

Q & A

歯科放射線被ばくと防護

全国歯科大学・歯学部附属病院
診療放射線技師連絡協議会

Q & A

歯科放射線被ばくと防護

監修：東京医科歯科大学教授

歯学博士 佐々木 武仁

編集：日本大学歯学部放射線学教室

歯学博士 西岡 敏雄

発行：全国歯科大学・歯学部附属病院

診療放射線技師連絡協議会

はじめに

放射線診療業務において、放射線防護等の問題を考えるとき、放射線技師は直接にその鍵を握る立場にあり、コメディカルの一員として絶えず放射線防護に関する新しい知見を学び、それを理解し応用することによって、医療被ばく量を極力低減させる努力をしなければなりません。同時に一般公衆および放射線診療従事者自身の放射線防護などについても実践して行く義務があります。また日常頻繁に受ける患者さんからの質問に対しても、X線撮影は指示医によって明確に適応とされ撮影が行われるわけを正しく説明し、心配する必要のないことを理解させなければなりません。もし疑問を感じるときは、指示医に対して意見を述べるべきであって、如何なる場合でも患者さんに対しては、不適応であることを指摘すべきではないと思われまます。また放射線の危険性を強調したり、患者さんに不安を与えたり、必要な医学的検査等を受けることを躊躇させるような言動があってはなりません。

そのような点を考慮して、歯科領域に勤務する診療放射線技師を対象に、医療における放射線防護の基本的な常識を学習するための資料として、この小冊子を作製しました。

本文ではQ&Aの形をとり、各質問に対する回答も簡潔にしたので不足部分があると思います。その点は付記の参考書を見直して補充して下さい。出来上がりは決して最良のものではなく、最終的なものでもありません。したがって今後諸先輩のご意見を反映させて改訂を重ね、よりよいものにして行きたいと考えております。日常の業務に役立てば幸いです。最後に参考文献を引用させて頂いたことで各著者には改めてお礼を申し上げます。

平成8年6月10日

編者

《 目 次 》

〔基本的な事柄〕

Q1 ICRP 1990年勧告におけるの量の概念と単位について	1
Q2 医療被ばくの範囲について	3
Q3 医療被ばくに対する線量拘束値とは	4
Q4 歯科X線検査による患者の被ばく線量は	5
Q5 歯科X線検査における術者の被ばく線量は	7
Q6 移動式(ポータブル)X線撮影時の周辺の線量は	8
Q7 外部被ばく線量の評価は	9
Q8 医療被ばくに対する放射線防護は	10
Q9 放射線診断に必要な正当化の判断は	11
Q10 医療被ばくを低減させる(最適化の判断)ための方策は	12
Q11 母体の医療被ばくの防護は	14
Q12 X線装置の保守点検・管理について	15
Q13 放射線管理に関する各種法令について	16
Q14 患者から被ばくに関しての相談を受けた際の対応の仕方は	17

〔患者からの質問に答えて〕

Q15 病院に行く度に、大体はレントゲン写真を撮られるのが何故でしょうか	18
Q16 先日、歯のレントゲン写真を撮って貰ったのですが、そのあとすぐ妊娠していることが分かりました。レントゲン検査では奇形児が生まれると聞いたことがあるのですが、大丈夫でしょうか	18
Q17 妊娠可能な女性のレントゲン検査受診時の注意を教えてください	19
Q18 子供が虫歯の定期検診で、この前レントゲン写真を撮って貰ったばかりですが、また撮影しても大丈夫なんでしょうか	19
Q19 最近、生理が遅れていて妊娠しているかどうか分かりませんが、歯の治療をするためにレントゲン写真を10枚も撮影されました。もし妊娠していた場合はこのまま妊娠を続けていても大丈夫でしょうか	20

Q20	経過を観察するというので、3カ月に一回反復してレントゲン写真を撮っておりますが、この先、身体には影響はないのでしょうか	20
Q21	妊娠中なのですが、歯を治療して貰うのにどうしてもレントゲン写真を撮らなければならないらしいのですが、胎児には影響ないのでしょうか	21
Q22	パノラマ写真を撮影された後に、歯のレントゲン写真を撮られました、そんなに必要なのですか	22
Q23	近所の開業医で歯のレントゲン写真を撮るのを撮影されました。今日はまたこの大学で撮影するというのですが、1日当たり何枚までなら撮影されても大丈夫なのでしょうか	23
Q24	1回の歯科のレントゲン撮影でどのくらいの割合でガンが発生しますか、また、遺伝的影響はどうでしょうか	24
Q25	学生さんの失敗で、先程から何度も振り直しをされているのですが大丈夫なのでしょうか	24
Q26	先日レントゲン写真を撮影されたときは、防護エプロンを掛けて貰わなかったのですが、大丈夫だったのでしょうか	25
Q27	先日CT検査で上顎洞を撮影して貰ったのですが、X線CTは被ばく量が多いと聞いているのですが本当でしょうか	25
Q28	先日新聞で読んだのですが、放射線には俗に「10日規則」というものがあるそうですが、これから妊娠する可能性があるので心配です。歯のレントゲン検査を受けても大丈夫でしょうか	26
Q29	この前新聞で見たのですが、歯の撮影では、レントゲン被ばくによる危険度が大きく騒がれているようですが、撮影は大丈夫でしょうか	26
Q30	乳幼児や身障者の撮影で、誰かが押さえなければ撮影できない場合は、誰が押さえるのが良いのでしょうか	27
〔参考文献〕		28
〔参考資料〕		29
〔執筆協力者氏名一覧〕		31

Q 1 . ICRP 1990年勧告における量の概念と単位について

A. 現在の放射線防護関連の法令は、ICRP 1977年勧告に基づいたものですが、放射線審議会等では近々、1990年勧告を導入するという報道もあります。その概要はすでに公表されておりますが、中には作業員の線量限度(実効線量)を5年間の平均として、1年あたり20mSv(任意の1年について50mSv)に変更するということが折り込まれております。他にも放射線防護の基準に関連するいくつかの概念や数値等がありますので、それらを取り上げて再確認して見ますと、電離放射線の人体に対する影響を評価するために、次のような単位が設定されております。

(1) 照射線量 (exposere、単位: (C/kg))

従来の親しんできた単位レントゲン(R)は、空気の吸収線量との関係で必要になることもあります。現在はC(クーロン)/kg(空気)を用います。つまり電離放射線が空気1kg中の電離作用によってどれだけの電気量(クーロン)を生じたかを表します。したがって1R(レントゲン)は、1kgの空気について、 2.58×10^{-4} クーロンの電気量の発生に相当します。空気についての換算は、 $1R=0.87\text{rad}$ 、 $100R=0.87\text{Gy}$ となります。

また放射性物質の量を表す単位はベクレル(Bq)ですが、 $1\text{Bq}=1/\text{s}$ (秒)、 $1\text{Ci}=3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$ となります。

(2) 吸収線量 (absorbed dose、単位: グレイ (Gy))

