

ソリューションカンファランス

ドーズコントロール

「血管撮影・IVR領域におけるDRLs2020の現状と今後の展望」

順天堂大学 保健医療学部 診療放射線学科 坂本 肇(Sakamoto Hajime)

【はじめに】

血管撮影・interventional radiology (IVR) 領域では、確定的影響(組織反応)である放射線皮膚障害等が発生しているため、リアルタイムに入射皮膚線量を管理して皮膚障害が発生するしきい線量を意識しての線量管理が重要となる。また、放射線防護の最適化のプロセスとして確率的影響の合理的な低減のために診断参考レベル(diagnostic reference level :DRL)の活用が有用である。さらに、医療法施行規則の一部改正省令(医政発0312第7号)が発令され、血管撮影・IVR領域で使用される循環器用X線透視診断装置においては、医療被ばくに係る安全管理のために線量管理と線量記録が必須となり、線量管理のための線量指標としてDRLの活用が求められている。DRLの活用により最適化が進むことは、放射線皮膚障害のリスクも下がると考えられる。このため、臨床現場におけるDRLの重要性は増している。

本稿では、血管撮影・IVR領域でのDRLs2020の現状と活用、法令改正での線量管理とDRLs2020の役割を中心に解説し、今後のDRLs2020の展望も記載する。

【DRLs2020の現状】

DRLs2020はDRLs2015からの改訂として、J-RIME主導で開始された。血管撮影・IVR領域でのDRLs2015は、日本診療放射線技師会の「医療被ばくガイドライン2006」の改訂作業の延長として、「標準ファントムを用い統一した幾何学的配置にて、透視基準線量を測定する」方法を採用し、被写体としてpolymethyl-methacrylate (PMMA) 20cmを用いて患者照射基準点(patient entrance reference point:PERP)の位置へ線量計をセットし、各装置で使用している標準的な透視条件にて1分間あたりのファントム入射表面線量を測定し「20 mGy/min」とした。このDRLs2015のDRL値は、装置の品質管理を行うことにより血管撮影・IVRにおける患者被ばく線量の最適化を目的としており、全国の血管(循環器)撮影装置の透視基準線量の最適化に大変役立ったと考えられる¹⁾、²⁾。反面、患者入射総線量は治療の難易度、術者の技量、患者体型などさまざまな要因の影響を受け、特に臨床時の術者に依存するところが大きいと考えられるが、DRLs2015のDRL値は手技時の術者に参考とはならなかった。

このため、DRLs2020は術者となる医師が手技時に参考となるDRL値の設定、また、医療法施行規則の一部改正(診療用放射線に係る安全管理)の内容が先行して公布されていたことを踏まえ改訂された³⁾。血管撮影・IVR領域でのDRLs2020では、術者となる医師の所属する学会と協同し頭頸部領域、胸腹部領域の調査が行われ、心臓領域は日本放射線技術学会学術研究班の調査により、手技中に術者が参考となる臨床時の装置表示線量(空気カーマ値($K_{a,r}$)[mGy]ならびに面積空気カーマ積算値(PKA)[Gy \cdot cm²])がDRL値に採用された。臨床でのDRL値は各施設から集められた線量値の75パーセンタイル値であり、装置基準透視線量率として患者照射基準点位置での入射表面線量率[mGy/min]がDRLs2015より継続され採用された。

頭部/頸部領域では、日本脳神経血管内治療学会(JSNET)放射線防護委員会と日本放射線技術学会学術

Table 1 頭部/頸部領域におけるDRL値

頭部・頸部疾患群	診断血管撮影(術前)		診断血管撮影(術後)		血管内治療(IVR)	
	$K_{a,r}$ [mGy]	P_{KA} [Gy \cdot cm ²]	$K_{a,r}$ [mGy]	P_{KA} [Gy \cdot cm ²]	$K_{a,r}$ [mGy]	P_{KA} [Gy \cdot cm ²]
嚢状動脈瘤	590	89	510	57	3100	210
脳動静脈奇形	770	160	470	77	4100	410
脳硬膜動静脈瘻	1100	190	820	150	4700	430
頸部頸動脈狭窄/閉塞	560	120	390	72	820	150
急性脳動脈狭窄/閉塞	480	83	500	83	1400	230
頭蓋内腫瘍	720	140	(1000)	(77)	2500	320

Table 2 成人心臓領域におけるDRL値

成人 心臓領域	$K_{a,r}$ [mGy]	P_{KA} [Gy \cdot cm 2]
診断カテーテル検査	700	59
非CTO PCI	1800	130
CTO PCI	3900	280
非PVIRFCA	560	57
PVIRFCA	645	89

