第７０回道南医学会大会一般演題

内視鏡的逆行性胆管膵管造影検査の被曝低減の検証

国立病院機構函館病院　外来内視鏡部　○井　川　敬　子・阿　部　千　里
佐　藤　千代子・福　原　直　美
西　川　有　佳
同　　診療放射線科　富　田　　豊
同　　消化器内科　久　保　公　利・西　村　友　佑
間　部　克　裕・加　藤　元　嗣
北海道大学病院　　消化器内科　中　村　晃　久

【要旨】
内視鏡的逆行性胆管膵管造影（以下、ERCP）の被曝防護はプロテクター着用のみだったが、オーバーチューブ型透視用の防護カーテンが導入され、導入前後での従事者の被曝量を測定し、被曝低減について検証した。

【キーワード】：ERCP、被曝低減、防護カーテン

【はじめに】
消化器内科では、内視鏡的逆行性胆道膵管造影(endoscopic retrograde cholangiopancreatography、以下、ERCP)や経皮経肝胆道ドレナージ・小腸内視鏡・イレウス管留置・消化管ステント留置など、診断や治療をＸ線透視下で行うことが多い。そのため、従事する医師や看護師には、一定量の被曝が生じる。
国際放射線防護委員会の2007年勧告では、放射線防護の基本原則は「正当化，最適化，線量限度の適用の維持」[1)]と記載されており、医療従事者の放射線被曝は軽視できない問題となっている。近年、被曝対策として他施設の研究も散見し、放射線防護具の有用性が報告されている。
内視鏡部ではこれまで、エプロンタイプの防護衣（以下、プロテクター）を着用するのみだったが、オーバーチューブ型Ｘ線透視台用の防護カーテンが導入されることが決定され、これを機に、導入前後での従事者の被曝量を測定し、被曝低減について検証することになった。

【目的】
ERCP従事者の被曝量を測定し、防護カーテン導入前後の被爆低減を検証する。

【方法】
１．調査期間
導入前：平成28年７月～平成28年11月
導入後：平成28年12月～平成29年２月
２．研究対象
ERCPに従事する医師と看護師
３．データ収集方法
１）Ｘ線透視撮影台(図１)
導入された防護カーテンは、オーバーチューブ型Ｘ線管用のため、日立メディコ社製EXAVISTA（型式TU-8500H、S/N KC17111101）一台に限定し、管電圧・管電流などは、通常のERCPで使用される条件とした。
２）放射線防護用具
（１）Ｘ線透視用防護クロス（図２）
マエダ社製散乱線防護カーテン（型式NP、S/N8486167004、鉛当量0.25mmPb 、以下、防護カーテン）で、管球と照射野を覆う４面防護タイプを使用した。
（２）プロテクター（図３）
従来使用しているプロテクター9枚（マエダ社製、規格MMA、無鉛、鉛当量0.25mmPb）にナンバリング後、Ｘ線透視で遮蔽シートの状態を確認した。術者・助手・注射係の体格に合っていることを確認し、毎回同じ番号のプロテクターを着用した。
３）線量計（図４）
線量計は、校正済みの電子ポケット線量計（日立社製、型式PDM-222C-SZ、アラーム機能付、Electronic Pocket Dosimeter、以下EPDⓇ）を使用し、プロテクター内外の被曝量測定として、ユニフォームの左胸ポケットとプロテクター外前胸部（床上115cm～140cm）に装着した。電波による誤計測を避けるため院内PHSは外し、EPDⓇアラーム閾値は100μSvに設定した。透視室内の散乱線量分布は、本研究では調査せず、実使用時における被曝量の測定に限定した。
４）立ち位置の明示（図５）

術者・助手・注射係の立ち位置を決めて床にマーキングし、測定点とした。
５）記録（表１）
症例毎に、①施行された検査や処置②所要時間③プロテクター内外の被曝量④透視時間⑤立ち位置と担当役割⑥患者が動いた場合の対処やケア（口腔吸引や抑制など）の有無、を記録した。
４．データ分析方法
有意水準５％で分散分析とｔ検定を行った。
５．倫理的配慮
研究対象者は日常診療に従事する医療従事者であり研究のために新たに行う介入はなく、個人情報は研究に使用しない。

