

RADIATION PROTECTION



European guidelines
on radiation protection in dental radiology

The safe use of radiographs
in dental practice

Issue N ° 136



この出版物は、
放射線防護 136--歯科 X線検査の放射線防護に関するヨーロッパのガイドライン：
歯科診療における安全な X線の利用のために
として、欧州委員会公的刊行物出版局によって最初に英語で発行された。
© 欧州委員会, 2004 年
日本語版：© NPO 法人日本歯科放射線学会, 2005 年

翻訳の責任はすべてNPO法人日本歯科放射線学会にある。

First published in English as
Radiation Protection 136 -- European guidelines on radiation protection in dental radiology:
The safe use of radiographs in dental practice
by Office for Official Publications of the European Communities
© European Communities, 2004
Japanese translation: © Nonprofitable Organization Japanese Society for Oral and Maxillofacial Radiology,
2005

Responsibility for the translation lies entirely with the
Nonprofitable Organization Japanese Society for Oral and Maxillofacial Radiology

欧州委員会
EUROPEAN COMMISSION

放射線防護 136

Radiation Protection 136

歯科 X 線検査の放射線防護に関するヨーロッパのガイドライン
European guidelines on radiation protection in dental radiology

歯科診療における安全な X 線の利用のために
The safe use of radiographs in dental practice

エネルギー・運輸担当事務総長
理事会H：核の安全とその保障
部門H.4：放射線防護

Directorate-General for Energy and Transport
Directorate H — Nuclear Safety and Safeguards
Unit H.4 — Radiation Protection

2004

この報告はマンチェスター大学（英国）によって、欧州委員会（EC）のために作成されたものであり、内容に関してその作成した組織としての見解を代表している。その見解は欧州委員会によって採用されたものでも是認されたものでもなく、欧州委員会の見解を述べたものでもない。欧州委員会はこの報告書の資料の正確さについて保証をしないし、これに基づいてなされたことについて責任をとることもない。

***Europe Direct is a service to help you find answers
to your questions about the European Union***

**New freephone number:
00 800 6 7 8 9 10 11**

A great deal of additional information on the European Union is available on the Internet.
It can be accessed through the Europa server (<http://europa.eu.int>).

Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004

ISBN 92-894-5958-1

© European Communities, 2004

Reproduction is authorised provided the source is acknowledged.

Printed in Belgium

PRINTED ON WHITE CHLORINE-FREE PAPER

Text completed on 1 December 2003

Contract ID: B4-3040/2001/326435/MAR/C4

序 文

この研究の目的は一般歯科診療に従事している歯科医師および歯科医療従事者に、放射線防護についての実際的な指針を、EUにおける、以下の関連する理事会指令に基づいて示すことである。

- 1996年5月13日付指令 96/29/Euratom は電離放射線からの危険に対する作業従事者および一般公衆の健康を保護するための基本的な安全基準を記している（「欧州基本安全基準 European Basic Safety Standards」）、
- 1997年6月30日付指令 97/43/Euratom は医療放射線被曝に関連する電離放射線の危険からの個人の健康保護について記している（「医療放射線被曝に関する指令 Medical Exposures Directive」）

上記の「1996年基本安全基準の指令」は歯科医師および歯科医療従事者を含む放射線作業従事者および一般公衆の、電離放射線被曝からの防護を確実にを行うためのものである。

「指令 97/43/Euratom」は医療放射線被曝に対する高レベルな健康保護のためのものである。この指令に採用された全ての手法は不要ないし過剰な照射を避けるのみならず、放射線の医療利用とその効果の質を向上させることを目的としている。

X線の照射がなければリスクは全くないと考えられるので、歯科医師および歯科医療従事者によるX線の使用は適切な防護を確保する責任を伴う。

欧州委員会は、EU各国がこの指令を実行することを援助するために、技術指針である「放射線防護 81（歯科放射線における放射線防護と質的保証：歯科診療におけるX線の安全使用）」を改訂し拡張することを決定した。「歯科X線の放射線防護に関するヨーロッパのガイドライン」の研究を行う契約が英国のマンチェスター大学と交わされた。

