

日本の診断参考レベル(2020年版) の概要と運用上の注意点

日本診療放射線技師会 医療被ばく安全管理委員会

日本の診断参考レベル(2020年版)の概要と運用上の注意点

日本診療放射線技師会 医療被ばく安全管理委員会

はじめに

「日本の診断参考レベル(2020年版)」(以下、DRLs2020)¹⁾が医療被ばく研究情報ネットワーク(Japan Network for Research and Information on Medical Exposure: J-RIME)より2020年7月3日に発表された。そして7月31日には修正版と英語版が発表されている(※8月31日に追加修正)。J-RIMEは放射線診療における施設・機器・頻度・被ばく線量・リスク評価に関するデータを収集し、わが国の医療被ばくの実態把握を行うとともに、他の先進国と同程度の医療被ばく管理体制を国内に構築することを目指して2010年3月に設立された。事務局を国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所放射線防護情報統合センターに置き、2020年6月現在では20の学協会が参加している²⁾。

目的

本稿執筆の目的は、DRLs2020に関する情報提供と運用上の注意事項の周知にあり、本稿がDRLs2020に代わるものではない。よって必ずJ-RIMEホームページよりDRLs2020を精読していただくことを願います。



日本の診断参考レベル(2020年版)(修正版):

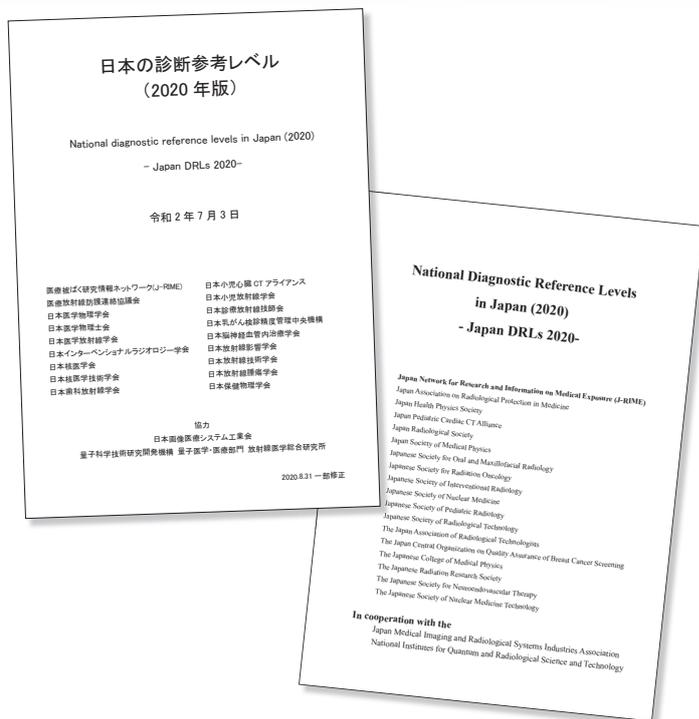
http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020_jp.pdf



Japan DRLs 2020 (英語版):

http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRL2020_Engver.pdf

医療の制限が患者の不利益にならないように、医療被ばくには線量限度が設けられていない。よって正当



化と最適化の原則を順守し、最適化を行うための重要なツールが診断参考レベルである。ICRPは2017年にPublication 135として診断参考レベルに関して包括的に論じており、DRLs2020でも随所にPublication 135の概念が取り入れられている。DRL値やDRL量、または入射空気カーマ($K_{a,i}$)など、DRLs2015では採用されていなかった概念が取り入れられているため、「DRLの設定に用いたDRL量および関連用語」も併せて確認されたい。本稿では、これらの新しい概念を含めDRLs2015からの変更点を中心に解説する。



