

資料

医療被ばくガイドライン線量低減目標値の考え方

低減目標値は日本放射線技師会が「医療被ばくガイドライン（低減目標値）」¹として平成12年に会員向けに会告し、さらに考察を重ね、平成18年に「放射線診療における線量低減目標値-医療被ばくガイドライン 2006-」²改定が出されている。線量は自施設のQAプログラム内で測定された代表的被検者線量が基本とならなければならない。また、低減目標値で使用される線量は、装置と検査の種類に見合うものでなければならない。例えば、入射表面線量は、単純エックス線撮影に当てはまるものであり、自施設における部位別の被ばく線量の把握を行う必要がある。被ばく線量の測定は校正された線量計を用いて行うが、定期的に調整を行っている機器に関しては、たとえ線量計を用いなくとも入射表面線量を左右するパラメータを入力することで実験的に得たデータから導き出す Numerical Dose Determination (NDD法)³が広く用いられて被ばく線量の把握が可能である。また、モンテカルロ法を用いた論理計算によって、複雑な臓器線量等を求めている。

被ばく線量の把握は施設長の責務であり、エックス線装置各々で異なる被ばく線量を把握するためには、各々の装置の放射線量を測定しなければ被ばく低減に繋がらない。低減目標値を上回る線量で撮影が繰り返されないように放射線量の低減策を講じなければならない。

診療放射線技師など、診療のために放射線を被検者へ照射する専門家は、通常行われる代表的な放射線検査について、低減目標値を設定するべきである。この低減目標値は、実際の検査実施時に使用する放射線量を拘束するものではないが、使用する放射線量が標準に対してどのようなレベルにあるのかを明確にするものとなる。

低減目標値として用いられる単位は、それぞれの検査において適切なものが用いられるべきである。エックス線撮影では入射表面線量 (Entrance Surface Dose: ESD) が、透視検査では面積線量値 (Dose-Area Product: DAP)、入射表面線量率が、CT検査では weighted CT Dose Index (CTDI_w) や CTDI_{vol}、Dose Length Product (DLP) が用いられる。透視検査において線量測定が不可能な場合には、透視時間並びに入射表面線量率によって低減目標値を設定することとなる。

低減目標値は最高の技術を用いてのみ到達可能なレベルを示すものではない。多くの施設が現在行っている撮影条件の調査をもとにして、広く分布する線量値の第3四分位点 (75パーセンタイル) 近傍の実用的な値が適用されることは、現時点での目標とする値として大きな矛盾は生じない。低減目標値は関連画像診断機器の技術革新や、求められる画像の質の変化に応じて、適宜見直されるべきである。エックス線CTに限らないが、画質を担保することも重要であり、エックス線単純撮影で設定した他施設調査の第3四分位点を目標とせず、平均線量 (50%付近) を設定することはエックス線CT検査による被ばくに関して国民の関心も大きく、特に小児の線量が問題視される中、より目標とする被ばく線量を低く設定することは国民の理解を得ると考える。

低減目標値は、実際に検査を実行する診療放射線技師や依頼医の専門的判断に助言を与えるものであり、個々の検査について診断参考レベルとの比較をおこない、その

比較が良質な医療かどうかを区分する境界線と考えるものではない⁴。しかし、ある種の検査において、頻繁に低減目標値を超える線量を使用されている場合、装置の品質管理や性能レベル、さらには撮影者の技術能力が適切かを再検討する必要がある。

低減目標値は、日常の診断用エックス線装置の品質管理プログラム中で用いられるべきであり、無用な高い線量を被検者へ与えることを防ぐために、放射線防護上の最適化の一つとして利用することが重要である。

低減目標値の設定やその比較・確認が常に実行可能なように、全ての診断用エックス線装置設置施設は、適切な線量測定機材を備えておくべきであり、日常の品質管理プログラム内で放射線量の測定が正しい手順で実施されなければならない。そのために、放射線の測定法やエックス線装置の品質管理についての研修を受け、一定の知識を有すると認められた者を責任者としておくべきである。

各低減目標値の把握やCTでの臓器線量を把握することは、被検者への説明や事故による被ばくの評価に有用である。上記の通り、低減目標値を設定する意義は大きく、自施設の標準的な被ばく線量を把握することは、各装置の品質管理を行うことで達成される重要な課題である。

エックス線単純撮影

エックス線単純撮影はBSSの成人で8部位14方向の値に加えた結果、成人13部位17方向、妊婦1部位2方向、小児3部位7条件とし、BSSに比べて全ての値が下まわっている。

エックス線単純撮影における
医療被ばくガイドライン2006 (JART) と IAEA⁴ ガイダンスレベル 1996

撮影部位	JART ガイドライン (mGy)	IAEA ガイダンスレベル (mGy)
頭部 (正面)	3	5
頭部 (側面)	2	3
頸椎 (正側面)	0.9	-
胸椎 (正面)	4	7
胸椎 (側面)	8	20
胸部 (正面)	0.3	0.4
胸部 (側面)	0.8	1.5
腹部 (正面)	3	10
腰椎 (正面)	5	10
腰椎 (側面)	15	30
骨盤 (正面)	3	10
股関節 (正面)	4	10
大腿部	2	-
膝関節	0.4	-

足関節	0.3	-
前腕部	0.2	-
手指部	0.1	-
Guthmann	9	-
Martius	10	-
0歳胸部	0.2	-
3歳胸部	0.2	-
5歳胸部	0.2	-
0歳腹部	0.3	-
3歳腹部	0.5	-
5歳腹部	0.7	-
乳幼児股関節	0.2	-
乳房撮影	平均乳腺線量 2	3
乳房撮影	設定せず	1
Grid(+)		

エックス線透視検査に関する低減目標値

上部消化管検査のガイドライン (JART2006)

撮影装置方式別	透視線量	撮影線量	1検査あたりの線量
直接撮影	70mGy	30mGy	100mGy
間接撮影	40mGy	10mGy	50mGy

注腸検査のガイドライン (JART2006)

撮影装置方式別	透視線量	撮影線量	1検査あたりの線量
直接撮影	150mGy	50mGy	200mGy
DR撮影	100mGy	20mGy	120mGy
CR撮影	60mGy	40mGy	100mGy

一般的な透視検査のガイドライン (JART2006)

一般的な透視検査	入射表面線量
通常透視	25mGy/min

インターベンショナルラジオロジー (IVR)

長時間透視や多くの撮影を伴う複雑なインターベンショナル治療は、放射線で誘発する皮膚傷害 (ICRP85 インターベンショナル手順からの放射線傷害の回避) に対するしきい値を超える皮膚線量となる場合がある。たとえば、高周波心臓カテーテル焼灼術、経皮経管的血管形成、血管塞栓術 (特に神経放射線学的) と血管造影、ステント及びフィルタ挿入などである。そのような検査に対して、標準操作手順と臨床プロト

コルは、この傷害の可能性を最小限にするために規定されなければならない。インターベンショナル手順の最適化に特別な注意を払いチーム医療の下、高皮膚線量被ばくが起り得るこれらの検査に関連して、放射線防護の専門家の助言を考慮しなければならない。

1Gy を超える入射表面（皮膚）線量となり得るいくつかの検査に対し、線量評価を実施すること。多くの検査による累積線量が評価され、必要な医学的処置がなされるように、測定され又は評価された皮膚線量を被検者記録に経時的に記録すること。潜在的な症候とリスク及び得られた適切な同意に関して、被検者に対し説明を行うこと。

日本放射線技師会が平成 18 年に改定した医療被ばくガイドライン 2006 は、医療における正当性を重んじつつ、より実践に用いられ易いように改められた。我が国における低減目標値として指標となる。

IVR のガイドライン (JART2006)