Table 3 胸腹部領域におけるDRL値

胸腹部領域	$K_{a,r}$ [mGy]	P_{KA} [Gy \cdot cm 2]
TACE	1400	270
TEVAR	830	200
EVAR	1000	210

研究班が協力し、代表的な疾患群である嚢状動脈瘤、脳動静脈奇形、脳硬膜動静脈瘻、頸部頸動脈狭窄/閉塞、急性脳動脈狭窄/閉塞、頭蓋内腫瘍の6疾患ごとに術前、術後の診断血管撮影および血管内治療 (IVR) のDRL値が設定された (Table 1)。

心臓領域では、日本放射線技術学会学術研究班がアンケート調査を行い成人と小児が区別されDRL値が設定された。成人の心臓領域では、冠動脈の診断カテーテル、治療 (percutaneous coronary intervention: PCI) においてchronic total occlusion (CTO)と非CTO, radiofrequency catheter ablation (RFA) においてpulmonary vein isolation (PVI)と非PVIについてDRL値が設定された (Table 2)。

胸腹部領域では、日本医学放射線学会 (JRS) 放射線安全管理委員会と日本放射線技術学会学術研究班が協力し、肝細胞がん治療 (transcatheter arterial chemoembolization: TACE)、胸部大血管ステントグラフト内挿術 (thoracic endovascular aortic repair: TEVAR)と腹部大血管ステントグラフト内挿術 (endovascular aortic repair: EVAR) のDRL値が設定された (Table 3)。

基準透視線量率は、日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構 (JAPIR) により調査期間が2019年5月1日～2019年8月31日における448装置のデータによる86パーセンタイル値 (DRLs2015と同様なパーセンタイル値) となる17 [mGy/min]が設定された。なお、DRLs2020の詳細については文献3を参照いただきたい。

DRLs2020でのDRL値では、装置へ表示される患者照射基準点線量を新たにDRL量にしたことから、術者により大きく影響をうける透視時間や撮影回数など患者被ばくの臨床的因子を加味している。DRL値が手技中の術者へリアルタイムで提示できる線量となり、術者による放射線防護の最適化を図るため有効に活用できると考えられる。

【DRLs2020の活用】

DRLを臨床現場で活用し、効果的に放射線防護の最適化を図るためには、線量記録を行い、記録した線量を検討し、検討結果を反映することが重要となり、PDCAサイクルの利用が望ましい (Fig.1)。

- 1) 臨床での各領域における疾患に使用するプロトコール (透視/撮影条件) の決定 (Plan)
- 2) 血管撮影・IVR時の線量記録による線量把握と線量管理 (Do)
- 3) 各領域における疾患別に連続した20～30例、あるいは一定期間における中央値とDRL値との比較 (Check)
- 4) DRL値と比較し、超えていた場合には術者と相談し、手技方法の検討、装置のプロトコール見直し等の対応を行う。特に、装置のプロトコールを検討する際には基準透視線量率がDRL値として設定されているので、自施設の基準透視線量率を測定評価し画質を考慮しながら線量を低減する方策を実施する。

なお、DRL値は最適な線量ではないことから、「日本の診断参考レベル (2020年版)」³⁾に掲載されている50パーセンタイル値 (達成可能線量 achievable dose: AD) を参考に線量評価を行うことも有効である⁴⁾。DRL値より極めて線量が低い対象疾患があった場合には、術者と画質について検討し、線量の引き上げを含んだ検討が必要となる。 (Action)