放射線が物体に作用すると、そこに吸収されたエネルギーによって様々な効果や影響が引き起こされます。その際の1キログラムの物質が1ジュールのエネルギーを吸収する放射線の量をいいます。Gyと旧単位 rad(ラド)の関係は、 $1\text{Gy}=100\text{rad}$ であり、また、 $1\text{rad}=100\text{erg/g}=0.01\text{J/kg}=0.01\text{Gy}$ の換算になります。

(3) 放射線荷重係数 (radiation weighting factor)

従来の線質係数に代わるものとして、放射線の種類およびエネルギーによる影響の違いを補正するため定義されております。つぎの等価線量を算出する際の係数ですが、低線量における確率的影響のRBE(生物学的効果比)

を考慮して選択されたもので、臓器・組織の等価線量の推定に用いるためのものです。

記号は wR で示されますが、値は放射線の種類とエネルギーによって異なり、X線・ γ 線・ β 線では1を使用します。

(4) 等価線量 (equivalent dose, 単位: Sv)

照射を受けた放射線の種類に関係なく、人体に現れる放射線の影響を考慮した線量として設定されております。

従来の線量当量にかわるものとして、吸収線量(単位: Gy)に上記の放射線荷重係数を掛けて求められる線量であり、等価線量(HT) = \sum 吸収線量(DT) \cdot 放射線荷重係数(wR)で表されます。また人に対する放射線防護の目的にだけ用いられ、1Sv以下の低い線量の被ばくのみ使用します。

(5) 組織荷重係数 (tissue weighting factor)

つぎの実効線量を求めるために組織・臓器の等価線量に荷重する係数です。従来よりも、組織・臓器の数が増加し、数値も見直されておりますが、男女を含めた広い年齢構成の集団に対して計算されたもので、放射線防護上は職業人および一般人に関係なく同じ値が適用されます。

(6) 実効線量 (effective dose, 単位: Sv)

人体が放射線を受けた場合、放射線の影響の現れ方は人体の組織によって異なりますが、人体が受ける確率的影響の大きさを表す線量概念を実効線量といいます。

従来の実効線量当量に対応するものであり、身体の照射を受けたすべての組織・臓器に荷重された等価線量の総和であります。この実効線量を求めるには、放射線の照射を受けた各組織の等価線量に、その臓器・組織の放射線感受性を表す組織荷重係数(wT)を掛けてその値を合算して求めます。式は $E = wT \cdot HT$ 、 E : 実効線量、 wT : 組織荷重係数、 HT : 等価線量です。また換算は $1Sv = 100rem = 10^3Sv$ 、 $1mSv = (1/1000)Sv$ 、 $1\mu Sv = (1/1000000)Sv$ となっております。

Q 2. 医療被ばくの範囲について

A. ICRP 1990年勧告における医療被ばくの範囲は次のように示されております。すなわち、

- ① 患者あるいは被検者として診療の過程でうける被ばく
- ② 放射線診療をうける患者の保持、介助者(職業人を除く)が承知のうえで自発的に受ける被ばく
- ③ 医学生物学研究の際のボランティアとしての被ばく

となっております。この中で①および③は従来の勧告と同じですが、②の患者の保持、介助者の被ばくが新たに医療被ばくとして分類されていることが特徴です。なお、保持、介助者の被ばくは、あらかじめ承知して、しかも自発的に受ける被ばくとされております。

また医療被ばくに対する防護体系の適用としては、

- ④ 医療行為の正当化
- ⑤ 医療被ばくにおける防護の最適化

がありますが、この件については後述します。(Q9、Q10)
一方、医療被ばくに対しては線量限度は適用されてはおりませんが、その理由は

- ⑥ 医用照射はそれを受ける人の直接の利益のために行われる
- ⑦ 行為の正当化と防護の最適化が適切に実施されていれば、患者の線量は医療上の目的に照らして十分低いと考えられる
- ⑧ 一律の限度を設けることは必要な医療行為を制限することになる

とあります。

医療被ばくは、人体に意図的に放射線を照射する点が、職業被ばく、公衆被ばくとは異なるので、わが国では医師、放射線技師以外は、医用照射を行うことはできません。したがって患者の線量を管理するわれわれの責任は大きい訳です。

Q 3. 医療被ばくに対する線量拘束値とは

A. 医療被ばくに対しては、線量限度(dose limits)は適用されておられません。しかし、同じ診断行為であっても、使用している装置や術者の技術などによって患者の被ばく線量は、一桁以上にも違う場合が多いといわれております。同一の診断で患者の被ばく線量が一桁以上も異なるということは、線量低減の可能性が大きいことを示唆しております。そこで典型的な放射線診断等については、検査毎に上限値の目安を設けて被ばく線量を低減する努力が必要であるということで、IAEAやイギリスの NRPB(国立放射線防護委員会)などでは、典型的な放射線診断、インビボ核医学検査等についてはガイダンスレベルを設定し、このレベルを超えないように検査を実施することを勧告しております。

典型的な放射線診断行為に対するガイダンスレベル (成人患者)

検査	入射面の線量 (1撮影あたり mGy)
腰椎	AP 10
	LAT 30
	LSJ 40
腹部, IVU, 胆嚢	AP 10
	AP 10
股関節	AP 10
胸部	PA 0.4
	LAT 1.5
胸椎	AP 7
	LAT 20
頸科	鎖根尖 7
	AP 5
頭部	PA 5
	LAT 3
	CT スキャン・
頭部	50
腰椎	35
腹部	25
乳房	グリアッドなし 1
	グリアッドあり 3
透視	通常 25 mGy/分
	高レベル 100 mGy/分

(IAEA 基本安全基準 1994/9 から引用)

* 水ファントムの回転軸上の線量

Q 4. 歯科 X 線検査による患者の被ばく線量は

A. 歯科 X 線検査における患者および術者の被ばく線量は、これまでも数多くのデータが報告されておりますが、その値にはかなり幅があつて報告者間でも大きなバラツキがあります。それらの原因は使用した X 線装置の線質や出力、投影角度および照射野を含む撮影条件等の違いによる技術的因子があげられます。

また実際の患者の X 線撮影においても使用している X 線フィルムの感度や現像処理法、および患者の体格などによつても被ばく線量の値に差が生じます。一応現在発表されている代表値を例示します。

- (1) 口内法における入射部位の皮膚線量は、国産の平均的な歯科用 X 線装置 60kV10mA、焦点・コーン尖端間距離 15 cm を使用して、1 秒の照射時間で約 10mGy (1rad) というのが大凡の目安であるということです。
- (2) 生殖線量は、歯科の X 線検査を対象とした場合、歯・顎領域は生殖腺部との距離が離れているため、生殖腺部に直接線が照射されることは殆どなく、散乱線や漏洩線によるものであり、線量は X 線錐内あるいはその近傍に存在する組織・臓器と比較してはるかに低く、体表面にある精巣でも $0.1\mu\text{Gy}$ (0.01mrad)、卵巣になると nGy (10^{-6} mrad) のオーダーとなり、直接線が上方に向かう下顎の撮影では、検知できない程だということです。
とくに小児の場合は、頭部から生殖腺までの距離が短いために、撮影時の体位によっては X 線錐内に含まれる可能性が高く、防護エプロンの着用など、適切な防護措置が必要であるということです。
- (3) 平均骨髓線量は、口内法全顎撮影では、スウェーデンの bengtsson らの報告した胸部直接撮影の骨髓線量の約 1/4 程度の 0.08mGy であり、パノラマ撮影の場合は約 1/6 の 0.04mGy であるということです。
- (4) その他の組織・臓器線量は、口内法撮影において水晶体線量の高い撮影部位は、X 線錐がもっとも近接する上顎犬歯・小臼歯および上顎大臼歯ですが、水晶体の