皮膚吸収線量 (1 検査の総量)	2Gy
透視線量率 (基準線量)	25mGy/min

この目標値は装置の透視時の基準線量を管理することによって被ばく低減を目指し、IVR 手技中に最大線量を受ける皮膚部位の吸収線量の被ばく低減目標値を 2Gy としている。

CT 検査

成人 CT のガイドライン (JART2006)

検査部位	CTDIvol (mGy)
頭部	65
腹部	20

アクリル製円筒形ファントム（頭部用は直径 16cm、腹部用は 32cm）

小児 CT のガイドライン (JART2006)

	管電 圧 (kV)	管電流 (mA)	時間 (Sec)	スライス 厚 (mm)	ビームピッ チ	CTDIw (mGy)	CTDIvol (mGy)	
胸部	SS	120	70	1.0	5	1.5	13.0	8.7
小児	MD	120	50	1.0	10	1.5	9.9	6.6
胸部	SS	120	40	1.0	5	1.5	7.4	5.0
幼児	MD	120	30	1.0	10	0.8/0.75	5.9	7.9
腹部	SS	120	100	1.0	5	1.5	18.4	12.3

小児	MD	120	80	1.0	10	1.5	15.9	10.6
腹部	SS	120	60	1.0	5	1.5	11.2	7.4
幼児	MD	120	50	1.0	10	0.8/0.75	9.8	13.2

日本医学放射線学会、日本放射線技術学会、日本小児放射線学会による「小児 CT ガイドライン」を基本とし実効線量から CTDIvol に変換したものの。

CT 透視

CT 透視は短時間に大量の被ばくを起こす手技であるため、十分に訓練された術者によって行うべきであり、CT 透視を使わなければならない正当性を検討した上で行うべきである。入射表面線量は、4mGy/s～9mGy/s の範囲であり、常に線量評価にかかる透視時間であることを忘れてはならない（例、1Gy）。

エックス線 CT 透視ガイドライン (JART2006)

検査部位	CTDIw (mGy)
肺生検	70

アクリル製円筒形ファントム（腹部用直径 32cmPMMA）、透視時間 100 秒

各研究報告による第3四分位点線量値の比較

各研究報告による第3四分位点線量値の比較 (mGy)

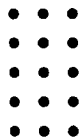
	頭部正面	頭部側面	頸椎正面	胸椎正面	胸椎側面	胸部正面	胸部側面	腹部正面	腰椎正面	腰椎側面	骨盤正面	股関節正	大腿部
n=40 JRPS2005	2.315	1.70975	0.6555	3.30125	6.3155	0.25225	0.85875	2.354	4.267	14.17575	3.242	3.0945	1.49225
n=60 金ら(2000)	1.97	1.55		3.49	6.68	0.20	0.69	2.02	5.63	13.65	3.24	3.01	
n=646 鈴木ら(1999)	2.68	1.96	0.83	3.68	7.70	0.18			4.15	13.50	2.87		1.97
n=24 根岸ら(1998)	2.43	1.78	0.75	2.55	5.18	0.16	0.56	2.19	3.62	17.60	2.38	2.83	
n=1248 佐藤ら(1997)	2.90	2.03		4.15	7.19	0.24	0.77	2.49	4.55	14.80	3.15	3.18	
n=1248 森ら(1997)	2.71	1.97		3.87	7.38	0.19	0.67	2.85	4.26	14.70	2.96	3.03	
最小値	1.97	1.55	0.66	2.55	5.18	0.16	0.56	2.02	3.62	13.50	2.38	2.83	1.49
最大値	2.90	2.03	0.83	4.15	7.70	0.25	0.86	2.85	5.63	17.60	3.24	3.18	1.97
平均値	2.50	1.83	0.75	3.51	6.74	0.20	0.71	2.38	4.41	14.74	2.97	3.03	1.73
標準偏差	0.33	0.19	0.09	0.55	0.91	0.04	0.11	0.32	0.67	1.50	0.33	0.13	0.34
変動係数	13.34	10.11	11.72	15.79	13.52	17.49	15.79	13.27	15.18	10.17	11.02	4.27	19.51
中央値	2.555	1.87	0.75	3.585	6.935	0.195	0.69	2.354	4.2635	14.437875	3.055	3.03	1.731125
加重平均値	2.76	1.98	0.82	3.92	7.33	0.21	0.72	2.65	4.37	14.50	3.02	3.10	1.94
ガイドライン2006	3	2	0.9	4	8	0.3	0.8	3	5	15	3	4	2
ガイドライン2000	3	2	0.9	4	8	0.3	0.8	3	5	15	3	4	2
IAEA ガイドライン	5	3		7	20	0.4	1.5	10	10	30	10	10	

	膝関節	足関節	前腕部	手指部	グースマン	マルチウス	0歳胸部	3歳胸部	5歳胸部	幼児股関節	0歳腹部	3歳腹部	5歳腹部
n=40 JRPS2005	0.315	0.19425			5.48575	6.411	0.106		0.178	0.1895	0.216		0.597
n=60 金ら(2000)					12.12	14.97		0.12	0.12	0.28			
n=646 鈴木ら(1999)		0.22	0.16		8.63	8.97		0.13	0.13	0.15			
n=24 根岸ら(1998)	0.21			0.06	11.64	18.38	0.11	0.13	0.18	0.17	0.17	0.29	0.41
n=1248 佐藤ら(1997)	0.41			0.08	9.08	9.70	0.14	0.16	0.18	0.22	0.25	0.45	0.68
n=1248 森ら(1997)	0.36			0.07	10.00	10.30	0.12	0.14	0.15	0.19	0.23	0.44	0.67
最小値	0.21	0.19	0.16	0.06	5.49	6.41	0.11	0.12	0.12	0.15	0.17	0.29	0.41
最大値	0.41	0.22	0.16	0.08	12.12	18.38	0.14	0.16	0.18	0.28	0.25	0.45	0.68
平均値	0.32	0.21	0.16	0.07	9.49	11.46	0.12	0.14	0.16	0.20	0.22	0.39	0.59
標準偏差	0.09	0.02	#DIV/0!	0.01	2.40	4.39	0.02	0.02	0.03	0.05	0.03	0.09	0.13
変動係数	26.31	8.79	#DIV/0!	14.29	25.26	38.32	12.76	11.15	17.27	22.82	15.70	22.79	21.23
中央値	0.3375	0.207125	0.16	0.07	9.54	10	0.115	0.13	0.164	0.18975	0.223	0.44	0.6335
加重平均値	0.38	0.22	0.16	0.07	9.39	9.92	0.13	0.15	0.16	0.20	0.24	0.44	0.67
ガイドライン2006	0.4	0.3	0.2	0.1	9	10	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7
ガイドライン2000	0.5	0.3	0.2	0.1	9	10	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7
IAEA ガイドライン													

※ガイドライン2006の設定値については、各研究報告の値をサンプル数で加重平均した値を元として、基本的には有効数字2桁目を切り上げた値をガイドライン値としている。検査部位のグースマンについては、胎児撮影という見地から有効数字2桁目を四捨五入した値を用いるということを研究班で審議し採用することとした。

参考文献

- 1 (社)日本放射線技師会医療被ばくガイドライン策定委員会：患者さんのための医療被ばくガイドライン(低減目標値)．日放技誌 47: 1694-1750, 2000
- 2 (社)日本放射線技師会医療被ばくガイドライン策定委員会：放射線診療における線量低減目標値-医療被ばくガイドライン2006-．日放技誌 53: 1405-1418, 2006
- 3 森 剛彦・他：X線診断領域における患者の表面入射線量簡易換算式(NDD法)，(社)茨城県放射線技師会，日本放射線技術学会茨城支部被曝低減委員会，1996
- 4 IAEA: International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources 「電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準」．IAEA Safety Series No. 115, IAEA, 199



