選択した。標準的なERCPの検査環境とX線照射時間(30分)および透視条件を再現して、患者に見立てた腹部ファントム(京都科学製CT撮影用ファントム)に模擬照射した。術者の立ち位置は、X線照射中心より頭側に45°、距離60cmの位置とした。術者に見立てた頭部ファントムの両眼部分に3mm線量当量を測定可能とする千代田テクノル社製水晶体用線量計「DOSIRIS」を装着して計測を行った。また、頸部に千代田テクノル社製ガラスパッチも装着して1cm線量当量、70µ線量当量についても計測を行い、3mm線量当量との比較検討を行った。

#### (2)散乱線防護クロス及びX線防護メガネによる散乱線防護効果の検証

(1)の実験とX線照射時間および透視条件等同じ条件下で、術者の水晶体への散乱線防護を目的とした鉛当量0.07mmPb相当X線防護メガネを術者に見立てた人体ファントムに装着し、散乱線の低減率を計測した。また、X線管球と患者のX線照射範囲を鉛当量0.25mmPb相当のクロスで覆いかぶせて散乱線を遮蔽するX線TV装置用散乱線防護クロスも用いて測定した。散乱線防護クロスとX線防護メガネを併用して使用した場合と個別に使用した場合での両眼の水晶体に受ける線量を測定して散乱線低減率を試算し、その効果について検討を行った。

### 4. 研究成果

(1)ERCPを基準にして人体ファントムに30分間X線を照射したときの術者の水晶体等価線量の

平均値は、3mm 線量当量計（左眼）が 3.7mSv、3mm 線量当量計（右眼）が 1.5mSv 計測され、ガラスバッチ（1 cm線量当量）が 3.8mSv、ガラスバッチ（70 μ m 線量当量）が 4.3mSv と計測された。これらの計測値を Games-Howell 法で多重比較を行った結果、3mm 線量当量計（右眼）とその他の全ての項目に有意差が認められた。また、3mm 線量当量計（左眼）とガラスバッチ（70 μ m線量当量）にも有意差が認められた。ガラスバッチ（70 μ m線量当量）とガラスバッチ（1 cm線量当量）には有意差が認められなかった。

(2)放射線防護メガネを装着した時の鉛当量の違いによる水晶体等価線量の平均値は、左眼で 1.6 mSv 、右眼で 0.3mSv と計測され、放射線防護メガネを装着していないときと比べた散乱 X 線の低減率は、左眼で 56.6%、右眼で 78.1%であった。

X 線管に散乱線防護クロスを装着した場合、左眼で 0.1(0.12)mSv、右眼は検出限界(0.1 mSv)未満であった。散乱線防護クロスに放射線防護メガネを併用した場合、左眼で 0.1(0.06)mSv、右眼は検出限界未満であった。散乱線防護クロスを装着していないときと比べた散乱 X 線の低減率は、放射線防護メガネを装着していない時の左眼で 96.7%、装着した時で 98.4%であった。