白内障になるしきい値は15Gyと大きく、通常の歯科X線撮影では起こらないということです。一方、甲状腺の線量に関しては下顎大白歯部の撮影で大きく、上顎の撮影でも照射野内に含まれる場合被ばく線量は大きいということでもあります。

- (5) 歯科撮影における実効線量の寄与の高い臓器は、感受性の高い甲状腺であり、下顎撮影、とくに被ばく線量の多い小児のリスクが大きいということです。

しかし甲状腺の場合、放射線感受性は高いが、致死的なリスクは小さく、撮影1枚あたりの実効線量は、上顎および下顎の大白歯部の撮影で大きな線量を受け、パノラマ撮影と同じ位の線量だそうです。

わが国の歯科撮影による実効線量当量は、1枚の撮影において、自然放射線による実効線量当量2.4mSvの1/60～1/150と小さい線量であるということです。

歯のエックス線撮影によって受ける実効線量当量
(口内法およびパノラマ撮影)
(1枚当りの実効線量当量(μSv))

撮影の種類	実効線量当量		修正実効線量当量*	
	男性	女性	男性	女性
切 歯	16.6	16.5	15.6	17.4
犬 歯	17.3	17.2	15.5	19.0
上顎 小白歯	18.7	18.7	17.6	19.8
大白歯	29.7	29.7	28.8	30.5
切 歯	25.6	25.5	24.6	26.4
犬 歯	19.6	19.6	18.8	20.4
下顎 小白歯	24.9	24.8	24.0	25.7
大白歯	38.7	38.7	37.6	39.9
パノラマ撮影	43.6	40.5	43.3	40.7

(*女性だけに乳がんのリスク係数 $5 \times 10^{-3}/\text{Sv}$ を与えた値)

文献: 岩井一男, 放射線科学 Vol.132, No.10, 303(1989)

Q 5. 歯科 X 線検査における術者の被ばく線量は

A. 歯科放射線の領域における被ばくでの影響を評価するには、歯科医師や歯科衛生士等の歯科医療従事者、および患者の被ばく線量を知る必要があります。歯科医療従事者の年平均被ばく線量と患者の1回撮影あたりの被ばく線量を比較して見ますと、歯科医療従事者全体の平均年被ばく線量は、0.1~0.2mSvと報告されております。

歯科医師の場合は平均0.36mSv(60年)であり、歯科 X 線撮影を40年続ければ、その間の線量は合計12.6mSvと推定されております。患者のデンタル撮影による皮膚線量は、1回1枚につき2~4mSv程度であるということですから、経過観察など年5回撮影されるとすれば、線量は10~20mSvになると推定されます。これらの結果は確定的影響のしきい値線量をはるかに下まわり、歯科 X 線検査によって歯科医療従事者と患者の双方に確定的影響の起こる心配はないと言ってよいこととなります。

一方確率的影響、すなわち悪性腫瘍と遺伝的影響の関係については、しきい値がないので、確定的影響のようなわけには行きません。どんなに低い線量であっても被ばく線量に相応した影響が生ずることを想定して防護対策を講じることが必要です。

Q 6 . 移動式 (ポータブル) X 線撮影時の周辺の線量は

A . 重症患者や手術中の患者などで、X線室内に移動することが困難な場合には、管理区域外の一般病室あるいは手術室内で、移動式X線装置による撮影を行うことができます。その場合、無関係の患者や家族に対する不必要な被ばくはできるだけ防止しなければなりません。実際にそのような場所でX線撮影をする際は、周囲の他の患者の被ばくが3ヶ月につき1.3mSv以下となるよう、遮へい等の措置を行わなければならないとされております。

移動式X線装置による腹部撮影の場合は、照射中心から50cmの位置における1撮影あたりの散乱線(床面から90cmの高さ)は、最大20 μ Svの場合、2mの距離では最大1.4 μ Svまで低減するという事です。

同様に胸部撮影については2.5 μ Svが0.5 μ Sv以下に、頸部撮影では2.1 μ Svが0.6 μ Svに低減するという事です。したがって、利用線錐を被検者だけが照射されるように制限した場合、移動型X線装置および被検者から2m以上離れば、移動式X線装置による撮影に伴う他の患者の被ばくは、法令に基づく線量当量限度を超えることはないと考えられます。

また、撮影に立ち会う頻度が少ない医師や看護婦の放射線被ばくは、被検者や装置から2mまで離れば、放射線管理上問題とならないレベルまで十分に低減できるという事です。したがって、移動式X線装置による撮影に伴う被ばくを必要以上に恐れ、撮影の際に病室から大急ぎで退出するなど、残された患者や家族に不必要な不安を与えるような行動は厳に慎まらなければなりません。

Q 7. 外部被ばく線量の評価は

A. 外部被ばくとして照射線量や空気の吸収線量から臓器の等価線量および実効線量を評価するためには、ファントム(模擬人体)を用いた実験あるいは理論計算、シミュレーション計算による方法がとられておりますが、理想的な照射条件や特定のエネルギーを仮定した評価でしかなく、実際の条件に相当する実効線量を評価することは困難であります。そこで、いかなる条件でも実効線量を上回るような個人モニタリング量が導入されております。個人モニタリング量として、ICRPが勧告しているのは、軟組織中のある深さの点における線量当量に相当する個人線量当量(personal dose equivalent)であります。実効線量当量に対応するのは、深さ1cmの点における軟組織での線量であり、皮膚に対しては深さ70 μ mの点、水晶体に対しては深さ3mmの点における軟組織での線量が使われております。

頭部、胸腹部、上腕および大腿等の体幹部が均等に被ばくする場合は、フィルムバッジ等の個人モニタによって得られた1cm線量当量をそのまま実効線量当量として評価しております。一方、体幹部が不均等に被ばくする場合には、放射線によるリスクを評価すべき組織・臓器ごとに線量当量を求め、それぞれの組織・臓器ごとの荷重係数を掛けて実効線量当量を評価する必要があります。