会告

放射線診療における線量低減目標値 —医療被ばくガイドライン2006—

平成 18 年 11 月 1 日
社団法人日本放射線技師会
会長 熊谷和正

現代医療において放射線診療の位置づけは大きく、その重要性はますます増大している。国民に信頼される放射線診療を提供するには、(1)適切な検査の適用に基づき検査法やその手順を正しく決定するなど放射線診療としての品質の維持・向上のための技術的支援、(2)各診療目的に即して照射条件を最適化するなど適正な検査の実施や日頃の放射線機器の品質管理、(3)患者さんなどへの検査に関する適切な説明による不安の軽減などが求められている。

2004年2月10日の読売新聞第1面の「がん患者32% 診断被ばく原因」と題する記事を契機に、本会への放射線診療に対する相談が増加したように、放射線影響への不安を解消することも重要な役割である。また、放射線治療に関する過剰照射や過少照射の事例は、医療安全の課題が露呈したものとも考えられるが、国民が安心して放射線診療を受けるために本会が放射線診療における安全確保の取り組みを国民に示すことも求められる。

本会では医療被ばくを低減するためのガイドラインを作成し、2000年10月に「医療被ばくガイドライン（低減目標値）」を会告するなど医療被ばく線量低減に向けての努力を積み重ねてきた。その後、機器の進歩と検査技術の変遷によって医療被ばくの状況も変化している。そのため、本会では「医療被ばくガイドライン（低減目標値）」の見直し検討を行った。ここに、「放射線診療における線量低減目標値—医療被ばくガイドライン2006—」を会員に提示することによって、会員諸兄からご意見をいただくことを期待する。平成18年度テーマ「国民から見える職業—医療被ばく管理は、私たちの責任で—」の取り組みをさらに進めるとともに、患者に最適な放射線診療を提供するための不断の努力が求められている。

社団法人日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン策定委員会

- 諸澄邦彦（社団法人日本放射線技師会 担当常務理事）
- 安部真治（首都大学東京 健康福祉学部）
- 佐藤 斉（茨城県立医療大学 保健医療学部）
- 高橋康幸（群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部）
- 富樫厚彦（新潟大学医学部）
- 中村 豊（社団法人日本放射線技師会 常務理事）
- 山口一郎（国立保健医療科学院 生活環境部）

社団法人日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン作成WG

- 笹川泰弘（香川大学医学部附属病院）
- 笹沼和智（日本医科大学付属多摩永山病院）
- 佐藤寛之（聖マリアンナ医科大学病院）
- 佐藤洋一（甲府共立病院）
- 鈴木昇一（藤田保健衛生大学）
- 水谷 宏（松山赤十字病院）
- 諸澄邦彦（埼玉県立循環器・呼吸器病センター）
- 門田敏秀（香川大学医学部附属病院）
- 渡辺 浩（横浜労災病院）

放射線診療における線量低減目標値 —医療被ばくガイドライン 2006—

社団法人日本放射線技師会
常務理事 諸澄邦彦

1. はじめに

1994年に国際原子力機関（IAEA：International Atomic Energy Agency）は、代表的なX線検査による被ばく線量としてガイダンスレベルを提案した¹⁾。また社団法人日本放射線技師会では、2000年10月に「医療被ばくガイドライン（低減目標値）」を会告した²⁾。その後、機器の進歩と検査技術の変遷によって医療被ばくの状況も変化している。そのため、本会では「医療被ばくガイドライン（低減目標値）」の改訂を日本放射線公衆安全学会に研究委託し、医療被ばくガイドライン作成WG（表1）による研究結果報告を受け、医療被ばくガイドライン策定委員会（表2）によってさらなる検討を行った。

平成18年度テーマ「国民から見える職業へ—医療被ばく管理は、私たちの責任で—」の取り組みをさらに進めるとともに、患者に最適な放射線診療を提供するための不断の努力が求められている。ここに、「放射線診療における線量低減目標値—医療被ばくガイドライン 2006—」を会員に提示することによって、会員諸兄からのご意見を期待する。

2. X線単純撮影（門田敏秀・笹川泰弘）

1) 目標値設定に対する考え方

X線単純撮影におけるガイドライン（線量低減目標値）の設定に対する考え方を示す。放射線診療における線量低減目標値は、最新の機器や最高レベルの技術を用いて実現できる最小限の被ばく線量を指標としているのではなく、放射線診療上行うべき品質管理により、どの施設でも達成が可能となる線量低減目標値を目安として、わが国全体の被ばく低減を目的とすることにある。1994年に国際原子力機関（IAEA）から提案されたガイダンスレベル¹⁾（表3）をわが国のガイドラインとして用いることについては、以下の理由によりガイダンスレベルの数値をそのまま適用することには疑問が持たれる。

- 1) ガイダンスレベルは主に英国でのサーベイ結果に基づいて提案されたものであり、ここで言う典型的な成人（a typical adult patient）とは英国人の体格を示すもので、日本人の体格とは大きく異なっている。
- 2) 単純撮影検査で示されているガイダンスレベルは相対感度200のスクリーン—フィルムシステムを使用した場合の値と明示されているが、わが国では一般的にもっと高感度の感光材料が使用されている。
- 3) 単純撮影検査のガイダンスレベルは成人の8部位14方向の値だけしか示されていないため、他の部位および小児の撮影については評価できない。

以上の理由により、わが国の放射線診療の現状に適合するX線単純撮影検査領域のガイドラインを提示することとした。

2) ガイドラインとその設定根拠

現在のガイドラインは2000年に設定されたものであり、2006年の現在において5年以上が経過し、現状における医療被ばく線量を再評価する必要がある。わが国の実状に適するガイドラインを求めるためには、全国規模の広範なサーベイ調査をもとに決定されなければならない。国内の線量調査報告データは現在のガイドラインが出る以前の1994年～2000年にかけて多くの報告^{3)~6)}がなされた。しかし、2000年に日本放射線技師会からガイドラインが報告されてからは大規模な調査報告は見られない。そこで日本放射線公衆安全学会が中心となり、2005年3月から4月にかけて線量調査を行った。調査対象とした50施設は標準的な放射線診療を提供している。さらに、適切に現状を把握するために、他の調査報告^{3)~6)}も参考として検討することとした。

表4にX線単純撮影における医療被ばくガイドラインの改訂値を掲示する。今回の改訂についても前回のガイ

表1 医療被ばくガイドライン作成WG

1) X線単純撮影	門田敏秀・笹川泰弘 (香川大学医学部附属病院)
2) 一般透視	佐藤寛之 (聖マリアンナ医科大学病院) 諸澄邦彦 (埼玉県立循環器・呼吸器病センター)
3) X線CT	鈴木昇一 (藤田保健衛生大学衛生学部)
4) 血管撮影・IVR	水谷 宏 (松山赤十字病院)
5) マンモグラフィ	佐藤洋一 (甲府共立病院) 笹沼和智 (日本医科大学付属多摩永山病院)
6) 核医学	渡辺 浩 (横浜労災病院)

表2 医療被ばくガイドライン策定委員会

安部真治	首都大学東京	健康福祉学部	放射線学科
佐藤 斉	茨城県立医療大学	保健医療学部	放射線技術科学科
高橋康幸	群馬県立県民健康科学大学	診療放射線学部	
富樫厚彦	新潟大学医学部保健学科	放射線保健管理学分野	
山口一郎	国立保健医療科学院	生活環境部	
中村 豊	(社) 日本放射線技師会	常務理事	
諸澄邦彦	(社) 日本放射線技師会	常務理事	(医療被曝対策)

表3 典型的なX線診断に対するガイダンスレベル
IAEA (1994)