このプロジェクトは、入手できる知識や技術を考慮しながら、歯科X線検査に関する明確で包括的な情報を与えること、そして歯科X線における放射線防護の原則の適用について、患者と医療者を含むすべての個人に対する指針を与えるように企画された。

この文書は歯科診療におけるX線の安全な使用についての一般的なガイドラインを示したものである。ガイドラインは実際の診療を厳しく制約するものではない。医療の制度や規則によって、地域によって修正が必要であろう。

この研究の成果が歯科医師および歯科医療従事者の役に立ち、歯科における電離放射線を最大限に活用するのに貢献すると確信するものである。

A. JANSSENS
部門長代理
Acting Head of Unit

本ガイドライン、“Radiation Protection 136. European guidelines on radiation protection in dental radiology: The safe use of radiographs in dental practice”（歯科X線検査の放射線防護に関するヨーロッパのガイドライン：歯科診療における安全なX線の利用のために）は、欧州連合における放射線安全基準と医療放射線被曝に関する委員会指令に基づいて、歯科医師および歯科医療従事者に対して、歯科放射線防護に関する実際的な指針を示すことにその目的がある。European Commission（欧州委員会）ではエネルギー・運輸担当事務総長のもと、「核の安全とその保障に関わる理事会」のなかに放射線防護の部門があり、本ガイドラインはその刊行物として2004年に出版された。すでに欧州委員会は同様のガイドラインを1995年に刊行しており（Radiation Protection 81, Radiation protection and quality assurance in dental radiography. The safe use of radiographs in dental practice）、今回はその改訂版である。この翻訳とその出版は、欧州委員会（エネルギー・運輸担当事務総長および出版委員会）および日本歯科放射線学会との間で取り交わされた契約（Agreement, LP-031-JA, 2004年8月12日）に基づいている。原文は欧州委員会のホームページから自由に入手できることから、日本語版も本学会のホームページから自由に閲覧できる契約とした。契約期間は2007年12月末までである。なお、契約では翻訳は原文に忠実に正確に訳すこととしており翻訳者はそれに努めた。しかし、完全を求めることはもとより困難であり、読者には原文を参照されることを望みたい。なお、原文はhttp://europa.eu.int/comm/energy/nuclear/radioprotection/publication_en.htm から入手できる。

本ガイドラインのように、歯科医師をはじめ、歯科医療・歯科産業に関わる人たちに対して、歯科X線撮影に関わる防護の基準を提示し、その遵守を求めることは国民の健康増進のためにきわめて意義深いことである。今後、わが国においても、わが国の事情にあったこうしたガイドラインの作成が求められるであろう。今回の翻訳がその第一歩になることを望みたい。

この日本語版は本ガイドラインのパネルであるマンチェスター大学のKeith Horner教授およびリーズ大学のPeter Hirschmann先生に直接、当地にて会ってその翻訳を申し入れたときから始まる。翻訳作業は本学会防護委員会委員の佐々木武仁、佐藤健児、加藤二久、原田康雄の各先生と私が分担し、相互の査読、会議やメールでの討議を通じて校正した。なお、翻訳原稿の整理やホームページへの掲載は加藤久美子氏（昭和大学）の多大な支援による。

日本歯科放射線学会防護委員会
委員長 岡野 友宏
平成17年2月15日

目次

章/節	項目	頁
	序文	1
	目次	3-6
	パネル	7
	謝辞	7
	前言	8
1 章	はじめに	9-10
1.1.	歯科でなぜ、放射線か？	9
1.2.	指針の検討	9
1.3.	文献	10
2 章	放射線の線量とリスク	11-17
2.1.	X線	11
2.2.	放射線損傷	11
2.3.	放射線線量	11
2.4.	リスク	12
2.5.	状況における線量とリスク	15
2.6.	文献	16-17
3 章	正当化：照会の基準	18-40
3.1.	う蝕の診断	19
3.1.1.	小児	20
3.1.2.	成人	23
3.1.3.	X線撮影に代わるう蝕の診断法	23
3.2.	成長期にある歯列の管理におけるX線検査	24
3.2.1.	矯正におけるX線検査	24
3.2.2.	その他の撮影法	25
3.3.	歯周病の評価のためのX線検査	28
3.4.	歯内治療におけるX線検査	28
3.4.1.	術前	28
3.4.2.	作業長の測定	29
3.4.3.	充填前	29
3.4.4.	術後	29
3.4.5.	再評価	29
3.5.	成人の新患	30
3.6.	無歯顎患者	32
3.7.	インプラントにおけるX線検査	32
3.7.1.	術前の計画	32
3.7.2.	X線検査法の選択	34
3.7.3.	術中	34
3.7.4.	術後の検査	34