DRLの設定に用いたDRL量および関連用語:

http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRL2020_Addendum.pdf

医療被ばくガイドラインと診断参考レベル

本会では、IAEA Guidance Levels (1996年)³⁾およびICRP Publication 73 (1996年)⁴⁾を受け、医療放射線防護の最適化を会員に周知することを目的に「医療被ばくガイドライン(患者さんのための医療被ばく低減目標値)」(2000年)⁵⁾を会告した。その際、一部の関連学協会より数値の低減が目標ではないとの指摘もあり、2009年には改訂版として「放射線量適正化のための医療被曝ガイドライン」⁶⁾を一般書籍として出版してきたが、2015年に発表された医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)の診断参考レベルの策定に加わったことを契機に、現在では独自の指標策定は行っていない。

2015年の「最新の国内実態調査に基づく診断参考レベルの設定」での掲載項目数では、本会が進める医療被ばく低減施設認定審査に対応できないため、検査種などの項目が補完することを目的に「医療被ばくガイドライン(診断参考レベルDRLs2015の公表を受けて)」として改訂した。しかし、「DRLs2020」では対象のモダリティが充実したことと「医療被ばくガイドライン」でのデータが古いことより、本会の「医療被ばくガイドライン」の役割は終えたと考える。策定に尽力された先輩諸賢の功績に敬意を表したい。

日本の診断参考レベル(2020年版)の概要と注意点

◆ CT

医療被ばく安全管理委員会 柘植 達矢

DRLs2015からの変更点・追加点

【成人CT】

- ・標準体格を体重50~60kg(冠動脈のみ50~70kg)から全てのプロトコルについて体重50~70kgに変更
- ・新たに急性肺血栓症&深部静脈血栓症、外傷全身CTプロトコルを追加
- ・調査結果の75パーセントイルと中央値の全体の集計、逐次近似(応用)再構成法を利用した検査に限定した集計を参考資料として掲載

【小児CT】

- ・標準体格を年齢幅3区分(1歳未満・1~5歳・6~10歳)から4区分(1歳未満・1~5歳未満・5~10

歳未満・10~15歳未満)に変更

- ・胸部と腹部は新たに標準体格の体重幅4区分(5kg未満・5~15kg未満・15~30kg未満・30~50kg未満)を追加
- ・調査結果の75パーセントイルと中央値の集計を参考資料として掲載

DRL値設定根拠とlimitation

CT装置から出力されたCTDI_{vol}(mGy)とDLP(mGy・cm)の線量表示値を採用し、調査結果の75パーセントイル値を有効数字2桁で丸めた値がDRLとして設定された。

【成人CT】

一部のプロトコルにおいて撮影長(DLP/CTDI_{vol})が中央値の2分の1倍未満や2倍以上となる調査データが除外された。頭部単純ルーティンのDLPがDRLs2015の値をわずかに上回ったが、線量を高めるべき正当な事情がないことを勘案し同じ値に据え置かれた。外傷全身CTは4種類のプロトコルに分けて調査が行われたが、十分な回答数が得られなかったため、全てを合算した1つだけのDRL設定とされた。

今回の調査回答施設数は、DRLs2015の半分以下である182施設と少ないためデータの偏りがより大きい可能性がある。また外傷全身CT全体をひとくくりにすることの妥当性は今後の課題とされた。

【小児CT】

小児CT検査の線量表示値は、装置の特性やプロトコルによって16cmもしくは32cmファントムによる値が表示されるため、胸部と腹部の線量値は両ファントムの値が併記された。16cmファントムの線量値は32cmファントムの値に補正係数2を乗じて求められた。胸部と腹部はICRP Publication 135で推奨される体重幅での区分が追加された。集計結果から頭部・腹部の一部のDLPの値がDRLs2015よりも増加したが、線量を高めるべき正当な事情がないことを勘案し同じ値に据え置かれている。

今回の調査回答施設数はDRLs2015の167施設から37施設に大幅に減少した。しかし、調査結果は以前に実施されたMatsunagaらの調査(493施設対象)データの中央値と大きく異ならず、DRL設定に影響を及ぼすデータの偏りはないと考えられている。改正臨床研究法による倫理審査の厳格化が回答施設数減少に影響したと考え、今後の調査方法の検討が必要であると添えられている。