法令では体幹部を頭頸部、胸部・上腕部、腹部・大腿部の3つの部位に分けて、次の式を用いて実効線量当量を評価するよう定めております。

$$HEE = 0.05H_a + 0.33H_b + 0.32H_c + 0.3H_m$$

ただし、

HEE:実効線量当量

H_a:頭頸部の1センチメートル線量当量

H_b:胸部・上腕部の1センチメートル線量当量

H_c:腹部・大腿部の1センチメートル線量当量

H_m:H_a、H_b、H_cのうち最大となる部位の1センチメートル線量当量となっております。

Q 8. 医療被ばくに対する放射線防護は

A. 医療領域に放射線を利用することによって、患者個人および社会全体が大きな利益を受けていることは確かな事実ですが、最近ではさまざまな機会において、この件に関した放射線防護・管理の必要性がさかんに論議されております。医療における患者の被ばく線量が最も大きな寄与を占めているという考えと、その医療被ばく線量が最近では増加の傾向にあるという見方からのようです。

いずれにしてもこの辺でわれわれも、放射線防護に必要な項目を再確認して慎重に行動をとるべきではないかと考えます。その項目は次の通りです。

- (1) 個々の患者ごとに適応の判断(正当化の判断)が慎重に行われなければならないこと。
- (2) 患者の被ばく線量をできるだけ少なくするための努力(防護の最適化)をしなければならないこと。

の2点です。

そこで正当化の判断は医師の責任であり、最適化の判断は医師および放射線技師の責任で実施されるべきであるとされております。最適化の具体的な手法としては、個々の診断行為等によっても異なりますが、それには使用装置の改良などによって達成できる場合と、診療行為で達成しなければならない場合があるとされております。

医療被ばくに対しては、職業被ばくや公衆被ばくに対して決められている被ばくの上限值、すなわち線量限度は設定されておりません。これは医療被ばくに伴い、患者が受ける便益が明らかであり、必要な医療行為を不当に制限しないためであるということです。しかし、最近、IAEA(国際原子力機関)により、典型的な放射線診断、核医学検査に対して参考値としてガイダンスレベルが提示されており、このガイダンスレベルを超えないように放射線診療等を行うことが提案されております。

Q9. 放射線診断に必要な正当化の判断は

A. X線検査の適応の有無を判断する場合には、患者の一人一人に対して、事前に判断しなければならない事があります。それには、

- ① その検査の必要性があるのかどうか。
- ② その検査から得られる有効な医療情報にはなにがあるのか。
- ③ その検査の結果からその患者の治療・予後に影響を及ぼす情報が得られるのか。
- ④ ほかに放射線被ばくを伴わない代替検査がないのか。

などの実際の確認をすることが提唱されております。一方、集団を対象にしたX線検査の場合には、対象が健康人の場合が多いので、正当化の判断が難しいが、被検者自身および社会に与える便益と損失を正確に評価した上で慎重に正当化の判断を行う必要があるとされております。また、新しい放射性医薬品、技術、装置の開発や、医学研究を目的とした放射線被ばくの場合には、被検者自身の直接的な利益がない場合が多いので、放射線を人体に照射したり、あるいは放射性物質を投与する場合には、ヘルシンキ宣言(1974年)にのっとり、WHO(世界保健機関)およびCIOMS(国際医学団体協議会)のガイドラインにしたがって実施しなければならないとされております。放射線治療の場合は、大部分が腫瘍の治療であります。放射線以外にも外科的治療、化学療法、免疫療法などがあるので、これらを併用して行う集学療法をも含めて、担当医や専門医によって腫瘍の種類、腫瘍の部位、病期等が考慮され判断されるべきであるとされております。また、妊娠している可能性のある女性に放射線検査を行う場合は、母親だけではなく胎児が被ばくする可能性もあるので、胎児の被ばくを考慮に入れて適応の判断をしなければなりません。胎児の不要な被ばくを避けるためには、以前は10日規制(10-day-rule)を適応する必要があるとされておりましたが、1983年以後ICRPは月経開始後10日から4週以内の胎児のリスクについて、母体の被ばくを特別に制限する必要がない程度に小さいとしています。

Q10. 医療被ばくを低減させる(最適化の判断)ための方策は

A. 医療被ばくは人為的な努力によって、低減させることが可能であるとされて言われておりますが、われわれも周囲をもう一度見直し確認する必要があります。まず記録系の感度については、

(1) 口内法撮影において、現時点でもっとも感度の高いEグループのフィルムを用いた場合の皮膚への入射線量は、管電圧70kVの標準的な撮影において平均162mRであるとされております。Eグループは汎用されているDグループに比べて2倍の感度をもつものですが、高感度のフィルムを使用する場合にはX線出力を正確に制御する必要があります。また最近では、口内法撮影におけるX線検出器としてフィルム以外に検査の即時性を向上させ、線量の低減をはかったCCD(固体撮像素子)カメラを内蔵したセンサー、あるいはCR(イメージングプレート)を用いた装置が臨床に登場しております。撮影に必要な線量はEグループに比較して数分の1ないしは同等であるということになります。

フィルムの場合もそうですが、画像を犠牲にしない範囲でこうした高感度の記録系を活用すべきです。

(2) パノラマ撮影や頭部X線規格撮影においては、最近では希土類蛍光体を用いた増感紙・フィルムが登場しておりますが、感度が高くしかも解像度やコントラストの改善がみられているので大いに活用すべきだと思います。

(3) 線質(管電圧、濾過)は、JIS規格によって歯科用X線装置の管電圧は、120kV以下で、60kV以上に設定できるとされており、総濾過は一般のX線撮影装置における規定と同様で、管電圧が60kV以上で100kV以下であれば2.0mmAl当量以上とされております。

(4) 照射野の大きさもJIS規格によれば、照射筒の先端部における利用ビームの直径6cm程度とされております。その他の事項として、照射野の限定がありますが、これ

は実効線量の低下に効果的であります。直径を8cmから6.5cmに縮小すると、甲状腺の線量は約1/4程度に低減するという事です。

- (5) 焦点皮膚間距離では、JIS規格で管電圧60kV以上、75kV以下の場合で20cm以上、75kV以上の場合で30cm以上と規定されております。これ以上距離を長くすることは、撮影時間の延長とコーンの位置づけの困難さが増し、被ばく量の低減は期待できません。
 - (6) 防護エプロンは厚さが0.3mmですと直接線を1/100程度に減弱させると言われているので、不適切な方向による被ばくを防ぐためには是非着用すべきであります。また、ある報告によると甲状腺への線量が全額撮影で平均0.047mSv、わが国では0.138mSvとされておりますが、市販されている甲状腺用の防護衣を使用すると、被ばく線量を約1/2以下に低減できということです。
 - (7) そのほか装置面の改良を考慮して被ばく量を低減させ、診断情報の価値や量を大きくしようとする目的がとかく相反する場合がありますので、両者のバランスを考えて最適な手段を選択する必要があります。
 - (8) 線質を選択すれば、より高い管電圧ほどmAsが少なくすみ、患者の被ばく線量も少なくなります。高圧にすることによって画像コントラストが悪くなったり、1次線錐外の散乱線も増加することに注意が必要です。また適切な濾過を用いれば、診断に不必要な低エネルギーのX線を減少させたり、被ばく線量を減少させることが可能です。
 - (9) 自動現像装置の品質管理を定期的に行うこと。
 - (10) 不必要な撮影枚数をできるだけ少なくすること。
 - (11) 再撮影を避けること。
 - (12) X線管の遮へいは、焦点から1mの位置での漏洩線量を1mGy/hr以下とする(空気カーマ)、遮へいの安全性を確認するためにも6カ月に1回測定すること。
- などが一応方策として考えられますが、他にも多分に存在するでしょう。実際にわれわれの手で行える防護の最適化の余地は多分にありそうです。