章/節	項目	頁
3.8.	口腔外科手術や抜歯に先立つX線検査	36
3.9.	妊娠患者のX線検査	36
3.10.	X線検査の同意	37
3.11.	以前撮影したX線写真と報告書	37
3.12.	患者のための情報	38
3.13.	文献	39-40
4 章	患者放射線量低減に関する装置の因子	41-52
4.1.	X線の発生と管電圧	41
4.2.	ろ過	42
4.3.	絞り、照射野の限定	43
4.3.1.	口内法X線撮影	43
4.3.2.	パノラマX線撮影法	44
4.3.3.	頭部X線規格撮影法	45
4.4.	受像体の選択	45
4.4.1.	口内法X線撮影	45
4.4.2.	口外法X線撮影	46
4.4.3.	デジタル受像体	46
4.5.	患者の鉛防護	49
4.5.1.	鉛エプロン	49
4.5.2.	甲状腺カラー	49
4.7.	文献	50-52
5 章	質的基準と質的保証	53-83
5.1.	質的保証プログラム	53
5.2.	画質評価	53
5.2.1.	X線写真の画質に対する目標	56
5.3.	X線撮影技術の実際	61
5.3.1.	口内法X線撮影	61
5.3.2.	平行法	61
5.3.3.	パノラマX線撮影法	62
5.3.4.	頭部X線規格撮影法	62
5.4.	患者線量とX線装置－診断参考レベル	63
5.4.1.	口内法X線撮影	63
5.4.2.	デジタル装置	64
5.4.3.	パノラマX線撮影法	68
5.4.4.	頭部X線規格撮影法（遠距離撮影法）	68
5.4.5.	DRLsの使用	69
5.5.	歯科用X線装置	69
5.5.1.	保守と性能試験	70
5.5.2.	設置時検査	70
5.5.3.	受け入れ試験	71
5.5.4.	定期試験	72

章/節	項目	頁
5.5.5.	代表的患者線量の評価	73
5.6.	暗室、フィルム、カセット、写真処理	73
5.6.1.	暗室と卓上現像器	73
5.6.2.	フィルム	73
5.6.3.	カセット	73
5.6.4.	写真処理	73
5.6.5.	デジタルシステムと品質管理	74
5.6.6.	X線像の観察と報告	75
5.7.	訓練	75
5.7.1.	作業手順	76
5.8.	質的保証の監査	76
5.9.	主なX線撮影上の問題	77
5.9.1.	写真全般	77
5.9.2.	口内法写真	78
5.9.3.	パノラマ写真	80
5.10.	文献	81-83
6 章	職員の防護	84 - 92
6.1.	歯科診療全般の責任	84
6.1.1.	自国の法律	84
6.1.2.	所轄官庁へのX線装置の使用届け	84
6.1.3.	リスクの評価	84
6.1.4.	認定専門家による助言	85
6.2.	職員の線量レベル	85
6.2.1.	典型的な線量レベル	85
6.2.2.	線量限度	85
6.2.3.	ALARAの適用	86
6.2.4.	個人モニタリングの必要性	86
6.2.5.	妊娠している職員	86
6.3.	防護の原則	86
6.3.1.	一次放射線と散乱放射線	86
6.3.2.	距離をとる	87
6.3.3.	防護用遮蔽物などの使用	88
6.3.4.	区域のクラス分け	88
6.3.5.	患者介助	88
6.3.6.	明文化した手順と監督管理	89
6.4.	施設的设计	90
6.4.1.	隣接区域の防護	90
6.4.2.	部屋の配置	90
6.4.3.	標識と警告灯	91
6.5.	職員の訓練	91
6.6.	事故の扱い	92
6.7.	文献	92
付録 1	方法	93-96
付録 2	勧告／意見の要約	97-107
付録 3	語彙解説	108-115