DRL運用に関する注意など

【成人CT】

「頭部単純ルーティン」のDRL値は欧米より高い状態が継続することになり、最適化の推進が最も求められる領域である。

「肝臓ダイナミック」のDRL値はCTDI_{vol}、DLPともに増加した。増加は標準体格の体重上限が増えた結果と考えられるが、他のプロトコルの値が減少していることを勘案すると最適化が不十分な恐れがある。DRL値は胸部や骨盤を含まない検査の線量調査に基づいて決定されたが、転移検索が必要な進行した肝細胞癌の評価目的で胸部や骨盤を含む造影CT検査のDRLを定める場合は、より高い値になる可能性があるとしている。

「急性期血栓塞栓症&深部静脈血栓症」の調査結果では、撮影の時相と部位および範囲が多様であった。過半数が単純を撮影しない、また造影後2相までの施設になっており、単純や3相以降を撮影している施設はその必要性を再検討する価値があるとしている。

【小児CT】

CT装置や撮影プロトコルによって線量表示値がいくつかのファントム径によるものかの定義が異なることがあるので、必ず確認することが重要である。今回の改訂では、胸部・腹部CTは年齢幅による区分に加え、体重幅による区分が追記され併記された。臨床現場で利用しやすい区分のDRL値で運用が選択可能である。

CTDI_{vol}は全ての年齢幅の全ての部位でDRLs 2015よりも低下したが、DLPは1～5歳未満の頭部、5～10歳未満の頭部と腹部で据え置かれた。5年の間に逐次近似応用再構成が搭載されたCT装置への置き換えが進みCTDI_{vol}が低下したと考えるが、一部の部位、年齢幅での撮影長が延長するなど撮影範囲の最適化が不十分な可能性があると考えられた。

◆ 一般撮影

医療被ばく安全管理委員会 佐藤 洋一

DRLs2015からの変更点・追加点

DRLs2015では設定されていたが、DRLs2020では削除されている項目、また新たに設けられた項目がある。削除された項目として頭部側面・大腿部・足関節・前腕部・グースマン法・マルチウス法がある。新たに設定された項目として胸部正面が管電圧ごとに2種類（100kV未満・100kV以上）・検診胸部正面（100kV

以上）がある。

DRL値の変更として腹部（臥位）2.5（3.0）mGy・頭部正面2.5（3.0）mGy・頸椎正面0.8m（0.9）Gy・胸椎側面5.0（6.0）mGy・腰椎正面3.5（4.0）mGy・腰椎側面9.0（11.0）mGy・骨盤正面2.5（3.0）mGyについて引き下げられている。※括弧内はDRLs2015値を示す。

DRL値設定根拠

設定に当たり、日本医学放射線学会認定放射線科専門医修練機関を調査対象とし、57施設からの回答結果から入射表面線量（mGy）を算出・評価し、DRLの決定に当たっては調査結果から75パーセンタイル値を求め、その他調査結果も参考とし放射線の安全利用のために有効活用できる数値をデルファイ法を用いて決定している。

成人の検査に対して体重50～60kgの一般的な体格の患者15～20人の中央値を、子供については乳児（0～1歳）と小児（5歳）を対象としている。

検診部門における胸部X線撮影の設定については、全国労働衛生団体連合会の指定ファントムを用いた計測法による調査から設定されている。

臨床値との比較方法

一般撮影領域のDRLは、Entrance-surface air kerma (K_{a,e})：入射表面空気カーマ（入射表面線量(D_{ES})と同義)でその数値が設定されている。臨床値との比較に当たっては、設定根拠に示されている体格の患者における撮影条件を把握し、この撮影条件を用いてのK_{a,e} (D_{ES})を求めるための実測が基本となる。しかし、線量計を有していない施設においては線量推計ソフトウェアなどの使用も認めている。臨床値との比較に当たってはいずれかの手法を用いて入射表面線量を把握し、施設の中央値で評価を行う。装置表示値や線量管理ソフトウェアからの情報を用いる場合についても対象者の抽出などについては同様である。

測定方法または測定時の注意事項

線量推計ソフトウェアの使用に当たっては、その特性や算出された数値の意味を熟知した上での使用が望ましい。装置表示値を利用する場合も同様で、表示されている数値の意味合いを確実に理解しておくことが間違いのない評価につながる。