診断部位等	方向	入射面の線量 (mGy)
腰 椎	A P	10
	LAT	30
	LSJ	40
腹部, IVP, 胆嚢	A P	10
骨 盤	A P	10
股関節	A P	10
胸 部	P A	0.4
	LAT	1.5
胸 椎	A P	7
	LAT	20
歯 科	歯根尖	7
頭 部	A P	5
	P A	5
	LAT	3

8 部位
14 方向

表4 新・X線単純撮影のガイドライン

入射表面線量

撮影部位 (方向)	(mGy)	撮影部位 (方向)	(mGy)
頭部 (正面)	3	足関節	0.3
頭部 (側面)	2	前腕部	0.2
頸椎 (正側面)	0.9	手指部	0.1
胸椎 (正面)	4	グスマン法	9
胸椎 (側面)	8	マルチウス法	10
胸部 (正面)	0.3	0歳胸部	0.2
胸部 (側面)	0.8	3歳胸部	0.2
腹部 (正面)	3	5歳胸部	0.2
腰椎 (正面)	5	0歳腹部	0.3
腰椎 (側面)	15	3歳腹部	0.5
骨盤 (正面)	3	5歳腹部	0.7
股関節 (正面)	4	乳幼児股関節	0.2
大腿部	2		
膝関節	0.4		

ドライン値を決定した方法と同様に各調査集団の第3四分位点に相当する入射表面線量の比較を行い、これらの加重平均をもとにガイドラインを決定した。結果的には2000年のガイドラインとはほぼ同一値であった。

3. 透視 (佐藤寛之・諸澄邦彦)

1) 目標値設定に対する考え方

ICRP 勧告では、職業被ばくや公衆被ばくに定められている線量限度を、医療被ばくについては定めていない。患者あるいは被検者が、医療被ばくに伴う放射線の影響に比べてはるかに大きい利益を受けることがはっきりしているからである。とりわけ上部消化管検査、下部消化管検査あるいはPTCD等における透視系の検査手技は、医師あるいは放射線技師が、適用の判断を慎重に行い(行為の正当化)、できるだけ被ばく線量を少なくする(防護の最適化)努力が求められている⁷⁾。

医療被ばくに対する防護の最適化とは、治療あるいは診断上の要求を満たした上で、患者あるいは被検者の被ばく線量をできるだけ少なくすることである。消化管検査等の透視を用いた検査において放射線被ばくに伴う確定的影響の発生を防止し、確率的影響の発生を容認できるレベルに制限しなければならない。そのため、診断目的の透視検査と、PTCD等の透視を必要とするIVR手技について検討した。

2) ガイドラインとその設定根拠

ICRP Publ.73 (1996) は、ICRP1990年勧告を受けて、医学における放射線の防護と安全において、調査レベルの一つの形として患者の医療被ばくに対して診断参考レベルを用いることを勧告している。この診断参考レベルは、専門家の判断を補うものであり、医学の良否の境界線を設けるものではない。従って、これを規制目的または商業目的に用いるのは不適切としている⁸⁾。

またIAEAは、ICRP勧告をIAEAの安全基準として採用しており、1996年の「電離放射線の防護及び線源の安全のための国際基本安全基準」(International Basic Safety Standard for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, BSS)では、ICRP1990年勧告で言うところの調査レベルに代わる用語として、ガイダンスレベルを提案し、診断領域のX線被ばく線量を検査ごとに具体的に提示した。このIAEAのSafety Series No.115の中で、透視検査では、通常透視(25 mGy/min)とハイレベル透視(100 mGy/min)の2種類が入射表面線量率(Entrance surface dose rate mGy/min)で示されている¹⁾。

さらにFDA (Food and Drug Administration) の公衆衛生報告「透視中の重篤なX線誘発皮膚障害の防止手順の案内」では、透視下での診療手技について標準的な診療機器操作手順と臨床的な手順をマニュアル化し、最大透視時間などの記載が必要としている⁹⁾。通常透視によるX線の線量率は、皮膚吸収線量率で0.02 Gy/min ~ 0.05 Gy/minであるが、1時間程度の透視でも皮膚障害が発生する可能性があり、これらの線量率は医療機関における実測値をもとに導き出されるとしているので、IVRなどで患者皮膚吸収線量1 Gy以上になる場合には、

適応の判断、診療手技、合併症への対応方法と併せて被ばく線量の記載が必要と FDA は勧告している。

3) 上部消化管検査におけるガイドライン

わが国における医療被ばくが先進諸外国より多い理由の一つに、人間ドックや職場の健康診断等も含めて上部消化管 X 線検査の実施頻度の高いことがあげられる。上部消化管の腫瘍などを早期に発見し、早期治療を受けることの患者にとってのメリットは大きく、医療行為の正当化は疑いようもないが、同一の検査でも施設によって、患者あるいは被検者の被ばく線量が大きく異なることが多くの論文で指摘されている¹⁰⁾。

上部消化管 X 線検査で受けた線量で、白血病をはじめとするがんおよびその他の放射線影響の発生を心配する必要はないが、生涯の集積線量が増加しないように、他の検査と同様に 1 回 1 回の検査における被ばく線量を減らす努力が必要である。そのためには、照射野をできるだけ絞ることと、透視時間をできるだけ短くすることが大切である。それら防護の最適化を押し進めた上で、透視時間を間接では 2 分、直接では 5 分、撮影枚数を 10 枚～15 枚程度と考え、上部消化管 X 線検査における被ばく低減のガイドラインとして、表 5 のガイドラインを本会は提案する。

4) 注腸検査におけるガイドライン

注腸検査の場合は、直腸から小腸までの腹部の広い範囲が照射野に入り、有意な被ばくを受ける臓器・組織は、皮膚、赤色骨髄、生殖腺（卵巣、精巣）、骨表面、腎臓、膀胱、下部消化管、肝臓、脾臓などである。上部消化管 X 線検査と同様に、透視時の患者の皮膚線量を 15～20 mGy/min、撮影時の皮膚線量をおよそ 1～3 mGy/枚程度と考えるならば、透視時間、撮影枚数に応じて患者の入射表面線量は高くなる。

1 回の注腸検査で確定的影響（不妊、皮膚障害、造血臓器の機能障害など）が現れることはないが、防護の最適化を押し進めた上で、注腸検査における被ばく低減の目標値として、表 6 のガイドラインを本会は提案する。

5) 一般的な透視検査におけるガイドライン

長い間、「X 線造影は診断のためにあり、治療するものでない」とされてきた。しかし近年では、X 線透視、超音波、CT ガイド下で確定診断と治療がなされている。腎ろう造設術も超音波ガイド下で行われ、経皮的腎ろう造設術が行われるようになり、尿管閉塞部の内ろう化、尿管拡張術、結石の摘出術などに進展した。

これらの手技の全体を通して言えることは、個々の患者の適応にあった手技を用いればその侵襲性は少なく、従来の手術的手法に較べてもその効果は高いことである。最初の穿刺は超音波ガイド下に行われるが、その後のガイドワイヤー挿入やドレナージカテーテル挿入は X 線透視下に行われる。これら非血管系の IVR の特殊性（緊急性、選択性、患者直接の利益）から患者の医療被ばくを一律に否定できないため、被ばく線量の実態が不明のまま実施されていることが多い。その結果として、総合的には治療成績の向上に貢献している反面、透視時間の延長、撮影回数増加に伴って、患者の医療被ばくが問題になっていることを、われわれ放射線技師は再認識する必要がある。

一般的な透視検査においては、最適な透視管電圧の管理、付加フィルタの使用、I.I. の不必要な拡大をやめ、照射野を絞る等の基本的な被ばく低減策を講じるべきである。それら防護の最適化を押し進めた上で、一般的な透視検査における被ばく低減の目標値として表 7 のガイドラインを本会は提案する。