Q 11. 母体の医療被ばくの防護は

A. ICRP 1990勧告では、妊娠可能年齢の女性、および妊娠中の母体の医療被ばくについて、受精後3週以内の被ばくでは、出生児に確定的影響および確率的影響は起こりそうにないとの前提のもとに、

- ① 妊婦自身に妊娠の可能性について確認すべきであること。
- ② 予定月経が無かった場合には、とくに理由がないかぎり妊娠しているものとして扱うこと。
- ③ 妊娠の可能性のある女性に対する診療のための腹部(体幹下部)照射は、とくに診断・治療のための臨床上の必要性が高い場合にのみ行うべきこと。

のように前回の勧告に比べると適用の決定を行う医療従事者の判断にかなりの部分をまかせられているようです。

さらに、母体の職業上の外部被ばくの場合には、胎児線量を母体の腹部の表面線量の1/2以下であるとみなして、母体の腹部表面に対する線量限度2mSvとすることにより、胎児に対して公衆の線量限度(1mSv/年)を担保することを意図していると思われます。

医療における診断用X線などのように比較的透過性が低い(150kV以下程度の)放射線の場合は、胎児線量は母体の1/2よりも低くなるのでこの係数は妥当であるとされております。

医療被ばくにおいては、患者などの妊娠中あるいは妊娠の可能性を確認して胎児を防護する責任は医療従事者にあるということです。

Q12. X線装置の保守点検・管理について

A. 管電圧や管電流の調整が正しく行われなかった場合や、X線管の劣化などによって線質、線量ともに大きく変化している場合があります。

また線量の低減は焦点の荒れとか、壊散した焦点からタングステンが管壁にスパッターするために起こる吸収が考えられます。またその濾過効果により線質は硬くなります。線量の異常に高い装置は、明らかにメータ類の調整不良が考えられますが、メータ類が正しく調整されていても、X線管の劣化で線量、線質が大きく変化します。劣化の程度は使い方によっても差が生じますが、たとえば長期間透視をしながら、大電流のスポット撮影を繰り返しますと、患者一人でも焦点は相当に劣化します。

購入したときの線量、線質の変化を比べると、3年後の同じ装置を同条件で測定したときの線量、線質では、線量は半減し、線質も5~20kV程度硬くなることもあるそうです。

したがって診断用X線装置について保守点検・管理をすることによって、絶えず線量、線質を正しく保つことが被ばく量低減の基本問題であります。

一方、記録系システムによる線量低減の対策としては、前述したように、高感度を使用することによって患者の被ばくは少なく、装置の負荷も軽度になります。その上、最近では解像力も良くなっておりますので、大いに活用すべきであると考えます。また増感紙、フィルムの組み合わせについても、直接撮影では希土類の感光材料を使用することにより、被ばく量の低減を考慮する必要があります。

Q 13. 放射線管理に関する各種法令について

A. 現在の医療法では、次のように定めがあります。

- (1) X線装置設置届および変更届は、10日以内
- (2) X線診療室、管理区域、居住区域等の境界における放射線の量の測定記録は、5年間保存(医療法規則第30条の21)
- (3) 放射線診療従事者の被ばく線量当量の測定記録は、5年間保存、
- (4) 放射線診療従事者の健康診断記録は、5年間保存、
- (5) 診療録は、5年間保存(歯科医師法第23条第2項)
- (6) X線写真は、2年間保存(医療法規則第20条第1項第11号)ですが、診療録との関係で5年間保存

となっております。

JIS-Z-4701では法的規制ではありませんが、次のようなことが規定されております。

- (1) 「口内撮影用X線装置の照射筒の先端部における、利用ビームの直径は、75mmを超えてはならず、60mmを超えないことが望ましい。先端部が解放されているか又は閉じられている円錐形照射筒もこの規定を適用する。」
- (2) また照射筒は、最高管電圧(U)が $60 \leq U \leq 75$ のとき200mm、 $75 < U$ のときは300mmのSSDが維持できること。
- (3) 曲面パノラマ断層撮影用X線装置は、
 - ① 撮影中SSDを150mm以上に維持できること。
 - ② 照射開閉器は、閉回路のデッドマン形制御とすること。
 - ③ X線管装置に装着するスリット形絞りの外周は、X線管装置と同等以上の防護遮へい能力をもつこと。
- (4) X線源装置の総ろ過は、2.5mmAl以上とすること。

となっております。

Q 14. 患者から被ばくに関する相談を受けた際の対応の仕方は

A. 医療の領域では、患者は放射線に被ばくする機会が多いのですが、それにもかかわらず医療従事者からの説明を十分に聞けないままに、自分の受けた放射線被ばくに対して少なからず不安を抱えている場合が多いようです。その不安をもっている人々は、不安をもったきっかけ、その不安の内容などが多種多様であると思われます。従って、不安を解決しようとして相談をされた場合には、患者一人一人の特徴を的確に捉えて、相応する必要がある、一律に解決をはかるうとしてはなりません。まず、何に不安をもっているかを正確に把握することです。例えば、放射線の影響に対する不安としては、

- ① 自分自身に対する影響を心配している場合、
- ② 子供や孫などに現れる可能性のある影響を心配している場合。
- ③ 直接自分自身に関係したことではないが、何となく心配している場合。
- ④ 何かはっきりせず漠然とした不安

などが考えられます。また、不安を生じる原因がどこにあるかを考えた場合、不安をもっている人の放射線や放射性物質に対するイメージが、どのようにしてつくられてたのか、知識の不足が原因なのかなどを知ると解決に役立つ場合が多く、間違った知識をもっていたりする場合が多いようです。もし、相談された場合は、

1. 傾聴・受容の姿勢で患者の言いたいことに充分耳を傾けること。たとえ患者の言うことが正しくないとしても、いったんそれを素直に聞き入れる姿勢が必要であります。そのことにより不安の原因、内容などを正確に把握することができるからです。
2. また実例をあげながら分かりやすい言葉で対応したり、たとえ話を挿入しながら答えるのも効果があるということです。

Q 15. 病院に行く度に、大体はレントゲン写真を撮られるのですが何故でしょうか

A. 実際に病院に行ってレントゲン検査を受けて、正確な診断をして貰い最良の治療をして貰えば、文句のつけようも無いわけですね。

レントゲン線は大量に受けると確かに危険さはあります。しかし現代の医学では、診断のために被ばくするX線の量は極めて少なく、それを利用することによって得られる損得のバランスを考えると、その危険度は殆どないこととなります。これが生命にかかわる病気であれば尚更のことです。

生命に直接かかわりのない疾患でも、その治療計画をたてるためにX線診断が欠かせないことが多く、そのことを通じて健康を維持することが可能になることなどの利益が得られます。