表と図の一覧

図表	項目	頁
表1.1	「勧告」の格付けのために用いられた基準	10
表2.1	確率的影響に対する名目生涯確率係数	12
表2.2	年齢に関連したリスク	13
表2.3	実効線量と確率的影響のリスクー文献検索のまとめ表	14
表2.4	データが入手できるEU諸国の年間の歯科X線撮影枚数推定値	15
表3.1	う蝕のリスク因子	21
表3.2	矯正診療で用いられる様々なX線投影法とその目的	26
表3.3	矯正治療開始前に、セファログラムを撮影するかどうかを決めるための、単純化されたフローチャート	27
表3.4	有歯顎患者におけるX線検査の役割を示すフローチャート	31
表3.5	インプラントのためのX線画像技術	33
表3.6	インプラント術前計画における適切なX線画像技術	35
表4.1	E感度フィルム使用時の円筒状X線束を有する70kV交流の歯科用X線装置を使用した場合に対して、装置を換えたときの線量への効果	50
表5.1	一般歯科診療で実施された口内法X線撮影の失敗フィルム頻度	54
表5.2	一般歯科診療で撮影されたパノラマX線写真の失敗フィルム頻度	55
表5.3	咬翼法X線写真の質的基準	57
表5.4	根尖投影法の質的基準	58
表5.5	パノラマX線撮影の質的基準	59
表5.6	頭部X線規格撮影法の質的基準	60
表5.7	口内法撮影の線量調査の要約とDRLs	65-6
表5.8	パノラマ撮影の線量調査の要約とDRLs	67
表5.9	頭部X線規格撮影の線量調査の要約とDRLs	67
図 6.1	一次線束からの散乱線	87
図 6.2	口内法X線撮影装置周辺の管理区域指定の模式図	89

パネルメンバー

名前	現職・称号	施設
Professor Keith Horner BChD MSc PhD FDSRCPSGlasg FRCR DDRRCR	教授、口腔顎顔面放射線学 Professor of Oral and Maxillofacial Imaging	マンチェスター大学 University of Manchester, UK
Dr. Vivian Rushton PhD MDS BDS DDRRCR MFGDP	上級講師、口腔顎顔面放射線学 Senior Lecturer in Dental and Maxillofacial Radiology	マンチェスター大学 University of Manchester, UK
Mrs. Anne Walker BSc MSc MIPE MSRP	顧問、放射線物理 Consultant Medical Physicist	北西医学物理、クリスティー病院、マンチェスター North Western Medical Physics, Christie Hospital, Manchester, UK
Dr. Kostas Tsiklakis DDS MSc PhD	準教授 Associate Professor	アテネ大学歯学部 Athens University, School of Dentistry, Greece
Mr. Peter N Hirschmann MSc FDS RCS FRCR DDR RCR	顧問医、口腔放射線 Consultant Dental Radiologist	リーズ大学歯学部 Leeds Dental Institute, Leeds Teaching Hospitals NHS Trust Leeds, UK
Professor Paul F van der Stelt, DDS PhD	教授、口腔顎顔面放射線学 Professor of Oral and Maxillofacial Radiology	アムステルダム ACTA 口腔顎 顔面放射線学講座 Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology Academic Centre for Dentistry Amsterdam (ACTA), The Netherlands
Ms. Anne-Marie Glenny BSc(Hons) MMedSci	講師、エビデンスに基づいた口腔健康管理 Lecturer in Evidence Based Oral Health Care	コクラン口腔保健センター、マンチェスター大学歯科病院 Cochrane Oral Health Centre, University Dental Hospital of Manchester, UK
Dr. Xandra L Velders DDS PhD	歯科医師、放射線防護(level 3)、 Dentist, Radiation Protection (level 3) Algemeen Stralingsdeskundige (RPA)	アムステルダム AMC Academic Medical Centre (AMC) Amsterdam, The Netherlands
Dr. Sue Pavitt BSc(Hons) PhD	EU プロジェクト・コーディネータ EU Project Coordinator	マンチェスター大学 University of Manchester, UK