4. X 線 CT（鈴木昇一）

1) 目標値設定に対する考え方

CT 検査は、X 線を使用する検査、治療の中で、血管造影と同様、被ばくは決して少なくはない。他の単純撮影 1 枚当たりの 10 倍から 100 倍の線量を一連の検査で受ける¹⁰⁾。しかし、非侵襲的で三次元的情報が得られることから単純撮影より情報量ははるかに多く、現在の医療で欠くことのできないものとなっている。最近では、検出器の多列化により従来のシングル検出器より、短時間に多くの情報を得ることができるようになってきた。多検出器の装置は 2004 年 10 月のデータ¹¹⁾では 2000 台程度であったものが、2005 年 3 月のデータ¹²⁾では 2400 台程度と半年で 20% も増加している。現在ではその数はさらに大きくなっていると思われる。64 検出器が、2006 年には 256 検出器のものが出てくるといわれている。予測できないほど進化が激しい。臨床上の必要性については個々では議論しないが、検査時の患者の身体的負担は大きく減少することは明らかである。一方、CT 検査は情報量の大きさと患者が受ける線量とほぼ比例している。現在使用されている装置において、被ばく低減

表5 上部消化管検査のガイドライン

撮影装置方式別	透視線量	撮影線量	1検査あたりの線量
直接撮影	70 mGy	30 mGy	100 mGy
間接撮影	40 mGy	10 mGy	50 mGy

(入射表面線量)

- ・透視時間 間接2分, 直接5分
- ・撮影回数 10～15回
- ・防護の最適化を考慮

表6 注腸検査のガイドライン値

撮影装置方式別	透視線量	撮影線量	1検査あたりの線量
直接撮影	150 mGy	50 mGy	200 mGy
DR撮影	100 mGy	20 mGy	120 mGy
CR撮影	60 mGy	40 mGy	100 mGy

(入射表面線量)

- ・透視時間 10分 (上部消化管:背臥位 13.6 mGy/minを参考)
- ・撮影回数 17回 (上部消化管:背臥位二重造影 2.0 mGyを参考)
- ・防護の最適化を考慮

表7 一般的な透視検査のガイドライン

一般的透視検査	入射表面線量率
通常透視	25mGy/分

(参考) 医療法施行規則 第30条第2項(1)

透視中の患者への入射線量率は患者の入射面の利用線錘の中心における空気カーマ率が50 mGy 毎分以下になるようにすること (以下, 省略)。

技術が付加されているものも市販されている。撮影技術も画質と線量の関係を見直し最適化の研究が進み、低減されつつある。

初期型に比べ格段に性能は上がり、検査、治療にまで応用されている。装置の改良、技術の開発が急速に進んでいる。線量評価も従来とは異なった方法が模索されつつある。しかし、現状においても相互比較可能な一般的な線量評価が必要である。

2000年10月に設定されたCT検査の低減目標値²⁾は、シングル検出器のコンベンショナルスキャンで得られたものである。現状の装置、多列化のヘリカル方式とは異なっている。さらに、国際的な線量評価もファントム内の吸収線量からファントム内の空気カーマに、回転中心のみの線量評価でなく辺縁の線量も考慮した荷重CT線量指標(CTDI_w)、連続スキャンのピッチを考慮した、CTDI_{vol}となってきた。今回の線量低減目標値は、これらの国際的な評価方法と相互比較可能な方法とした。初期型装置(single slice CT:SSCT)と最新の多列化CT(multi slice CT:MSCT)、スキャン方式の変化にも対応できるものとした。しかし、この目標値の評価には従来も使用していた円筒形のPMMA(アクリル)ファントムを使用している。そのため、実際の患者の線量評価とは異なるが、相対比較には十分対応できる。他施設との比較、スキャン方式を変化させた場合の線量管理の最適化にも使用できる。

今回提示するCT検査におけるガイドラインは、ICRPの示す診断参考レベル(DRL)³⁾を参考にしつつ、現状の測定データに基づいて、平均的な線量を求め、その丸めた線量をCT検査の低減目標値に設定した。線量は少なすぎることも問題である。画質の担保も重要である。目標値を大きく超える施設では低減努力をする必要がある。

2) CT検査を受ける患者の放射線障害に対する警告

2005年2月21日に社団法人日本医学放射線学会、社団法人日本放射線技術学会、日本小児放射線学会から、「小児CTガイドライン—被ばく低減のために—」が公表された¹³⁾。その要約は4つあり、①小児は放射線に対する感受性が成人の数倍高い、②小児は体格が小さいため、成人と同様の撮影条件では、臓器あたりの被ばく量は2倍から5倍になる、③CT検査に当たっては、適応を厳密に検討し、小児のための撮影プロトコルを適用する。また、CT装置の品質管理に努める、④医師は検査の必要性を患児、家族に十分説明する。となっている。その序文には、「CTは非常に有益な検査方法であるが、1回の検査における被ばく線量が多いことも事実である。国連科学委員会(UNSCEAR)は、全X線検査の6%を占めるに過ぎないCT検査が、被ばく線量としては41%を占めていると報告されている。CT検査による利益に比べれば、被ばくによる個人的なリスクは少ないが、小児は成人よりも放射線に対する感受性が数倍高く、さらに特別な注意を払う必要がある。有益な放射線診療が損なわれることなく患者や家族が安心して検査を受けられるように、被ばく低減を目的とし、小児放射線診療にかかわる医療関係者を対象として、小児CTガイドラインを作成した」としている(表8)。

成人に対しては、診断参考レベルとして国際的には提示されているが、本邦においては、このようなガイドラインは出ていない。今回、小児CT検査の低減目標値を「小児CTガイドライン」を参考にCTDI_w、CTDI_{vol}を提示する。

3) ガイドラインとその設定根拠

2005年5月から12月にかけてCT装置を使用する医療施設50、60装置をEC規格に沿った評価法で、各施設で行っている撮影条件で、頭部、腹部を対象としてCTDI_wを測定し、ビームピッチを考慮したCTDI_{vol}を算出した。各施設の条件で得られたCTDI_{vol}の平均線量を低減目標値とした。装置の内訳は、単検出器CT(シングルスライスCT)は60台のうち16台(27%)で、残りはすべて多検出器CT(マルチスライスCT:2列から64列)である。

2005年の測定結果から、成人CT検査時の低減目標値は、平均を丸めた頭部65mGy、腹部20mGyとした(表9)。頭部はICRPの60mGyより多く、腹部の32mGyより低い。

小児については、前述の「小児CTガイドライン」を踏襲する(表7)。ただし、この評価法は成人の評価に使用した円筒形ファントムの直径、16cm(頭部)、32cm(腹部)では評価できない。国際的にも使用するファントムの直径は示されていない。線量が示されているのみである。評価方法については、学会雑誌等で検討されている¹⁴⁾がまだ、コンセンサスは得られていない。今後の検討課題である。

CT透視については、1976年にHaagaらがX線CTを利用した経皮的生検を報告¹⁵⁾して以来、CTガイド下のInterventional Radiology(以下IVR)は日常臨床で広く行われている手技となっている。X線透視や超音波

断層像ではリアルタイムに画像が観察できる。1996年に片田ら¹⁶⁾により1断面CT透視が開発され、CT画像をリアルタイムに観察することが可能となった。しかし、1断面CT透視ではリアルタイムに観察できるのは二次元情報に限られるため、三次元的な位置情報を得るには問題があった。その問題を解決するためマルチスライスCTを使用したCT透視が開発され、臨床に供されている。中心断面に加え頭尾側の断面のリアルタイム画像表示が可能となった。穿刺針を三次元的に誘導でき、生検に最も適した穿刺方法となった。