本研究は、国立病院機構函館病院倫理委員会（承認番号H28－0707001）の承認を得ている。

【結果】
防護カーテン導入前26例、導入後33例のデータを収集した。うち導入前3例と導入後6例に、術者と助手の交代・患者体型による管電流の増量などがあったため除外し、最終的に導入前後各23例で検証した（表２）。
１．被曝量の平均値は、防護カーテン無・プロテクター外が高線量で、術者480.61＞注射係144.22＞助手90.22μSv、防護カーテンの使用で、術者20.52＞注射係16.70＞助手10.65μSvだった（表３、図６）。
２．術者において、防護カーテンによる被曝量の低減率はプロテクター外で95.7%、プロテクターによる低減率は90.8%だった（表４）。
３．「防護カーテン有無におけるプロテクター内外の被曝量と透視時間のｔ検定」（表５）では、有意水準１％で、全ての立ち位置とプロテクター内外の被曝量・透視時間において、防護カーテン有無に有意差が認められた。
４．「防護カーテン有無におけるプロテクター内外の被曝量と透視時間の分散分析」（表６）でも、全ての立ち位置とプロテクター内外の被曝量・透視時間において、防護カーテン有無に有意差が認められたが、防護カーテンと交互作用があったのは、プロテクター外被曝量のみだった。
５．「防護カーテン有無・プロテクター内外の被曝線量と透視時間の散布図」（図７、図８）には、術者と注射係に外れ値があり、内視鏡的経鼻胆道ドレナージ（endoscopic naso biliary drainage、以下、ENBD）・口腔吸引・体動抑制・点滴ルート漏れによる血管確保が施行されていた。

【考察】
防護カーテンとプロテクター外被曝量は交互作用があり、防護カーテンはプロテクターに遮蔽されない部位の被曝低減に有効であることが証明された。
プロテクター内に交互作用がなかったのは、プロテクターのみでも90%の被曝低減があり有意差が得られた点から、プロテクターの遮蔽効果が安定していたと考える。プロテクターは、事前にＸ線透視で遮蔽シートの状態をチェックし、防護能力に有効的と思われるものを選択して使用したが、選択されなかったものには、欠損や亀裂・畳みジワが映った物もあった。遮蔽効果を悪化させないためには、畳まずにハンガーに掛けるなど日頃の取扱いが重要である。また、遮蔽シートの状態は外観だけでは判断が難しいため、定期点検や防護カーテンの併用が被曝低減に有効と考える。
外れ値の原因の１つとなったENBDの手技は、内視鏡抜去後に、胆管内に留置したチューブを経鼻的に外瘻化するため、その際の被曝と考える。体位変換後に管球の移動とともに防護カーテンも移動するため、隙間が生じたこと、また操作のために防護カーテンの裾を折り返すこともあったためと思われる。注射係の外れ値は、患者が動いた場合の対処や口腔吸引・血管確保などの必要性が生じると、立ち位置から管球側に移動したり、防護カーテンの裾を折り返す・防護カーテンの接続ベルトを外す等を行うため、線源に近づいたこと、散乱線の漏えいが生じたことが原因となったと考える。
ERCPは、造影剤でリアルタイムに撮影する。アラーム付EPD®は、そのリアルタイムに被曝線量を把握でき、特徴を踏まえて適正に使用すれば、線量限度の適用の維持として管理に有用と思われる。
今回の検証結果は、放射線防護の三原則「時間・距離・遮蔽」がERCP及び関連手技において実際の被曝量に影響していることが明らかになり、防護カーテンの有用性と、距離・透視時間など被曝低減への意識向上につながった。今後は、プロテクターで遮蔽されない部位や、ケアの際に生じる防護カーテンの隙間と散乱線漏れに検討が必要である。

【結論】
１．立ち位置の被曝量は、術者＞注射係＞助手の順に多かった。
２．被曝量は、プロテクター使用で90.8%、防護カーテン使用で95.7%低減し、防護カーテンはプロテクターに遮蔽されない部位の被曝低減に有用である。