謝辞 Acknowledgements

パネルのメンバーはこのプロジェクトの主導、批評や示唆に多くの時間を割いた Article 31 Group に感謝したい。特に Nico Harpes, Division de la Radioprotection, Direction de la Santé, Luxembourg に感謝する。また校閲者として有用な助言をされた Professor Luciano González García, Professor Eliseo Vaño, Dr. L.K.Harding に感謝する。さらにパネルのメンバーは何人かの人々の支援に感謝したい。Ian Napier, Andy Lecomber and Graham Pavitt と、翻訳者の Michael N. Rushton, C. Albert Yeung and Andrea Bruhn に負っている。

前 言

医療放射線防護に関する EU における委員会活動は以下の二つの理事会指令に基づいている。

- 1996年5月13日付指令 96/29/Euratom は電離放射線からの危険に対する作業従事者および一般公衆の健康を保護するための基本的な安全基準を記している（「欧州基本安全基準 European Basic Safety Standards」）、
- 1997年6月30日付指令 97/43/Euratom は医療放射線被曝に関連する電離放射線の危険からの個人の健康保護について記している（「医療放射線被曝に関する指令 Medical Exposures Directive」）

歯科 X 線検査にて受ける線量は一般に、相対的には低線量であるが、EU での全 X 線検査総数の約 1/3 に及び、それ故、放射線防護に関して特別な注意を払う価値がある。

「医療放射線被曝に関する指令」の第 7 条では、歯科医師は放射線防護について、理論と実際について適切な訓練をうけて、それを施行できる能力を身につけているべきであると規定している。第 7 条はまた、資格取得後も学習と訓練を継続することを求めている。

EU 各国が本条を実行するのを促進するため、欧州委員会は技術指針である「放射線防護 81」(2)に、技術的な進歩と、二つの理事会指令で求められた新たな要求を採り入れて、これを改訂し拡張することにより、現在のこの文書を発展させようと決定した。入手できる知識や技術を考慮しながら、歯科 X 線検査に関する明確で包括的な情報を与えること、そして歯科 X 線における放射線防護の原則の適用について、患者と医療従事者の両方を含むすべての個人に指針を与えるように企画された。

この本が歯科医師および歯科医療従事者の役に立ち、歯科における電離放射線を最大限に活用するのに貢献することを望む。

キース・ホーナー
口腔顎顔面放射線学教授
マンチェスター大学、英国
Professor Keith Horner
Professor of Oral and Maxillofacial Imaging,
University of Manchester, UK.

文献

1. 2001. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR Report to the General Assembly with Scientific Annex.
2. **van der Stelt, P. F.** 1995. Radiation protection and quality assurance in dental radiography. The safe use of radiographs in dental practice. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

1. はじめに

この本の目的は一般歯科診療に従事している歯科医師に、放射線防護についての実際的な指針を、EUにおける二つの理事会指令に基づいて示すことである。

- ・ 1996年5月13日付指令 96/29/Euratom は電離放射線からの危険に対する作業従事者および一般公衆の健康を保護するための基本的な安全基準を記している、
- ・ 1997年6月30日付指令 97/43/Euratom は医療放射線被曝に関連する電離放射線の危険からの個人の健康保護について記している

この二つの指令に基づいた法律が EU 各国に存在し、歯科医師に対して一定の強制力を持った条件を課している。この文書では歯科医師がX線を適切に使用するための一般的な指針を示す。

この指針は系統的に検討して作成された意見書であり、ある特定の臨床条件下において適切な診療内容を決めるときに、歯科医師と患者を支援するためのものである(1)。このことが意味するように、指針は実際の診療を厳しく制約するものではなく、個々の患者のニーズが考慮されるような良い診療のための概念を示すものである(2)。

1.1. 歯科でなぜ、放射線か？

X線写真は次の理由で歯科医師にとって必須のものである。

- ・ 診断
- ・ 治療計画
- ・ 治療経過と病変の進展の監視






しかし、患者の被曝と潜在的にはスタッフの被曝は不可避なものである。X線の照射がなければリスクは全くないと考えられるので、歯科医師によるX線の使用は適切な防護を確保する責任を伴う。