Q 16. 先日、歯のレントゲン写真を撮ってもらったのですが、そのあとすぐ妊娠していることが分かりました。レントゲン検査では奇形児が生まれると聞いたことがあるのですが、大丈夫でしょうか

A. 歯のレントゲン写真は、歯の治療のために撮影されたものと思われませんが、その際には、局所的に歯のみを撮影し、歯の治療に関係のない腹部などを撮影することは間違っても行いませんし、ご心配なさっているような胎児への影響はありません。参考までに、胎児に対する放射線の影響について述べますと、一般的に放射線の被曝によって中絶を考えなければならないとされている胎児の被曝線量は0.1Sv(10rem)以上の場合であるとされており、この値は極めて大きく、もちろん歯のエックス線検査では考えられないほどの大きな線量です。

Q 17. 妊娠可能な女性のレントゲン検査受診時の注意を教えてください

A. 妊娠可能年令の女性の排卵は、次回予定日月経の12から16日前、つまり月経と月経のほぼ中間期にありますので、この時期の検査は避けた方がよいでしょう。

国際放射線防護委員会で以前に勧告された10日規制というのがあるのですか、それによりますと、最終月経から10日間は受精卵が存在する可能性がなく妊娠していないことが確実といわれているので、下腹部がとくにX線の照射野に入るような撮影検査は、この時期を選んで検査をしてもらいましょう。

また歯のX線検査のように胎児の位置と照射野が離れている場合は、たとえ妊娠を知らなかった時期の撮影でも、胎児に及ぼす線量は無視できますので問題はありません。また放射線技師の立場からも妊娠可能な年令の女性の胸部撮影にあたっては照射野を絞り、できあがったX線フィルムの下縁に照射野を絞った証拠(額縁写真とといいます。)を残すようにしています。

Q 18. 子供が虫歯の定期検診で、この前レントゲン写真を撮って貰ったばかりですが、また撮影しても大丈夫なんでしょうか

A. 子供さんは自分の虫歯を毎日一人で気をつけることは難しいと思われます。従ってその分、親が絶えず気を配ってあげないといけないでしょう。子供さんは成長とともに身体状態が変化して行きますが、虫歯の治療を続けて行く場合には、そのつどレントゲン写真によって、その変化を定期的に検査して行く必要があります。被ばくのご心配のようですが、そのレントゲン検査も一回の量は非常に微量で全く心配は無用ですので、かかりつけの歯科医を信用して治療をして貰ってください。

Q 19. 最近、生理が遅れていて妊娠しているかどうか分かりませんが、歯の治療をするためにレントゲン写真を10枚も撮影されました。もし妊娠していた場合はこのまま妊娠を続けていても大丈夫でしょうか

A. 歯のエックス線写真を撮影する場合には、局所的に治療する歯を対象としておりますので、エックス線は直接に生殖腺には届きませんから安心です。

また撮影時には鉛入りの防護エプロンを体や下腹部に掛けますので尚更ご心配はいりません。もし患者さんが妊娠していたとしても実際には胎児に影響が及ぶことはないと考えられますので安心です。それよりもX線撮影で正しい診断を受けて歯の治療をして貰った方が健康維持のために有益です。もし、急を要しない治療の場合で、今日はどうしても気が向かなければ撮影を止めて、生理の始まった日から数えて10日以内に再度来院して歯科医の指示に従って撮影して貰うとよいでしょう。

Q 20. 経過を観察するという事で、3ヶ月に一回反復してレントゲン写真を撮っておりますが、この先、身体には影響はないものでしょうか

A. ある病気の経過を観察するという事は、その患部の予後がどうなっているのか、再発はしていないかなど絶えず注意して観察する必要があるのです。したがってできれば、前回の写真と同じように撮影されている必要があるわけです。また、写真を撮影してもそんなに影響するほどの被ばく量ではないので、安心して、そちらの検査をして貰った方が得策です。

Q 21. 妊娠中なのですが、歯を治療して貰うのにどうしてもレントゲン写真を撮らなければならないらしいのですが、胎児には影響ないのでしょうか

A. 通常の放射線診療で受けるさX線検査が原因で、奇形児や智恵遅れの子供が産まれたりすることはありません。

人間の赤ちゃんは、お母さんのお腹の中で約9カ月育ちます。この時の赤ちゃんを胎児と呼びます。

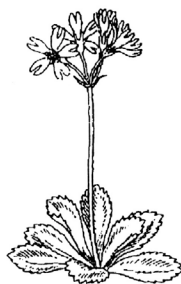
妊娠中なのですが、この場合母体内の胎児は独立した存在であると考えます。そのため胎児には一般公衆の線量限度というものがあってそれが適用されます。

しかし、医療被ばくでは、

- (1) 母体の受ける医療行為は胎児にも直接的な利益がもたらされます。
- (2) 母体に対して適切な医療行為を行うために、胎児の被ばく線量が制限因子になってはなりません。

以上から、胎児は母体と同一の個体であり、母体の医療被ばくは、胎児の医療被ばくでもあると考えるのが妥当です。

医療被ばくには制限がありませんが、X線検査に際しては、胎児の存在を十分に考慮して被ばくの低減を図ることは当然のことですし、そのように努力しておりますのでご安心下さい。



Q 22. パノラマ写真を撮影された後に、歯のレントゲン写真を撮りましたが、そんなに必要なのですか

A. よく質問を受ける問題ですが、パノラマ写真というのは、上の歯と下の歯の噛み合わせや顎骨の状態が、全体にわたってよく観察することができます。まず今回痛いからと言って治療して貰う歯が、その中のどの辺にあって、周囲とはどのような関係にあるのかを観察する必要があります。このパノラマ写真には、そのほかにも上下の顎骨や左右の顎関節までも展開されて写ります。

したがって、口腔領域の治療に先だって大局的な立場として診断したり、治療の計画を立てたり、患者さんとの話し合いの資料としての価値は、十分に高いと言えるのです。また潜在的な疾患があったとしても、その発見にも役立ちますし、早期に処置や手術も可能になるので、そのための利益は見逃すことはできません。

ただパノラマ写真は、その画像形成上の原理から、どうしてもデンタル写真ほど鮮明ではありません。たとえば、前歯部を診断する際に障害となるに陰影の現れ易かったり、歯を一本一本正面から見た像でなかったりして、治療がしづらかったりすることがあります。そのため実際に患歯を治療するためには特別にデンタル写真が必要になってくるわけです。

もちろんデンタル写真のみで済む場合には、パノラマ写真は撮影いたしませんのでご安心ください。

Q 23. 近所の開業医で歯のレントゲン写真を何枚も撮影
されました。今日はまたこの大学で撮影するとい
うのですが、1日当たり何枚までなら撮影されて
も大丈夫なのでしょう