線量推計ソフトウェアを用いて評価を行う場合には、X線装置操作卓に表示されているX線出力に関する

るパラメーターから入射表面線量を計算することとなる。このため表示値と実出力値の誤差があってはより近似な推計に結び付けることができず、X線装置の保守管理の実施が求められる。

◆ マンモグラフィ

医療被ばく安全管理委員会 鈴木 賢昭

DRLs2015からの変更点・追加点

DRLs2015でも採用されていたPMMA40mmに対する平均乳腺線量 (D_G) に加え、ICRP Publication 135で推奨されているオペレーターの技量までを含めた評価を行うために、臨床における実際の患者の線量データを用いて解析が行われている。この値としては、臨床で撮影した右MLO撮影時における2DマンモグラフィとDigital Breast Tomosynthesis (DBT) の平均乳腺線量が用いられている。平均乳腺線量は平均的な日本人の線量よりも若干高い傾向が見られることや、ポジショニングを含む圧迫技術などが加味されているため、臨床における実際の患者の線量データからの解析値はより臨床に寄ったDRL値が提示されたと考ええる。

DRL 値設定根拠

DRLs2015同様に、日本乳がん検診精度管理中央機構で行った施設画像評価のデータが用いられており、画質評価および線量の最適化が行われた施設でのデータであるため、95パーセンタイル値である2.4mGyが採用されている。なお、参考値として75パーセンタイル値2.05mGy、50パーセンタイル値1.80mGyが提示されている。システムごとの特徴として、S/Fシステム・CRシステム・FPDシステムの値も紹介されている。

臨床値との比較方法

DRL値は下記の3項目に対して与えられている。

- ・PMMA40mmにおける平均乳腺線量2.4mGy (95%)
- ・臨床データに基づく2Dマンモグラフィ平均乳腺線量1.4mGy (75%)
- ・臨床データに基づくDBT平均乳腺線量1.5mGy (75%)

まず、PMMA40mmに対する平均乳腺線量を評価

し、DRL値との比較を行う。必ずしもDRL値を下回ることが目的ではないが、高い場合は低減の方策を検討する。DRL値を下回っている場合は、画質などの確認を行った上で、右MLO撮影時における2DマンモグラフィとDigital Breast Tomosynthesis (DBT) の平均乳腺線量を比較検討する。

測定方法または測定時の注意事項

中央値 (50パーセンタイル値) が併記されている。これは全国分布の中での現状の把握や撮影条件の再検討など、追加の最適化を行う際に利用していただきたい。

◆ 歯科X線撮影

医療被ばく安全管理委員会 三島 章

DRLs2015からの変更点・追加点

DRLs2015でDRLが設定された歯科領域のモダリティは口内法X線撮影のみであったが、DRLs2020では口内法X線撮影が改訂され、パノラマX線撮影・歯科用コーンビームCT (CBCT) が追加された。

DRL 値設定根拠

口内法X線撮影・パノラマX線撮影・歯科用CBCTのDRL設定のために、大学歯学部、歯科大学附属病院29または30施設を対象として線量調査を行っている。口内法X線撮影は入射空気カーマ (incident air kerma; IAK, $K_{a,i}$) が、パノラマX線撮影は面積空気カーマ積算値 (air kerma-area product; P_{KA}) ・線量-幅積 (dose-width product; DWP) が、歯科用CBCTは大中小の照射野面積 (直径×高さ) ごとに P_{KA} および $K_{a,r}$ に相当する装置回転中心におけるビーム軸の空気カーマ (air kerma at the isocenter of dental CBCT unit; K_{iso}) が用いられ、それぞれ75パーセンタイル値でDRLが設定された。

測定方法または測定時の注意事項

1. 口内法X線撮影

入射空気カーマ ($K_{a,i}$) はDRLs2015で用いた患者入射線量 (patient entrance dose; PED) と同意であり背面散乱を含まない。口内法X線装置の $K_{a,i}$ は、コーン先端に半導体式線量計などを密着させて測定可能な中心X線の空中空気カーマであるが、コーン先端に面積線量計を設置して面積空気カーマ積算値 (P_{KA})