前ガイドラインでは腹部(胸椎)、10秒で評価していた。今回は、検査数の最も多い肺生検をCT透視の対象とした。他の生検も基本的には、管電流10mAで行っている。100秒透視では管電流時間積は1000mAsとなる。PMMAファントム32cmφのCTDI_wは、72mGyであった。このデータをもとに、今回のCT透視の低減目標値を透視時間100秒、CTDI_wで70mGyとした(表10)。

5. 血管撮影・IVR(水谷 宏)

1) 目標値設定に対する考え方

血管撮影は、現在行われている画像診断法の中では患者にとって最も侵襲の大きな検査法の一つである。従来は最終診断法として重要な役割を果たしてきたが、最近ではCTやMRIに置き換わりつつある。そのような状況下において、血管撮影はInterventional Radiology(以下:IVR)を前提として施行されることが多くなった。

X線透視下で治療を行うIVRは、画像診断用機器や診断技術などを応用することにより目覚ましい進歩を遂げ、多くの疾患の治療法として普及している。しかし、拡大透視や高線量率の透視を長時間使用し、撮影回数も多くなることもあり、患者に放射線皮膚障害を生じる事例が発生するようになった。

米国のFDAが1994年にIVRにおいて発生した患者の放射線皮膚障害について報告し、その防止に関する警告を行った。また、わが国でも翌1995年に日本医学放射線学会が警告文を発した。しかし、その後も患者の皮膚障害が発生し、一部はマスコミによって報道され、さらには訴訟にもなった事例もある。

一方、ICRP Publ.60⁷⁾では、医療被ばくにおいては患者の受ける利益がリスクを上回っていることが明確なため「線量限度」を設けていない。さらに、IVRでは患者の緊急救命措置という一面もあり、一定の線量を決め、それ以上の線量になると中止することは、かえって患者の利益を損なう恐れがあるため、合理的ではない。

従って、血管撮影・IVRの実施に際しては、線量低減目標値を設定して患者の利益を最優先にするための手技を確立しなければならない。そのためには「行為の正当化」すなわち適応の判断を慎重に行うこと、さらに「最適化」によって、できるかぎり被ばくを低減させることが求められる。

2) IVR等に伴う放射線皮膚障害とその防護対策検討会

患者に放射線皮膚障害を生じた事例がテレビ報道されるなど、患者の線量への制御の関心が高まる中で、学会等の各種団体が集まり「IVR等に伴う放射線皮膚障害とその防護対策検討会」が開催された。その検討会における討論の結果、作成されたのが「IVRに伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン」¹⁷⁾ならびに「IVRに伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン—Q&Aと解説」¹⁸⁾である。「医療被ばくガイドライン2006血管撮影・IVR」は、この検討会で検討されたものを基本とし、他のガイドラインとの整合性を図った。

3) ガイドラインとその設定根拠

放射線による皮膚障害等の確定的影響はしきい線量以下の被ばくでは発生しないことはICRP Publ.85¹⁹⁾にも記載されている。ICRP Publ.85では、実際の手技で最大線量が入射した部位の患者皮膚吸収線量が3Gyを超えた場合ではいかなる手技においても、また繰り返されることのある手技では1Gyを超えた場合には被ばくした皮膚の部位および範囲とともに線量をカルテに記載することを勧告している。

一方、医療被ばくにおいては患者の受ける利益が被ばくによるリスクを上回るため、法令等では線量限度が設けられていない。特にIVRは緊急救命措置という側面もあり、皮膚吸収線量による規制は逆に患者の利益を損なう恐れがある。さらに、特殊な測定機器を持たない一般の施設では、患者のどの部位にどれだけの線量が照射されているかをリアルタイムに測定することは困難である。従って、ガイドラインにおいて皮膚吸収線量によって規制することは現実的ではない。

そこで、「IVRに伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン」では、施設ごとに管理目標を決定することを求めている。IVRの施行に際し、あらかじめ、施設の管理目標として皮膚線量の上限値を定める必要がある。ただし、緊急の救命医療の場合など、軽微な確定的影響よりも治療完遂を優先する場合もあるので、患者に

表8 小児CTのガイドライン

	管電圧 [kv]	管電流 [mA]	時間 [sec]	スライス厚 [mm]	ビーム ピッチ	CTDIw	CTDIvol	
Chest (小児)	SS	120	70	1.0	5	1.5	13.0	8.7
	MD	120	50	1.0	10	1.5	9.9	6.6
Chest (幼児)	SS	120	40	1.0	5	1.5	7.4	5.0
	MD	120	30	1.0	10	0.8/0.75	5.9	7.9
Abdomen (小児)	SS	120	100	1.0	5	1.5	18.4	12.3
	MD	120	80	1.0	10	1.5	15.9	10.6
Abdomen (幼児)	SS	120	60	1.0	5	1.5	11.2	7.4
	MD	120	50	1.0	10	0.8/0.75	9.8	13.2

*このガイドラインは、日本医学放射線学会、日本放射線技術学会、日本小児放射線学会による「小児CTガイドライン」(2005年2月21日)を基本とした。実効線量からCTDIvolに変換したものである。

表9 成人のガイドライン

(ガイドライン 2006)

(ガイドライン 2000)

検査部位	CTDIvol	ファントム内の中心線量
頭部	65	40
腹部	20	11

(mGy)

*旧ガイドラインは頭部 16cm φ、腹部 30cm φの円筒形アクリル(PMMA)ファントム中心の照射線量からPMMAの吸収線量変換係数を乗じたもので、頭部 40mGy、腹部 11mGyであった。今回は、ファントム径を頭部 16cm φ、腹部 32cm φとした。さらに、IEC等の国際的な評価方法を採用し、中心のみでなく、辺縁を考慮したCTDIwに、ヘリカルピッチを加味したCTDIvolとした。線量評価はPMMA内の空気カーマ(空気吸収線量)とした。このガイドラインは2005年1月から12月に実測した60装置から算出した平均値である。

表10 CT透視のガイドライン

検査部位	CTDIw
肺生検	70 (mGy)

管電圧 120kV, 10mA, 100sec, 32cmPMMA ファントム

*ガイドライン2000では、透視時間を10秒、5mAとした。再度の調査で100秒、10mAであった。ゆえに今回は透視時間100秒、10mAとした。さらに、旧ガイドラインの基準ファントムは、30cm、中心部のPMMA吸収線量としたが、国際的な評価方法に従って32cm φ、中心部のみでの評価でなく、辺縁も考慮したCTDIw (PMMA内空気カーマ=空気吸収線量)とした。

検査部位	ファントム内の中心線量
ガイドライン 2000 腹部 (胸椎)	3.2 (mGy)

表 11 血管撮影・IVRのガイドライン

皮膚吸収線量 (1検査の総量)	2Gy
透視線量率 (基準線量)	25 mGy/min.