1.2. 指針の検討

診療はできる限り「根拠に基づいている (evidence-based)」べきであるという考えが医学・歯学では、現在、広く受け入れられている。この文書はそのような考えの下で作成された。プロジェクトチームは歯科における電離放射線の使用の最適化に貢献する勧告となるように、出版された関連論文や過去において効果的であったガイドラインを収集・分析した。関連論文を同定するために用いられた方法の詳細と評価過程について、表 1.1 と付録 1 に示した。

この文書で用いた取組み手法が章ごとで異なっていることを了解していなければならない。これはレビューに利用できるエビデンスの量が異なることによる。エビデンスをより包括的に選択している章もあれば、一方、専門家の意見や従来型の論文レビューに重きが置かれている章もある。

表 1.1 「勧告」の格付けのために用いられた基準

使用する記号	調査された論文に格付けを与えるために用いられた基準
	適用しなければならない EURATOM 指令の条項またはその他の要件
	メタアナリシス/システムチックレビューで、無作為化対照試験 (RCT) や偏りのリスクの少ない実験研究 (laboratory study) についてのもの または RCT
	メタアナリシス/システムチックレビューで症例対照研究についてのもの、ないしコホート研究で、偏りのリスクが高いもの または 症例対照研究ないしコホート研究で、混乱や偏り、偶然のリスクが低く、その関係が偶然である確率が中等度であるもの または 偏りや実験的誤りにより根拠がないかほとんどないものの良質な実験研究
	分析的ではない研究 (例えば、症例報告や横断的調査) または 偏りや実験的誤りのリスクを伴う実験研究 または 専門家の意見または系統的ではない調査論文
	いくつかの EU 各国での国家的勧告。しかし、いくつかの場合では国としての要件がこの文書中での勧告と異なっていたり、勧告を無効とするようなこともあるだろう。

1.3 文献

1. 1998. Making the best Use of a Department of Clinical Radiology: Guidelines for Doctors. 4th ed. Royal College of Radiologists, London.
2. 1990. Medical Audit in Radiodiagnosis. Royal College of Radiologists, London.

2. 放射線の線量とリスク

この章の目的は次の項目について記述することである。

- X線の性質
- 放射線損傷の性質
- 放射線線量
- 放射線リスク
- 歯科X線撮影の線量と生活の状況におけるリスク

2.1 X線

X線は電磁(EM)放射線の1種である。電磁放射線には、また可視光線、ラジオ波、マイクロ波、宇宙放射線、数種類のそれら以外の様々な“線”も含まれる。すべての線は波の性質、最も重要なことは波長と周波数を有する光子と呼ばれるエネルギーの小塊とみなすことができる。X線は短波長で、高い周波数をもつ電磁放射線である。高い周波数は高いエネルギーを意味することが重要である。X線が原子にあたると、そのエネルギーは原子の電離生成に変換されることができる。

2.2 放射線損傷

患者がX線検査を受けると、数百万の光子が患者の体を通過する。これらはどの分子でも電離によって損傷を与えることができるが、特に重要なのは染色体にあるDNAに対する損傷である。大部分のDNA損傷はすぐに修復されるが、まれには染色体のある部分が永久的に変化(突然変異)するかもしれない。これが最終的には腫瘍の形成に繋がるかもしれない。X線被曝から臨床的に腫瘍と診断されるまでの潜伏期は多年になるかもしれない。特定のX線線量によって生じる腫瘍のリスクは推定可能であるので、X線検査によって受ける線量を知ることは重要である。歯科放射線検査の線量とリスクは小さいが、多くの疫学的研究から脳(19, 22)、唾液腺(16, 22)、甲状腺(15, 27)の腫瘍のリスクが歯科放射線検査によって増加することが示されている。

このような放射線影響はその線量以下では起こらないというしきい線量は無いと信じられている(2)。それらは“偶然”(確率的)影響と考えられ、そのリスクの大きさは放射線線量に比例する。放射線損傷には、その他に白内障の形成、皮膚の紅斑や生殖能力への影響があり、これらにはそれ以下では起こらないというはっきりとしたしきい線量がある。これらのしきい線量は大きさはそれぞれ異なるが、すべて歯科X線撮影で受ける線量よりはるかに大きい。したがって、特殊な状況を除いて、これらの確定的影響にはこれ以上言及しない。