を測定し、コーン先端の面積で除して $K_{a,i}$ を求めることも可能である。

DRLs2015同様に、標準体格の成人および10歳小児の上顎と下顎の前歯部・犬歯部・小臼歯部・大臼歯部の計8カ所の部位についてDRLを設定した。また前回調査から撮影装置・受像体・照射時間の変更を行った施設について線量測定、照射時間を基にした $K_{a,i}$ の算出を行い分析されている。

英国PHE (Public Health England) が2019年に勧告した成人・小児における下顎大臼歯部のPED ($K_{a,i}$) はそれぞれ1.2mGy, 0.7mGyであり^{7), 8)}、日本のDRL (1.5mGy, 1.0mGy) よりも低い。

2. パノラマX線撮影

パノラマX線装置の受像体表面または二次（検出器側）スリット前面に放射線着色フィルムを貼り付けて照射させ、照射された放射線着色フィルムをスキャナーで読み取り、別に作成した基準フィルムの着色と比較することで線量分布を求めて P_{KA} が算出された。また着色フィルムの長辺（縦）方向の長さを測定してX線ビームの高さとし、 P_{KA} をビームの高さで除してDWPとしている。別の方法として、受像体表面または二次スリット前面のX線束中央に半導体式線量計を固定し $K_{a,i}$ を測定した上で、フィルムなどを用いてX線束の幅・高さを測定して $K_{a,i}$ に幅を乗じることでDWPに、DWPに高さを乗じることで P_{KA} を算出することも可能である。またCT chamberを受像体表面、二次スリット前面のX線束高さ方向の中央に固定し照射することでDWPが測定可能である。あるいは面積線量計を用いて P_{KA} を直接測定することも可能である。ただし、同一X線束内でも場所により線量分布が異なることから、特に半導体式線量計を用いて測定する際にはセンサーの設置位置に注意が必要である。

英国PHEの勧告^{7), 8)}では $81\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$ の P_{KA} であり、日本のDRL ($134\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$) の約60%であることから、国内においては最適化が必要である。

3. 歯科用コーンビームCT (CBCT)

X線射出口に放射線着色フィルムを貼り付けて照射させた。放射線着色フィルムをスキャナーで読み取り、別に作成した基準フィルムの着色と比較することで線量分布を求めて P_{KA} が算出された。また受像体表面の照射野中央に光刺激ルミネセンス (OSL) 線量計を貼り付けて、その装置で使用されている最小FOVの撮影条件で照射させ、受像体表面におけるビーム軸の空

気カーマ (K_d) を測定して、距離の逆2乗則により K_{iso} を求めている。別の方法として、面積線量計を用いて P_{KA} を測定することが可能である。また受像体表面のX線束中央に半導体式線量計を設置し測定した K_d から距離の逆2乗則を用いて K_{iso} を求めることも可能であり、フィルムなどを用いて受像体表面における照射野面積を測定し K_d に乗じることで P_{KA} となる。ただし、同一X線束内でも場所により線量分布が異なることに注意する必要がある。

◆ IVR

医療被ばく安全管理委員会 平松 雅樹

DRLs2015からの変更点・追加点

DRLs2015では基準透視線量率のみが評価されていたが、以下の4領域が新たに示され、基準透視線量率は $17\text{mGy}/\text{min}$ と改定された。

1. 頭部/頸部領域のDRL値
2. 成人心臓領域のDRL値
3. 小児心臓領域のDRL値（年齢幅による区分）
4. 胸腹部領域IVRのDRL値

装置基準透視線量率のDRL値

基準透視線量率： $17\text{mGy}/\text{min}$

DRL値設定根拠

DRLs2020では、装置へ表示される患者照射基準点線量 ($K_{a,r}$) [mGy] ならびに面積空気カーマ積算値 (P_{KA}) [$\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$] が新たにDRL量として採用された。これは手技中の術者にリアルタイムで提示できる量であること、術者の意向に影響を受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こと、最終的な患者被ばく線量を反映した量であり、防護の最適化に有用であることが主な理由である。