ガイドラインにおける皮膚吸収線量は、IVR手技中に最大線量を受ける皮膚部位の吸収線量を示し、透視線量率は基準線量測定法に基づいて測定した透視線量率を示す。

とっての最適な結果を得るため、管理目標値を超えて治療を継続する場合の判断を誰がどのように決定するのか、という手続きも含めて定めておく必要がある。管理目標は施設によって状況が異なることが考えられるが、一般的には2Gyを低減目標値に設定している施設が多い。

「医療被ばくガイドライン2006 血管撮影・IVR」では、表11に示すように実際の手技で最大線量が入射した部位の患者皮膚吸収線量の線量低減目標値を2Gyとし、透視線量率を基準線量として25 mGy/minと設定した。

さらに、安全にIVRを施行するためには装置のQCが重要となる。すべての施設が「医療被ばくガイドライン2006 血管撮影・IVR」で提唱する測定法を用いることで、自施設の線量がどの程度であるかを把握できるとともに、施設間の線量や装置出力の比較も可能になる。その結果、必要以上に他施設とかけ離れた高い線量率の照射を抑制することが期待できる。

6. マンモグラフィ (佐藤洋一, 笹沼和智)

1) 目標値設定に対する考え方

医療被ばく低減のための目標値設定にあたり、現在考え得る最高の技術を用いて実現できる被ばく線量を指標とするのではなく、現在行われている最適化にもう一步の努力や改善を加えることで、大半の施設が達成できる被ばく線量を目安とし、全体の被ばく低減を行うことを目的としてマンモグラフィのガイドライン(線量低減目標値)を設定する。

2) 医療被ばくガイドライン(低減目標値)日本放射線技師会2000より変更部分

(a) 入射表面線量と平均乳腺線量

2000年10月に設定されたガイドライン²⁾では、他モダリティとの兼ね合いもありグリッド使用における入射表面線量と平均乳腺線量という二つの線量評価指標で示されている。しかし、前述のようにマンモグラフィにおける線量評価として平均乳腺線量による評価が普及しており、入射表面線量によるガイドラインを提示する意味も薄れている。今回、本改訂において平均乳腺線量をガイドラインとして提示とする。

(b) グリッドありの表示

撮影システムに関してもグリッド使用が標準となっておりガイドライン値としてグリッド(+)の表記は削除する。従って今回のガイドライン値の設定に関しては、グリッド使用におけるものとする。

注) グリッドなしで撮影する特殊な場合(ステレオ生検やマンモトーム等)は、IAEAのガイダンスレベル(グリッドなし1mGy)以下で撮影することが望ましい。

3) ガイドラインとその設定根拠

マンモグラフィは放射線被ばくのリスクと受診者に便益を考慮した上で行われているが、各施設の最適化のレ

ベルにはまだまだ開きがあり、画質と線量レベルを満たしている施設は少ない²⁰⁾。現在、マンモグラフィを撮影するに当たり、日本医学放射線学会の定める使用基準を満たす装置を使用することが望ましいが、既存の装置と設備でもより良いマンモグラフィを低線量で撮影するためにわれわれ診療放射線技師にできることは多く、日常的な努力と工夫が必要である。特に無症状の女性を対象にしたマンモグラフィによる乳がん検診では線量に対する評価と管理は必要不可欠である。

日本放射線技師会が2000年に医療被ばくガイドラインを提示し、その後5ヵ年が経ったのを機に改定を行うための検討を行った。目標設定値に関しては前回と同様、文献調査を主とし、主に2000年から2005年の5年間の動向に着目し目標値を検討した結果、下記のガイドライン値を提示する。

代表的な乳房（平均乳房厚 42 mm 脂肪 50 %・乳腺 50 %比率）に対する ガイドライン値（被ばく低減目標値）として平均乳腺線量 2 mGy とする。
--

7. 核医学（渡辺 浩）

1) 目標値設定に対する考え方

現在、核医学は、Positron Emission Tomography（以下、PET）における自家製造検査薬を除いて、一般的に薬事承認された放射性医薬品である Radiolotope（以下、RI）を購入して使用している。また、近年調整済製剤が普及しつつあり、放射性医薬品メーカーが販売する RI は、充填放射能が数種類以下であり、しかも放射能の選択レンジは狭く桁が異なるようなことはない。さらに、2000年の（社）日本放射線技師会による「医療被ばくガイドライン」²¹⁾ および日本核医学会による「放射性医薬品の適正使用におけるガイドラインの作成」²²⁾ の提示等、関係学会等団体による投与量の最適化（低減）のための普及活動が行われてきた。

そのため、わが国においては、ICRP や IAEA が懸念^{1, 7)} しているような同じ検査同じ診断目的であるにもかかわらず被ばく線量（核医学では投与量が指標）が1～2桁も異なるようなことは非常に起こりにくい現状にある。

従って、医療被ばくガイドライン2006の提示にあたって、核医学領域においては、核医学の実態を踏まえたガイドライン（目標値）を設定する。

2) ガイドラインとその設定根拠

ガイドラインは、大きくシングルフォトン領域（ポジトロン以外の分野を以下、シングルフォトン領域として記す）とポジトロン（PET）領域に分けて調査・検討した。

1) シングルフォトン領域

日本放射線公衆安全学会が平成17年3月に実施した調査において、全国から約50施設のデータを入手したが、このうち核医学データが提供された施設は24施設である。この中から、実投与量ではなく明らかに検定量で記入されていることが明白な施設と空欄施設（検査を実施していないなどの理由）を除いた16施設のデータをもとにガイドラインを検討した。核医学を実施する医療機関は全国でおおよそ1,200ほどである。それに比べて調査データはかなり少ないが、核医学の実施状況に大きな違いはない。また、日本核医学会による「放射性医薬品の適正使用におけるガイドラインの作成」(2001～2002年の委託研究) および放射性医薬品添付文書²³⁾ に記載された適正な投与放射能を参考に用いた。ただし、「放射性医薬品の適正使用におけるガイドラインの作成」および放射性医薬品添付文書に記載された適正な投与放射能は、周知のごとく検定量で示されているのが現状である。

シングルフォトン領域の核医学検査は、放射性医薬品メーカーが販売する RI を購入して使用している。そして、販売される RI の放射能は限られかつ狭い選択レンジにあり、これらのレンジにある放射能は一般的な投与量として広く用いられている。また、購入した RI は原則納入された日に使用される。従って、シングルフォトン領域のガイドラインの設定にあたっては、RI の購入、使用実態を踏まえることを原則とし、かつ、上記資料を参考にした上で決定した表12(1)～(3)。

2) ポジトロン（PET）領域

ポジトロン（PET）領域のガイドラインを表13に示す。

表 12 (1) 一般核医学のガイドライン

検査項目	薬剤 (RI)	投与量 [MBq]
骨	^{99m} Tc-HMDP, MDP	950
骨髄	¹¹¹ In-Cl	150
脳血流	^{99m} Tc-HMPAO	800
脳血流	^{99m} Tc-ECD	800
脳血流	¹²³ I-IMP	200
脳血流	¹²³ I-イオマゼニル	260
脳槽・脊髓腔・髄液ろう	¹¹¹ In-DTPA	60
甲状腺摂取率	¹²³ I-Nal	10
甲状腺	²⁰¹ Tl-Chloride	120
甲状腺	^{99m} Tc-pertechnetate	300
副甲状腺	²⁰¹ Tl-Chloride	120
副甲状腺	^{99m} Tc-pertechnetate	300

表 12 (2) 一般核医学のガイドライン

検査項目	薬剤 (RI)	投与量 [MBq]
肺換気	¹³³ Xe ガス	400
肺換気	^{81m} Kr ガス	200
肺血流	^{99m} Tc-MAA	300
RI ベノグラフィ	^{99m} Tc-MAA	450
肝 (脾)	^{99m} Tc-フィチン酸	200
肝機能	^{99m} Tc-GSA	250
肝胆道	^{99m} Tc-PMT	250
肝・脾	^{99m} Tc-コロイド	200
心筋血流	²⁰¹ Tl-Chloride	180
心筋血流	^{99m} Tc-tetrofosmin	950
心筋血流	^{99m} Tc-MIBI	800
心筋脂肪酸代謝	¹²³ I-BMIPP	130
心筋交感神経機能	¹²³ I-MIBG	130
心プール	^{99m} Tc-HSA-D	950
心筋梗塞シンチ	^{99m} Tc-PYP	800