A. ご質問の意味はよく分かりました。問題は何枚まで撮
影したら安全かということではなく、そのX線検査は病氣
を正確に診断したり、最善な治療の計画を立てたりするに
は必要かどうかということなのです。もちろんそのために
は、そのX線検査は正当化され、最適化されていなければ
なりません。歯のX線検査は患者さんの歯の治療のために撮
影するものですが、被ばく線量が少ないからといっても、健
康上の利益と危険とのバランスを計り、患者さんの利益の
ために必要な検査を行っております。ですから、もし危険の
方が多くなると思われれば、X線検査は決して致しません。
したがって、同じの検査を重複して何回も繰り返されるこ
とには問題が残りますが、例えば

(1)先日胸部の集団検診を受けた。

(2)要精密検査と言われたので胸部直接撮影を受けた。

(3)さらにそのとき断層撮影の指示が出ており断層撮

影を受けたという場合について考えてみます。これらは結核
や肺がんを疑われた方にとっては是非必要なことです。こ
れらの病氣を診断をして貰わずに、ほっておく危険に比べ
れば、放射線を診断に用いる危険は遥かに少なく、検査をす
る方が大切です。これを検査の正当化といっています。放射
線の危険性についての心配はご尤もですが、医師、放射線技
師は最も適切な条件で撮影し被ばく曝線量を少なくするよ
うにしており(最適化)、また余分な所に照射しないよう注
意していますのでご安心下さい。なお、重複する同一の検査
を、期間を空けないで行うようなときは、前回撮影したレ
ントゲン写真を借用して受診されることをお勧めします。

Q 24. 1回の歯科のレントゲン撮影でどのくらいの割合でがんが発生しますか、また、遺伝的影響はどうでしょうか

A. 現在は比較的高い被曝線量からデータに基づいてがんや遺伝的影響の発生の確率が見積もられていますが、歯科X線撮影のような低被曝ではいずれも無視できる程度です。ICRPの1990年勧告では、致死がん誘発の名目確率として全身1シーベルト当たり職業人0.04、全年齢を対象にした一般人0.05という値が示されています。

職業被曝で問題となる100ミリシーベルト程度以下の低線量の放射線に被曝したさいにがんが本当に誘発されるかどうかについては、まだ十分に明らかにされているとは言えません。

Q 25. 学生さんの失敗で、先程から何度も撮り直しをされているのですが大丈夫なのでしょう

A. 学生というのは、おそらく歯科大学の学生のことと想像されます。現在全国の各歯科大学は教育機関として、学生が卒業して無事国家試験に合格して、実際に診療が出来るように実地修練をさせております。

したがって、臨床教育担当医の指示のもとで、マネキン等を用いて、X線撮影の手技も教育するわけです。実際の患者さんに対して、もし診断に適する写真が得られなかったり、失敗して撮影できなかった場合には、必ず指導するインストラクターが、責任をもって再度撮影をしますので、同じ部位(場所)を何回も撮影することはありません。しかし修練中ですので技術的に多少の個人差がありますが、指導医が注意していますので失敗はあまりありません。

Q 26. 先日レントゲン写真を撮影されたときは、防護エプロンを掛けて貰わなかったのですが、大丈夫だったでしょうか

A. X線写真を撮影する時には、どんなX線装置でも防護エプロンがなくても良いように、X線が照射される照射口は最小限に、しかも有効範囲ギリギリに絞られております。そのために、他の部位に対しては影響が及ばず、被ばくの危険は薄いのです。従来、防護エプロンを使用する目的は、二次的な散乱線が他の部位にはねかえって影響が及ばないようにする方が多いのです。

このような散乱線は極めて少ないので、まず心配はないでしょう。投影方向が誤って腹部などに向けられると腹部が無用の被ばくをすることになりますが、そのようなときには防護エプロンは有効です。

Q 27. 先日CT検査で上顎洞を撮影して貰ったのですが、X線CTは被ばく量が多いと聞いているのですが本当でしょうか

A. 普通のX線撮影より被ばく量は多めですが、心配するほどのことはありません。上顎洞の病気は頭が重いか圧迫感、鼻出血など不愉快な症状が続きます。正確に診断できて早く治した方が、患者さんのためにはずっと良いですよ。X線CT検査は普通の頭のX線撮影よりも線量は多めですが、上顎洞の病気の検査では、通常のX線写真に比べて診断能はるかに優れています。重大な疾患が疑われる場合に、CT検査をためらう必要はありません。心配しないで不愉快な病気を早く治した方が患者さんのためになるでしょう。

Q 28. 先日新聞で読んだのですが、放射線には俗に「10日規則」というものがあるそうですが、これから妊娠する可能性があるので心配です。歯のレントゲン検査を受けても大丈夫でしょうか

A. まずご心配はいりません。その「10日規則」は1962年に国際放射線防護委員会によって勧告されたものですが、それは母親自身も気づかない妊娠初期における胎児への放射線被曝を避けるために、「10日規則」と呼ばれるものを臨床で利用しようということでした。具体的には下腹部が放射線の照射野に入るような検査で、しかもとくに急いで行う必要のない検査は、月経が始まった日から10日間の間に実施すべきであるというものです。

つまりこの期間は妊娠している可能性がほとんどないからです。(Q 9. 参照)

胎児が直接照射野に含まれない歯科のエックス線撮影においては胎児の線量は無視できるほど少ないので、適切な撮影方法と防護を行えば「10日規則」に対する配慮はとくに必要ではありません。

Q 29. この前新聞で見たのですが、歯の撮影では、X線被ばくによる危険度が大きく騒がれているようですが、撮影は大丈夫でしょうか

A. 医療被ばくについての新聞記事では、その危険度を間違えて過大に報道したりすることがあります。歯の撮影を取り上げて見ますと、一枚撮影すると全身被ばくに換算して約0.03ミリシーベルト程度ですので、それに比べてわれわれ一般人が年間に被曝する自然放射線量は、約2.4ミリシーベルトですから、いかに少量の放射線しか被ばくしないかが分かります。

Q 30. 乳幼児や身障者の撮影で、誰かが押さえなければ撮影できない場合は、誰が押さえるのが良いのでしょうか

A. 動いたり、姿勢がくずれたりして、どうしても撮影できない場合には、一応は付き添いの患者さんの家族の方に防護エプロンなどを着用の上、また口内法では鉗子などによってフィルムを保持した上で、押さえて貰います。

押さえ方がまずくて再撮影の可能性があるような場合とか、職業意識などから医療従事者が押さえる場合があります。被ばくが一定の人に集中すると言うことで好ましくないのですが、その時は職業被ばくとして扱われます。