臨床のDRL値は、原則として実際の診療で得たデータを解析し、結果の75パーセンタイル値を有効数字2桁で丸めた値である。手技や治療の項目ごとにDRL値を設定しているが、患者の体型についての基準は設定していない。これは血管撮影/IVRにおいて、透視/撮影線量は患者体型により大きく異なるが、それ以上に疾患や手技の難易度/複雑性に線量が強く影響を受けるためである。

臨床値との比較方法

施設で用いている典型的な線量を調査し、その中央

値がDRL値を超えている場合、臨床的に正当な理由がない限り、線量が最適化されているかどうかを判定するための見直しを行う必要がある。一般的には用いている機器の性能やプロトコル（手技）などを調査し、高線量の原因を突き止め、より適正な線量の使用に向けた対策を講じる。対策を講じた後、施設の典型的な線量を改めて調査し、DRL値と再度比較する。ICRP publication 135では、IVRについては年1回の線量調査を推奨している。また求めるのは最高の画質ではなく、おのおのの診断に必要な十分な画質であることに留意すべきである。

DRLの目的は最適化であって、線量低減ではない。正当化がなされた検査は、必要な診断情報が得られなければかえって無駄な被ばくとなる。特に撮影条件を変更した際には、線量の変化だけでなく、画質や診断能が担保されていることの確認が肝要である。

測定方法または測定時の注意事項

DRLs2020では、臨床における装置表示線量をDRL量として採用し、各領域でそれぞれDRL値が設定されていることから、日常診療においては、自施設の臨床での装置表示値をDRL値と比較することが防護の最適化の第一歩である。

調査の対象となった患者体型は、心臓領域において平均身長161～164cm、平均体重62～65kg、胸腹部領域において平均身長160～163cm、平均体重59～61kgとなっていた。特に体重の変化に伴い透視・撮影線量は変化するので、DRL値との比較の際には注意が必要となる。

臨床におけるDRL値と自施設線量を比較した結果、DRL値より高い場合には、その一因として装置設定線量が考えられるため、基準透視線量率のDRL値と比較検討し、最適化を推進していただきたい。また臨床でのDRL値より大幅に低い場合には、画質に問題がないかを検討する際に、基準透視線量率のDRL値を参考に自施設の装置設定線量を考慮することが重要である。

◆ 診断透視

医療被ばく安全管理委員会 鈴木 賢昭

DRLs2015からの変更点・追加点

DRLs2015でもX線透視使用検査におけるデータは調査されたが、諸外国との比較が困難なこと、特に上部消化管撮影では日本消化器がん検診学会が推奨す

る基準撮影法が普及途中であり、検査時間に大きなバラツキが見られたことより、本邦で初めてのDRLsの策定に当たり、混乱を回避することを目的に掲載が見送られた。DRLs2020では、これらの経験を基に検討が進められ新設の項目として採用された。

DRL値設定根拠

頻度の高い検査項目と被ばく線量が高くなる検査についてICRP Publication 135に準じて面積空気カーマ積算値・基準空気カーマとして透視時間・撮影回数となっている。標準体格は、身長150～170cm、体重50～70kgとされている。

DRLs改訂プロジェクトチームによりあらかじめ選定された検査項目に対し、3症例以上の中央値から集計し、原則として調査結果の75パーセンタイルを有効桁数字2桁として算出されている。

臨床値との比較方法

診断透視領域では本邦で初めてのDRL値であるため、項目に示されている全ての検査において比較検討が必要であると考え。標準体型での線量データを3症例以上集めた中央値をDRL量とし、DRL値と比較検討する。DRL量がDRL値よりも高い際は低減可能な方策を検討する。またDRL量がDRL値よりも低い際は画質の確認やさらなる線量の最適化を検討する。