表 12 (3) 一般核医学のガイドライン

検査項目	薬剤 (RI)	投与量 [MBq]
唾液腺	^{99m} Tc-Pertechnetate	400
メッケル憩室	^{99m} Tc-Pertechnetate	500
出血巣シンチ	^{99m} Tc-HSA-D	950
腎静態	^{99m} Tc-DMSA	300
腎血流・尿路	^{99m} Tc-MAG3	400
腎血流・尿路	^{99m} Tc-DTPA	500
副腎皮質	¹³¹ I-アドステロール	40
副腎髄質	¹³¹ I-MIBG	30
腫瘍	²⁰¹ Tl-Chloride	180
腫瘍・炎症	⁶⁷ Ga-Citratel	190
リンパ管	^{99m} Tc-HSA-D	600
センチネルリンパ節	^{99m} Tc-Sn コロイド	60
RI アンギオ	^{99m} Tc-HSA-D	950

表 13 PET のガイドライン

検査名	薬剤 (RI)	投与量	
		2D 収集 [MBq]	3D 収集 [MBq]
腫瘍	¹⁸ F-FDG	320	240
腫瘍	¹¹ C-メチオニン	700	310
心筋糖代謝	¹⁸ F-FDG	370	210
脳糖代謝	¹⁸ F-FDG	300	300

* 1 : 投与量は、実投与放射能量。

* 2 : 日本放射線公衆安全学会 ((社) 日本放射線技師会からの委託研究) が平成 17 年に 5~6 月に実施した全国調査の第 3 四分位点を参考に決定。

表 14 PET の調査結果

検査名	薬剤 (RI)	2D 収集					3D 収集				
		データ数	単純平均	最大値	最小値	第 3 四分位点**	データ数	単純平均	最大値	最小値	第 3 四分位点**
		[施設数]	[MBq]	[MBq]	[MBq]	[MBq]	[施設数]	[MBq]	[MBq]	[MBq]	[MBq]
腫瘍	¹⁸ F-FDG	20	258	394	185	316	29	217	380	125	240
腫瘍	¹¹ C-メチオニン	4	599	740	442	696	4	283	320	206	306
腫瘍	¹¹ C-コリン	1	482	482	482	/	0	/	/	/	/
心筋血流	¹⁵ N-アンモニア	6	653	1,110	374	740	1	320	320	320	/
心筋糖代謝	¹⁸ F-FDG	8	291	370	125	370	4	231	370	160	210**
心筋	¹¹ C-酢酸	3	580	740	300	/	0	/	/	/	/
脳糖代謝	¹⁸ F-FDG	11	227	370	84	300	15	214	379	100	296
脳血流	¹⁵ O-H ₂ O	4	1,148	2,220	262	1,200	2	805	1,110	500	/
脳血流**	¹⁵ O-CO ₂ ガス	9	3,072	10,000	250	3,500	1	1,000	1,000	1,000	/
脳血液量**	¹⁵ O-CO ガス	8	6,184	19,200	270	10,000	2	1,100	1,200	1,000	/
脳酸素代謝量**	¹⁵ O-O ₂ ガス	8	4,563	10,000	1,000	6,000	1	2,000	2,000	2,000	/

* 1 : データ数が 4 以上の場合のみ第 3 四分位点を示した。

* 2 : 供給放射能を患者の実吸収放射能が混在している可能性がある。実投与量の評価方法が確立していないことが要因と推察している。

* 3 : 4 データのうち、一つが他の 3 データよりも突出して高かったために第 3 四分位点が単純平均を下回った。

JRPS 調査データ : 平成 17 年 6 月, 回収率 61.5% (48 / 78)

日本放射線公衆安全学会が平成17年3月に実施した調査において、調査対象の中でPET検査実施施設が非常に少ないことが予想されたため、PETについては、平成17年5～6月に全国のPET実施施設にアンケートを郵送して実施した。郵送施設数は78、回答施設数は48（回答率61.5%）であった。得られた結果を表14に示す。

ガイドラインは、上記調査データの第3四分位点を参考に決定した。ただし、検査実施施設が少なくデータ提供数が限られた検査については、ガイドラインに盛り込まず参考としてデータを示すにとどめた。また、PETは収集方法（2-Dimensionまたは3-Dimension）によって投与量に変更される可能性があるため、データおよびガイドラインはすべて収集方法別に示した。

ガスを使用した検査では、供給量から実吸引（投与）量を推定する方法に施設間でばらつきがあるため、参考データの提供にとどめガイドラインの提示は行わなかった。

8. 医療被ばくとガイドラインをどう考えるか（諸澄邦彦）

良質な放射線診療を提供するために、医療従事者は、放射線防護に対する正しい知識を身につける必要がある。医療被ばくの意識・認識は、病院の規模、施設の違い、職種、個人差により大きく異なり、日常診療では診断に必要な画像を得ることに関心が集まらざるを得ない。しかし、それだけでなく、良質な医療のために各放射線技師の内面にある放射線防護に対する意識を適切に実践に生かすことも課題である。

あまりに小さいリスクにこだわることに意味はない。しかし、医療利用における放射線の曝露量は比較的高いのが実情である。このため、家族や同僚のことも考え、多くの検査に従事する場合には、患者の線量を適正にすると、従事者の被ばくも低減されることに思いをはせるのが良いのではないだろうか。さらに診療放射線の線量やリスクに関する情報が適切に提供されていないこともあり、一般医、開業医の中には放射線防護についての認識が不十分であったり、逆に警戒し過ぎていることがあるとの指摘がある。

IAEAは基本安全基準（BSS）において、より良い放射線診療を行うために不必要に高い医療被ばくをさけるためのガイダンスレベルとして、放射線検査ごとに具体的な数値を提示した¹⁾。

またICRPにおいては、被ばくする個人に直接的な利益が少なく、放射線検査が日常的に画一化された検査等に対しては、医療被ばくの上限となる値として、診断参考レベルが提示された²⁾。また、生命保険での健康診査など法的な根拠に基づく放射線検査、医学研究における志願者被ばく、患者の介護をする家族等の医療被ばくに対しては、制限値としての線量拘束値の導入を検討すべきとされている³⁾。

本会は、健全な放射線診療を提供するために、第一に適正な放射線検査の適用に従い検査を実施すべきであると考え、このために、臨床医が、最新の医療水準に対応し、学会等のガイドラインに基づいた放射線診療を行うことを期待する。また、質の高い画像やデータが得られるような技術の追求だけでなく、安全性・快適性の向上が図られた機器や、可能な限り少ない線量で情報を得られるような高感度な診断情報システムが開発され、それを普及させることにも努力したい。

われわれ放射線技師は、国民や臨床医の信頼に応え、患者の線量にも必要な気配りをし、適切な放射線診療を提供することが求められている。このガイドラインは、そのための重要なツールである。

患者が安心して信頼性の高い放射線診療を受けるためには、常に質の評価が必要であり、放射線を取扱う者が十分な能力を有することを本会が認定する放射線管理士等の認定資格制度と、卒後教育に代表される知識や技術の教育訓練および放射線装置・機器管理と校正等の品質保証を確立する必要がある。

放射線利用110年の歴史が、今日の医療に果たしてきた役割は多大なものであり、今後21世紀に向けた新たな医療放射線利用を発展させるためには、放射線防護・安全管理が不可欠であり、医療被ばくの低減が重要かつ急務である。

（参考文献）

- 1) IAEA: International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series No.115-1. 1994
- 2) 日本放射線技師会: 患者さんのための医療被ばくガイドライン（低減目標値）、日本放射線技師会雑誌、Vol.47, No.10, 1694-1750, 2000
- 3) 森 剛彦・他: 医療被曝のガイダンスレベルの設定に関する研究 鈴鹿医療科学技術大学紀要, 4, 109-129, 1997