DRLs2020でのDRL値を有効に活用するためには、PDCAサイクルを利用し患者被ばく線量の最適化を目指すための方策が重要になると考えられる。

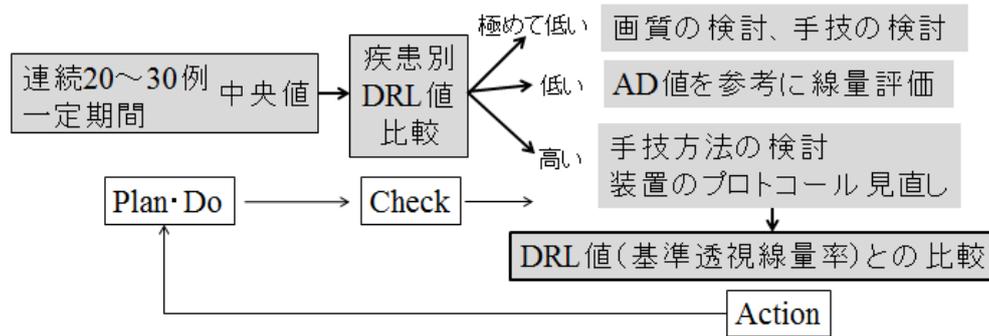


Fig.1 PDCAサイクルの利用による放射線防護の最適化

【DRLs2020の役割と法令改正での線量記録・管理】

DRLの活用方法にて上記のPDCAサイクルでの「Check」に示した通り、DRL値と比較する対象は連続した症例あるいは一定期間における中央値の症例の線量値となり、個々の症例ではない⁴⁾。このため、DRL値と比較する症例の線量は、使用装置の代表的な症例(施設の代表的な症例)となり、患者個人の線量と比較して最適化を行っているのではない。しかし、法令により義務化されている線量記録および線量管理は個人が特定できる形式にて行われ、放射線の過剰被ばくなどによる有害事例が発生したと考えられる際には、障害が医療被ばくに起因しているかの判断ができるような対応が求められる。Fig.2には、法令で求められる線量記録・管理とDRL値による最適化に用いられる症例についての比較を示す。

Fig.2に示す通り、DRLを用いた線量管理は代表的な疾患、標準的な症例、平均的な症例、標準的な難易度となり、これらをDRL値と比較検討することにより、その装置、施設での最適化を行うことが目的となり、法令での線量管理にはDRLの活用が求められている。一方で、循環器用X線透視診断装置を使用した全ての症例は、法令により線量記録と線量管理が求められている。両者の目的、および対象となる疾患の相違点を理解し、DRL値を参考とした防護の最適化が求められる。

【今後の展望】

DRLs2020が公表されて半年が経過した時点において、血管撮影・IVR領域にて線量管理を行う上でDRLがどのように活用されているかについて調査を行った。調査は2021年2月25日～3月31日の期間において、全国循環器撮影研究会に所属している会員を対象としてWeb形式にて行い、回答者数は79名、施設数は67施設であった。設問は16項目あり、「DRLs2020での血管撮影・IVR領域の内容を把握されていますか?」に対しては、全員が把握しているとの回答であり、「DRLs2020は改正法令での線量管理に役立っていますか?」に対しては役だっているが56%、概ね役立っているが44%となり、不十分の回答は無かった。また、頭部領域疾患群分類は

対 象	法令で求められる線量記録・管理	DRL値による最適化に用いられる症例
対象疾患	装置を使用した全ての疾患 (循環器用X線透視診断装置)	代表的な疾患 (設定された症例)
対象症例	正当化された全ての症例 個々の症例	標準的な症例 平均的な症例
患者の体型	全ての体型	平均的な体型
手技の難易度	簡単からコンプレックス Simple~complex	標準的難易度 Standard
比較している影響	確定的影響と確率的影響	確率的影響

Fig.2 法令での線量記録・管理の対象症例およびDRL値との比較症例の比較

妥当であるが61%、疾患群が多いが34%であり、心臓領域疾患群分類は妥当であるが86%、疾患群が少ないが13%であり、胸腹部領域疾患群分類は妥当であるが67%、疾患群が多いが32%であった。また、装置基準透視線量率については今後も必要が96%となっており、装置管理が放射線防護の最適化に必要なものであるとの認識が高い結果となった。

今回のアンケートについての詳細は、今後の機会に報告したいと考えているが、DRLは定期的な見直しと改訂が必要であることから、現状のDRLs2020に対する多くの意見を解析し反映された次期DRLが期待され、日本全体の医療被ばくに対する最適化がより促進されることを切望する。

【謝辞】

全国循環器撮影研究会へのアンケートにつきまして、ご協力いただきました会員の皆さまに心よりお礼を申し上げます。また、快くアンケートの企画にご理解いただきました全国循環器撮影研究会の前会長である加藤 守さん(秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部)に感謝の意を申し上げます。

【参考文献・図書】

- 1) 資料 機構報告 日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構ホームページ (<http://ivr-rt.kenkyukai.jp/special/?id=18190>)
- 2) 坂本 肇: 血管撮影・IVR領域DRLs2015改定に向けての動向、全国循環器撮影研究会誌2020;No32,14-18
- 3) 日本の診断参考レベル(2020年版)(Japan DRLs 2020), 医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)ホームページ (http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020_jp_1st_revise.pdf)
- 4) ICRP Publication 135: Diagnostic reference levels in medical imaging. Annals of the ICRP, (2017)