測定方法または測定時の注意事項

面積空気カーマ積算値はICRP Publication 135では $KAP: Air\ kerma\text{-}area\ product: P_{KA}$ と表記されておりDRLs2020でも採用されているが、従来表記での $DAP: Dose\ area\ product$ と同義である。また基準空気カーマ: $K_{a,r}: Incident\ air\ kerma\ at\ the\ patient\ entrance\ reference\ point$ はJIS Z 4751-2-54で定められている透視装置の患者照射基準点での入射線量（後方散乱を含まず）であり、IVRでの患者照射基準点とは異なることに注意を要する。装置が表示する線量値は統一されていないため数値が表す意味、特に単位の確認は重要である。

$K_{a,r}$ や P_{KA} が表示できない装置の場合は、透視時間および撮影回数を用いて評価を行うことになるが、消化管造影などでは熟練度により大きな差が生じる可能性もあるため十分な検討を要する。

◆ 核医学検査

医療被ばく安全管理委員会 佐藤 寛之

DRLs2015からの変更点・追加点

新薬および製造中止となった製剤について追加および除外された項目がある。PET製剤に関しては、 ^{18}F -FDGを用いた「脳ブドウ糖代謝」「心筋ブドウ糖代謝」「腫瘍ブドウ糖代謝」「炎症」の各検査において、それぞれ「体重当たりの投与量」が追加された。「DRLs2020」から加わった新しい検査として「SPECT/CT」や「PET/CT」などのハイブリッド装置で吸収補正や画像融合に用いる「Hybrid CT」の値（ CTDI_{vol} 、DLP）が追加となっている。

DRL 値設定根拠

2019年8月26日から約1カ月間で行われた線量調査結果に基づき設定されている。結果は集団の75パーセンタイルを基準とし、数値をある程度丸めた値としている。注意すべき点としては、調査結果が「DRLs2015」を超えた場合や回答数が少ない製剤に関しては「DRLs2015」を踏襲していることとなる。

DRL値は標準的な成人の検査に用いる投与量となっており、患者に投与する時点での放射能（実投与量）となっている点も注意すべき点といえる。なお、小児に関しては、関係学会がコンセンサスガイドライン⁹⁾を発表しており、こちらに準ずることとなる。

臨床値との比較方法

製剤の特性上、投与時刻が大きく影響する。報告書には「標準的な体格の成人の検査における実投与量（MBq、検定量ではない）の中央値」¹⁰⁾による線量評価の実施との記載があるので注意する必要がある。

測定方法または測定時の注意事項

実投与量の把握は、測定器による実測、あるいは測定

困難な場合は計算値でも構わない旨の記述がある。定期的な校正の実施など測定器の特性を十分に理解して行う必要がある。また計算に関しては、製薬メーカーなどが計算アプリケーションを公開しているのでこちらも参考にしてもらいたい。

その他

報告書に記述されているように、近年、臨床への導入が進んでいる半導体を検出器とした装置は最適化が可能であるため、この点について留意していただきたい。

参考文献

- 1) http://www.radher.jp/J-RIME/report/JapanDRL2020_jp.pdf
- 2) Japan Network for Research and Information on Medical Exposure
<http://www.radher.jp/J-RIME/index.html>
- 3) International Atomic Energy Agency: Establishing Guidance Levels in X Ray Guided Medical Interventional Procedures: A Pilot Study. Safety Reports Series, No.59, 2009.
- 4) International Commission on Radiological Protection: Radiological Protection and Safety in Medicine. ICRP Publication 73, Ann. ICRP 26 (2), 1996.
- 5) 日本放射線技師会・医療被ばくガイドライン委員会 編：医療科学社。
- 6) 日本放射線技師会 編：文光堂。
- 7) PHE: Dose to patients from dental radiographic X-ray imaging procedures in the UK: 2017 review. PHE-CRCE-51, 2019.
- 8) UK Guidance: National Diagnostic Reference Levels (NDRLs) from 19 August 2019.
<https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/ndrl>
- 9) 日本核医学会：小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン，2019改訂。
- 10) J-RIME：日本の診断参考レベル(2020年版)，P76，2020。