本論文内容に関連する著者の利益相反なし

【引用文献】
1）社団法人日本アイソトープ協会：国際放射線防護委員会の2007年勧告, 19, 2007,
http:www.icrp.org/docs/P103_Japanese.pdf

【参考文献】
1） 越智　隆浩.　ポケット線量計の基礎的検討 Fundamental Consideration of ElectronicPocket Dosimeter, 旭川医療センター医学雑誌.2015, vol.1,p.27-30, ISSN: 2188-9899.
http://www.asahikawa-mc.jp/journal/pdf/igaku_vol1_27_30.pdf
2） 西川 望, 明間 陵, 北野 雅子, 他. Imaging Plate (IP) を利用した散乱線測定の実際. 第9回中四国放射線医療技術フォーラム.2013,p.157. ISSN:1880-5809.
http://jglobal.jst.go.jp/public/201502296906463283
http://csfrt013.umin.jp/img/ato/all/29ato_endai27.pdf
3） 池田 将敏, 高畑 明, 小濱 千幸. ERCP検査時防護カーテンによる散乱線低下の検討. 第9回中四国放射線医療技術フォーラム.2013,p.158. ISSN:1880-5809.
http://jglobal.jst.go.jp/public/201502296906463283
http://csfrt013.umin.jp/img/ato/all/29ato_endai27.pdf
4） 福永　愛,福居　壽人, 赤川　拓也. 当院における診断用X 線防護衣の保守管理と遮蔽シートの破損による防護能力の低下について.徳島赤十字病院医学雑誌, 2014-03-01,vol.19,no.1,p.122-127,NAID:120005444930,ISSN:1346-9878.
https://ci.nii.ac.jp/naid/120005444930/
http://www.tokushima-med.jrc.or.jp/hospital/medical/2014_full027.pdf
5） 髙橋 萌子, 鎌田 伸也,　鈴木 奈々子,他. ERCP用防護具の有用性の検討. 東北放射線医療技術学術大会. 2016
https://jsrt-tohoku.jp/cms/wp-content/uploads/2017/05/4c0ca8a21c1edaf99de3aad3dd88257a.pdf
6） 木曽まり子,古川　善也, 篠原　芙美, 他. ERCP検査時の放射線防護具の作成とその効果について.胆道. 2014,vol.28,no.1,p.59-65, doi:org/10.11210/tando.28.59,ISSN:1883-6879
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tando/28/1/28_59/_pdf/-char/ja
7） 平　千亜紀, 検査看護における放射線被曝低減への試み～看護師の不必要な被曝を回避するために～. 旭川医科大学学術成果リポジトリ AMCoR,看護研究集録. 2013-12, p.66-69.
http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/
http://jairo.nii.ac.jp/0010/00005990
8） 放射線防護分科会, 診断用X線防護衣管理に関する指針 (2000.4). 日本放射線技術学会雑誌. 2000,vol.56,no.4,p.556-557,doi:org/10.6009/jjrt.KJ00001356887,ISSN:1881-4883
https://www.jstage.jst.go.jp/pub/pdfpreview/jjrt/56/4_56_KJ00001356887.jpg,