〔参考文献〕

1. 日本医学放射線学会・日本アイソトープ協会：放射線診療における被曝の管理，丸善，1987.
2. 辻本 忠，草間朋子：放射線防護の基礎，日刊工業新聞社，1989
3. 日本保健物理学会企画委員会：法令改正に伴うQ&A，1989.
4. 草間朋子，太田勝正，小西恵美子：医療のための放射線防護，真興交易医書出版部，1990.
5. 佐々木武仁：歯科領域の放射線検査の安全性と正当性-患者の不安にどう応えるか-，日本歯科医師会雑誌，1990.
6. 草間朋子，別所遊子，太田勝正，甲斐倫明：放射線防護の考え方，日刊工業新聞社，1990.
7. 医療放射線防護連絡協議会：医療領域の放射線管理マニュアル-マニュアル集，Q&A集，医療法施行規則，関連通知等，1990.
8. 草間朋子：ICRP 1990年勧告-その要点と考え方-，日刊工業新聞，東京，1991.
9. 恒吉 積：放射線被曝のQ&A，結核予防会，1992.
10. 鹿島 勇，西村光輔，松木貴彦，桜井 孝，生田裕之，閑野政則：歯科臨床における画像診断の現状と展望，日本歯科評論，1992.
11. 島野達也：歯のX線検査はなぜ多めに答える，医療放射線防護，Newsletter，7，21~24，1993.
12. 日本保健物理学会・日本アイソトープ協会：新・放射線の人体への影響，丸善，1993.
13. 日本歯科放射線学会・放射線防護委員会編：歯科診療における放射線の管理と防護，医歯薬出版株式会社，1994.
14. 日本医学放射線学会：放射線科専門医があなたの疑問に答える放射線Q&A，1995.
15. 草間朋子，甲斐倫明，伴 信彦：放射線健康科学，杏林書院，1995
16. 佐々木武仁：歯科X線被曝に関する社会的関心と医療担当者の対応，全国保険医新聞，第1984号1996年3月

参 考

放射線の単位と換算表

放射線の単位

	SI単位	名称(記号)	旧単位名(記号)
放射能	S^{-1}	ベクレル(Bq)	キュリー (Ci)
照射線量	$C \cdot kg^{-1}$	なし	レントゲン (R)
吸収線量	$J \cdot kg^{-1}$	グレイ(Gy)	ラド(rad)
線量当量	$J \cdot kg^{-1}$	シーベルト(Sv)	レム(rem)

接 頭 語

接頭語		単位に乗ぜられる倍数	接頭語		単位に乗ぜられる倍数
記号	名 称		記号	名 称	
E	エクサ	10^{18}	d	デシ	10^{-1}
P	ペタ	10^{15}	c	センチ	10^{-2}
T	テラ	10^{12}	m	ミリ	10^{-3}
G	ギガ	10^9	μ	マイクロ	10^{-6}
M	メガ	10^6	n	ナノ	10^{-9}
k	キロ	10^3	p	ピコ	10^{-12}
h	ヘクト	10^2	f	フェムト	10^{-15}
da	デカ	10	a	アト	10^{-18}

接頭語は複数重ねては使用しない

放 射 能

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1} = 27 \text{ pCi}$$

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ s}^{-1} = 37 \text{ GBq}$$

キュリー (Ci)	ベクレル (Bq)	ベクレル (Bq)	キュリー (Ci)
1 MCi	37P Bq	1 P Bq	27k Ci
1 k Ci	37T Bq	1 T Bq	27 Ci
1 Ci	37G Bq	1 G Bq	27mCi
1 mCi	37MBq	1 MBq	27 μ Ci
1 μ Ci	37k Bq	1 k Bq	27n Ci
1 n Ci	37 Bq	1 Bq	27p Ci
1 p Ci	37mBq	1 mBq	27f Ci

照射線量

$$1 \text{ C}\cdot\text{kg}^{-1} = 3.87 \times 10^{-3} \text{ R} = 3870 \mu\text{R}$$

$$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C}\cdot\text{kg}^{-1} = 258 \mu\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}$$

レントゲン (R)	(C·kg ⁻¹)	(C·kg ⁻¹)	レントゲン (R)
1 GR	258k C·kg ⁻¹	1 k C·kg ⁻¹	3870GR
1 MR	258 C·kg ⁻¹	1 C·kg ⁻¹	3870MR
1 kR	258mC·kg ⁻¹	1 mC·kg ⁻¹	3870kR
1 R	258 μC·kg ⁻¹	1 μC·kg ⁻¹	3870 R
1 mR	258n C·kg ⁻¹	1 n C·kg ⁻¹	3870mR
1 μR	258p C·kg ⁻¹	1 p C·kg ⁻¹	3870 μR
1 nR	258f C·kg ⁻¹	1 f C·kg ⁻¹	3870nR

吸収線量

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1} = 100\text{rad}$$

$$1 \text{ rad} = 100\text{erg}\cdot\text{g}^{-1} = 10\text{mGy}$$

ラド (rad)	グレイ (Gy)	グレイ (Gy)	ラド (rad)
1 Grad	10MGy	1 MGy	100M rad
1 Mrad	10k Gy	1 k Gy	100k rad
1 k rad	10 Gy	1 Gy	100 rad
1 rad	10mGy	1 mGy	100m rad
1 mrad	10 μGy	1 μGy	100 μ rad
1 μrad	10n Gy	1 n Gy	100n rad
1 n rad	10p Gy	1 p Gy	100p rad
1 p rad	10f Gy	1 f Gy	100f rad

線量当量

$$1 \text{ Sv} = D(\text{Gy}) \times Q \times N = 100\text{rem}$$

$$1 \text{ rem} = D(\text{had}) \times Q \times N = 10\text{mSv}$$

レム (rem)	シーベルト (Sv)	シーベルト (Sv)	レム (rem)
1 Grem	10MSv	1 MSv	100M rem
1 Mrem	10k Sv	1 k Sv	100k rem
1 k rem	10 Sv	1 Sv	100 rem
1 rem	10mSv	1 mSv	100m rem
1 mrem	10 μSv	1 μSv	100 μ rem
1 μrem	10n Sv	1 n Sv	100n rem
1 n rem	10p Sv	1 p Sv	100p rem
1 p rem	10f Sv	1 f Sv	100f rem

[執筆協力者一覧]

石塚	真澄	東北大学歯学部附属病院
五十嵐	雅晴	東京医科歯科大学歯学部附属病院
遠藤	敦	昭和大学歯科病院
加藤	誠	九州大学歯学部附属病院
閑野	政則	神奈川歯科大学病院
菅野	茂	岩手医科大学歯学部病院
角田	明	大阪大学歯学部附属病院
隅田	博臣	広島大学歯学部附属病院
竹内	由行	新潟大学歯学部附属病院
竹信	美保	大阪歯科大学病院
田中	守	鶴見大学歯学部病院
千葉	淳一	東北大学歯学部附属病院
戸所	利光	愛知学院大学歯学部病院
西岡	敏雄	日本大学歯科病院
舟橋	逸雄	昭和大学歯科病院
藤森	久雄	東京歯科大学千葉病院
深澤	常光	松本歯科大学附属病院
丸橋	一夫	日本大学歯科病院
輪島	隆博	北海道医療大学歯学部病院

Q & A
歯科放射線被ばくと防護

平成8年7月10日印刷

編者兼
発行人 : 西岡 敏雄

発行 : 全国歯科大学・歯学部附属病院
診療放射線技師連絡協議会
東京都千代田区神田駿河台1-8-13
日本大学歯科病院放射線科内
電話 東京(03)3219-8084

印刷 : 中島印刷株式会社
電話 東京(03)3451-7800