(3)本研究は、術者の上半身への X 線被ばくが高いとされるオーバーテーブル型 X 線 TV システムと使用した ERCP での術者の水晶体等価線量について人体ファントムを用いて推測した。その結果、IRCP の推奨する年間の水晶体等価線量に対して 1 回あたりの検査での割合が非常に高いことを示し、白内障へのリスクに対して警鐘を鳴らした。予防策として、放射線防護メガネや、特に散乱線防護クロスを使用することは散乱 X 線の低減に非常に高い効果を発揮するため、これらの使用を推奨する。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Imai Shinya, Akahane Manabu, Imamura Tomoaki	4. 巻 6
2. 論文標題 Computed Tomography: Return on Investment and Regional Disparity Factor Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Public Health	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpubh.2018.00380	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 大槻勇一朗, 田村諒, 奥山弘也, 今井信也	4. 巻 6
2. 論文標題 ERCPにおける簡易散乱線防護クロスによる被曝低減の検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 大阪物療大学紀要	6. 最初と最後の頁 39-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Imai Shinya, Akahane Manabu, Konishi Yuto, Imamura Tomoaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Benefits of computed tomography in reducing mortality in emergency medicine	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Open Medicine	6. 最初と最後の頁 394 ~ 401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/med-2018-0058	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 KATSUDA T, NOGUCHI A, TANKI N, IMAI S	4. 巻 8
2. 論文標題 Influence of Ambient White Light Emitted Diode (LED) on the Radiochromic Film	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 大阪物療大学紀要	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木村 勇登, 吉川 武志, 長田 大和, 今井 信也	4. 巻 8
2. 論文標題 IVR透視下における散乱線の分布特性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 大阪物療大学紀要	6. 最初と最後の頁 39-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中 梨夏子, 阿部 愛海, 羽紫 奈津子, 今井 信也	4. 巻 8
2. 論文標題 トモシンセシスを用いたマンモグラフィにおける被ばく線量の推定について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 大阪物療大学紀要	6. 最初と最後の頁 33-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡辺 瑞萌, 漆山 遥香, 増井 佑也, 今井 信也	4. 巻 7
2. 論文標題 マンモグラフィにおける空間線量の測定 MLQ、CC撮影による線量分布	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 大阪物療大学紀要	6. 最初と最後の頁 39-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 今井信也	4. 巻 26
2. 論文標題 3mm線量当量線量計を用いたIVR術者の水晶体等価線量の測定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本放射線技術学会計測部会誌	6. 最初と最後の頁 25-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 今井 信也, 赤羽 学, 木村 信三, 丹喜 信義, 溜池 数磨, 石山 成浩, 今村 知明	4. 巻 5
2. 論文標題 IVRにおける術者の白内障リスクの検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 大阪物療大学紀要	6. 最初と最後の頁 27-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計13件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Shinya Imai, Yuji Ogata, Nobuyoshi Tanki, Hitoshi Sato, Kazuma Tameike, Atsushi Noguchi, Toshizo Katsuda
2. 発表標題 Occupational eye lens dose in endoscopic retrograde cholangiopancreatography using a dedicated eye lens dosimeter: A phantom study
3. 学会等名 The Radiological Society of North America 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今井 信也, 赤羽 学, 今村 知明
2. 発表標題 IVR術者における白内障リスクと予防策
3. 学会等名 第76回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S Imai, N Tanki, Y Ogata, H Sato, K Tameike, A Noguchi, H Okuyama, M Tamura, T Katsuda
2. 発表標題 Occupational eye dose in endoscopic retrograde cholangiopancreatography using 3 mm equivariant dosimeters -phantom study-
3. 学会等名 ECR2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今井 信也
2. 発表標題 3mm線量当量線量計を用いたIVR術者の水晶体等価線量の測定
3. 学会等名 第74回日本放射線技術学会総会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田村 諒, 大槻 勇一朗, 奥山 弘也, 今井 信也
2. 発表標題 簡易散乱線防護クロスによる散乱線低減効果の検討
3. 学会等名 第27回大阪府診療放射線技師会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺 瑞萌, 漆山 遥香, 増井 佑也, 今井 信也
2. 発表標題 マンモグラフィにおける空間線量の測定
3. 学会等名 第28回大阪府診療放射線技師会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増井 佑也, 中野 涼介, 今井 信也
2. 発表標題 ERCPにおける術者の水晶体被ばく線量の評価
3. 学会等名 第28回大阪府診療放射線技師会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中 梨夏子, 阿部 愛海, 羽紫 奈津子, 今井 信也
2. 発表標題 トモシンセシスを用いたマンモグラフィにおける被ばく線量の推定について
3. 学会等名 第29回大阪府診療放射線技師会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木下 英一, 藤原 謙介, 今井 信也
2. 発表標題 IVRにおける個人線量計装着位置の最適化の検討
3. 学会等名 第29回大阪府診療放射線技師会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村 勇登, 吉川 武志, 長田 大和, 今井 信也
2. 発表標題 IVR透視下における散乱線の分布特性の検討
3. 学会等名 第29回大阪府診療放射線技師会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tanki N, Hirahara D, Tani N, Nishiura N, Gotanda T, Gotanda R, Imai S, Kawaji Y, Katsuda T
2. 発表標題 Evaluation of breast tomosynthesis images for reducing radiation exposure: Preliminary investigation
3. 学会等名 European Congress of Radiology (国際学会)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 Katsuda T, Gotanda R, Gotanda T, Akagawa T, Tanki N, Noguchi A, Shinya Imai, Kuwano T, Yabunaka K
2. 発表標題 Correction of dose-pixel value calibration curve of Gafchromic film at low dose area for 3D measurement of the CT
3. 学会等名 European Congress of Radiology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Imai S, Tanki N, Sato H, Ogata Y, Kinoshita E, Fujihara K, Katsuda T
2. 発表標題 Optimization of lens exposure measurement in IVR
3. 学会等名 European Congress of Radiology (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	佐藤 斉  (Sato Hitoshi)  (90285057)	茨城県立医療大学・保健医療学部・教授   (22101)	
研究分担者	小縣 裕二  (Ogata Yuji)  (60281127)	大阪物療大学・保健医療学部・教授   (34450)	
研究分担者	丹喜 信義  (Tanki Nobuyoshi)  (60441573)	大阪物療大学・保健医療学部・助教   (34450)	