表１　被曝調査記録

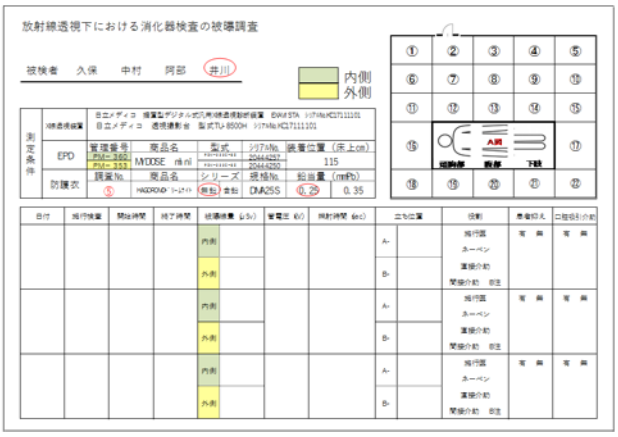

表２　基本統計量

	基本統計量	プロテクター内外被曝量（μSv）						透視時間（秒）
		術者		助手		注射係		
		内側	外側	内側	外側	内側	外側	
防護カーテン無	平均	44.09	480.61	11.39	90.22	12.61	144.22	703.57
	中央値	19.00	130.00	3.00	46.00	7.00	45.00	462.00
	標準偏差	93.66	799.74	19.91	129.27	11.81	233.58	726.03
	尖度	17.68	4.01	3.69	9.76	-0.71	11.07	5.32
	歪度	4.06	2.25	2.25	2.95	0.88	3.13	2.31
	最小	1.00	11.00	0.00	6.00	1.00	16.00	148.00
	最大	450.00	2876.00	67.00	582.00	38.00	1061.00	3092.00
	標本数	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
	最大値(1)	450.00	2876.00	67.00	582.00	38.00	1061.00	3092.00
	最小値(1)	1.00	11.00	0.00	6.00	1.00	16.00	148.00
防護カーテン有	平均	4.87	20.52	1.13	10.65	2.26	16.70	571.43
	中央値	19.00	130.00	0.00	3.00	19.00	130.00	493.00
	標準偏差	5.91	17.82	2.36	16.96	3.00	25.77	409.62
	尖度	4.02	0.12	8.98	8.25	7.27	12.35	1.31
	歪度	2.10	0.98	2.83	2.72	2.54	3.31	1.29
	最小	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.00
	最大	23.00	61.00	10.00	73.00	13.00	120.00	1678.00
	標本数	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
	最大値(1)	23.00	61.00	10.00	73.00	13.00	120.00	1678.00
	最小値(1)	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.00

表３　被曝量平均値

	被爆量（μSv）平均値			
	防護カーテン無（23例）		防護カーテン有（23例）	
立ち位置	プロテクター内側	プロテクター外側	プロテクター内側	プロテクター外側
術者	44.09	480.61	4.87	20.52
助手	11.39	90.22	1.13	10.65
注射看護師	12.61	144.22	2.26	16.70

表４　被曝量の低減率

	被爆量の低減率			
	プロテクターによる低減率		防護カーテンによる低減率	
立ち位置	防護カーテン無	防護カーテン有	プロテクター外側	プロテクター内側
術者	90.8%	76.3%	95.7%	89.0%
助手	87.4%	89.4%	88.2%	90.1%
注射看護師	91.3%	86.5%	88.4%	82.1%

表５　防護カーテン有無におけるプロテクター内外の被曝量と透視時間のｔ検定結果

	防護カーテン有無の被曝線量と透視時間					
	A :術者外側	B :術者内側	C :助手外側	D :助手内側	E :注射外側	F :注射内側
自由度	45	45	45	45	45	45
P(T<=t) 両側	7.47E-08 **	7.51E-10 **	7.81E-10 **	2.58E-09 **	1.19E-08 **	3.11E-09 **
｜t｜値	-6.42 **	-6.42 **	-7.76 **	-7.4 **	-6.95 **	-7.35 **
t 境界値 両側	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01

注）縦 1列が 1つの「一対の標本による*t* 検定」結果を表す　*p ＜0.05（5%水準で有意）　**p ＜0.01（1%水準で有意）

表６　防護カーテン有無におけるプロテクター内外の被曝量と透視時間の分散分析結果

	プロテクター内外側被曝量と透視時間				プロテクター内側被曝量と透視時間				プロテクター内側被曝量				プロテクター外側被曝量と透視時間				プロテクター外側被曝量			
	df	*F0*	*p*値	*F* bv	*df*	*F0*	*p*値	*F* bv	*df*	*F0*	*p*値	*F* bv	*df*	*F0*	*p*値	*F* bv	*df*	*F0*	*p*値	*F* bv
標本（カーテン有無）	1	11.99 **	0.00 **	3.87	1	1.20	0.27	3.89	1	8.80 **	0.00 **	3.91	1	10.44 **	0.00 **	3.89	1	14.38 **	0.00 **	3.91
交互作用	6	2.80 **	0.01 **	2.13	3	0.44	0.73	2.66	2	2.05	0.13	3.06	3	2.01	0.11	2.66	2	4.16 *	0.02 *	3.06
繰り返し誤差	308				176				132				176				132			
列（プロテクター内外と透視時間）	6	24.19 **	0.00 **	2.19																
列（プロテクター内と透視時間）					3	51.03 **	0.00 **	2.66												
列（プロテクター内）									2	3.07 *	0.05 *	3.06								
列（プロテクター外と透視時間）													3	19.06 **	0.00 **	2.66				
列（プロテクター外）																	2	4.51 **	0.01 **	3.06

注）縦１列が１つの「繰り返しのある二元配置分散分析」結果を表す　*p＜0.05（5%水準で有意）　**p＜0.01（1%水準で有意）

df ： 自由度　*F0* ： 観測された分散比　*F bv* ： F境界値

図１　X線透視撮影台

図２　X線透視用防護クロス

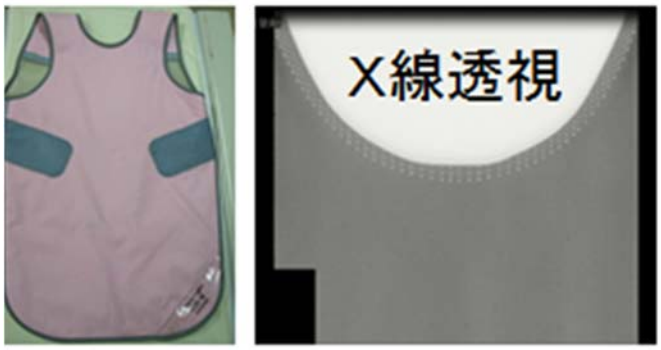

図３　プロテクター

管理番号	S/N
PM-321	203S6162
PM-345	20444242
PM-348	20444245
PM-350	20444247
PM-353	20444250
PM-360	20444257
PM-361	204D0945
PM-362	204D0946

図４　電子ポケット線量計

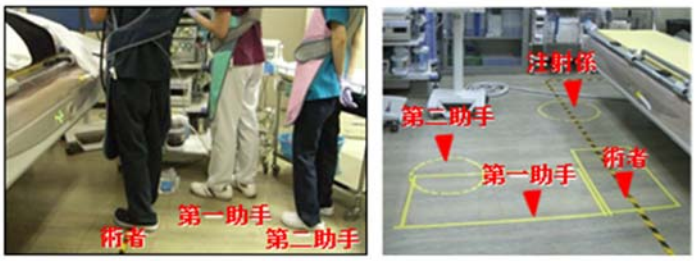

図５　立ち位置

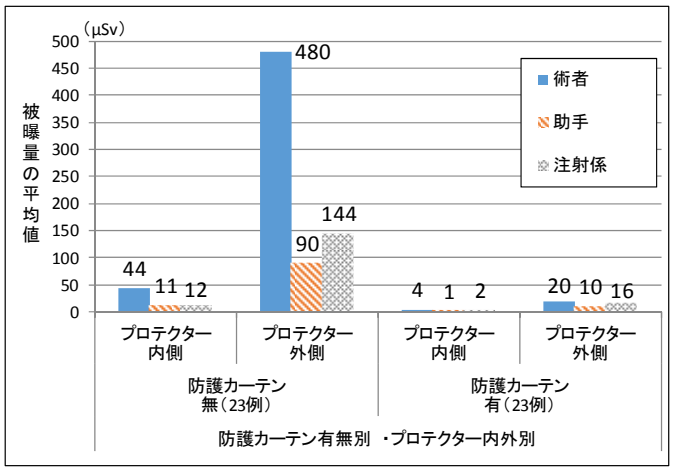

図６　被曝量の平均値

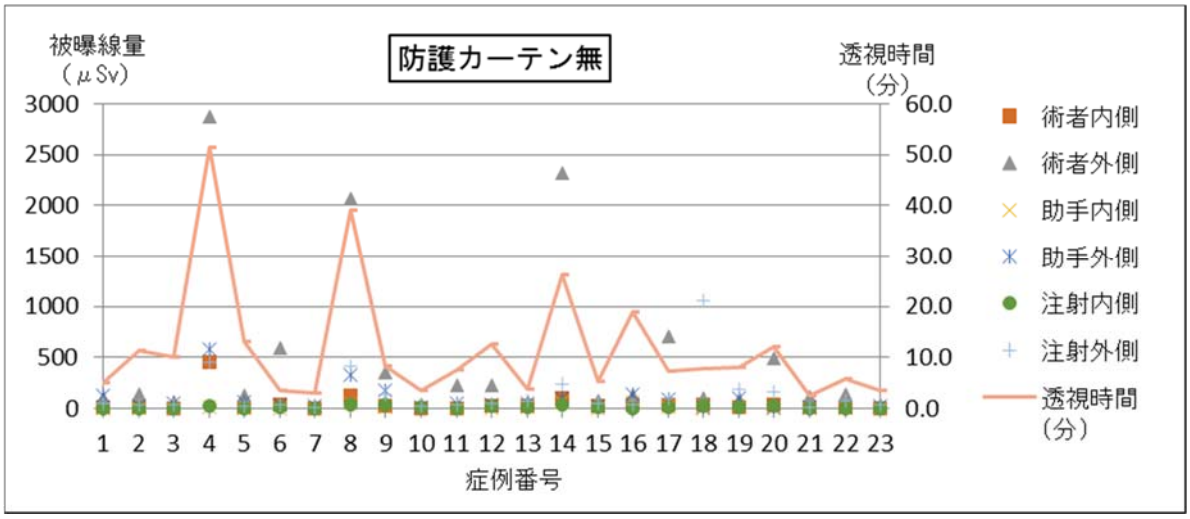

図７　防護カーテン無でのプロテクター内外の被曝量と透視時間の散布図

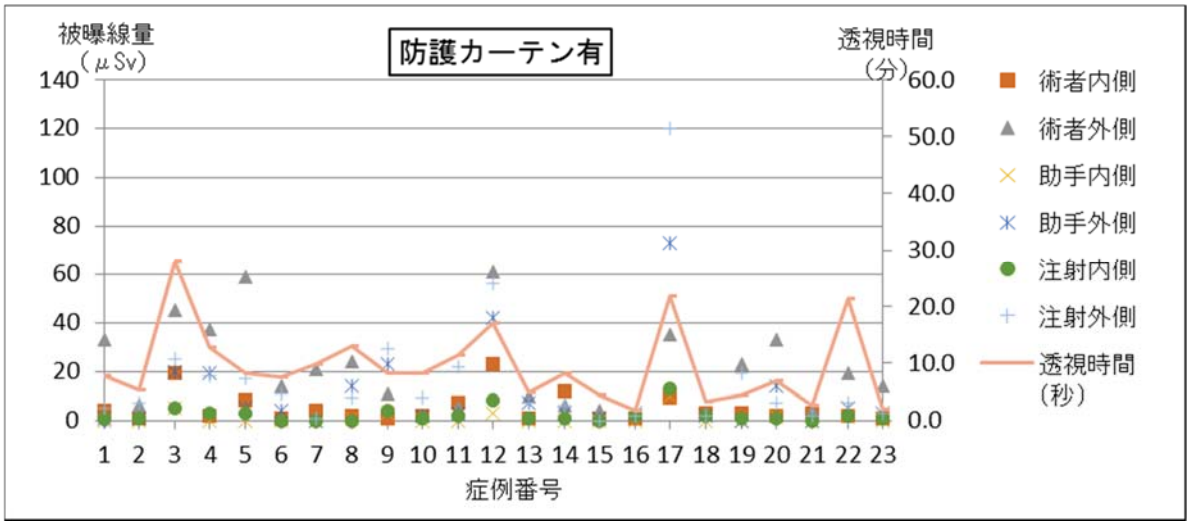

図８　防護カーテン有でのプロテクター内外の被曝量と透視時間の散布図