2.3 放射線線量

“線量 dose”と“照射 exposure”という言葉は広く用いられているが、しばしば誤解されている。“線量”は特定の組織や臓器(例えば、皮膚、目、骨髄)または全身に対して測定されるが、“照射”は通常では装置の設定(時間、mA、kV)を意味する。測定で通常用いられる線量の尺度は“入射線量”で、ミリグレイ(mGy)で計測される。これは患者の皮

膚に線量計を置くことによって極めて容易に測れる利点がある。入射線量測量に基づいた診断参考レベル(DRLs)はX線装置が質的保証の一部として評価される場合の標準値としてよい(第5章 5.4 歯科X線撮影におけるDRLsを参照)。

しかしこの章では、放射線線量は**実効線量**(定義は語彙解説を参照)として表わし、Sievert(もっと一般的には1 Sievertの百万分の1を表わすマイクロSievert, μSv)という、単位質量あたりのエネルギー吸収(Joules / kg)で表わす。実際には、実効線量は人体内の多くの重要臓器におけるエネルギー吸収量を測定することによって、一つのX線撮影に対して計算されるので、最終的には人体全体のデトリメント*を表わす。実効線量は生体では測定不能な量であるが、実験室での研究やコンピュータモデルによって求めることができる。これで放射線リスクの推定に用いることができる。

多くの研究によって歯科X線撮影の放射線線量が測定されているが、実効線量の推定は多くない。まだデータが報告されていない多くのX線撮影法があり、またあるものは報告によってまちまちである。多くの場合、これは線量計算において唾液腺に特別の荷重係数を用いるべきかどうかという論争を反映している。さらに、X線装置の技術パラメータ設定や撮像受像体が異なり、このことは異なった研究からの線量推定値を比較する時には注意が必要であることを意味している。

*訳注： デトリメント **detriment** はICRP1990年勧告³⁾で、確率的影響(がん及び遺伝的影響)の程度を、害の発生確率、害の程度、被曝後の時間的発現分布を考慮して多面的に表現する概念として定義された。これらのそれぞれの値を総合したデトリメントが臓器毎に算定され、その数値に対する各臓器の寄与率が組織荷重係数である。

2.4 リスク

放射線デトリメントは被曝を受けた個人の被る害の合計と考えられる。確率的影響では、これには生涯にわたる致命的な癌、非致命的な癌、および遺伝的な影響が含まれる。全人口に対する放射線誘発確率的影響の確率は $7.3 \times 10^{-2} \text{Sv}^{-1}$ である。表 2.1 (3)から推定) この合計値をその構成要素に分けて示している。遺伝的影響は歯科X線撮影では無視できると信じられている(26)。

表 2.1 確率的影響に対する名目生涯確率係数

デトリメント (10^{-2} Sv^{-1})	
致命的癌	5.0
非致命的癌*	1.0
重篤な遺伝的影響	1.3
合計	7.3

*非致命的癌に対する生涯確率係数は真の頻度よりも有意に大きい値のデトリメントを表わす。

リスクは年齢依存的で、若年者に対して最も大きく、高齢者に対して最も小さい。ここではリスクは年齢30歳の成人患者に対して示してある。これらの値は表 2.2 ((3)から推定)に示した増倍率を用いて補正すべきである。これらは両性別の平均値を表わし、すべての年齢で女性のリスクは僅かに高く、男性のそれは僅かに低い。

表 2.2 年齢に関連したリスク

これらのデータは(3)から推定したもので、30歳の相対リスクを1(全人口の平均リスク)として相対生涯寄与リスクを示す。両性別を平均し、相乗的リスク予測モデルを仮定している。事実、女性のリスクは常に男性よりも相対的に高い。

年齢層(年)	リスク増倍率
<10	×3
10-20	×2
20-30	×1.5
30-50	×0.5
50-80	×0.3
80+	無視出来る

80歳を超えると、X線被曝から腫瘍が臨床的に明らかになるまでの潜伏期が患者の余命を多分超えるので無視できるようになる。これに対して、若年者の組織は放射線感受性が高く、余命の予測値は潜伏期を超えるであろう。

表 2.3 に歯科で用いられる歯科X線撮影技術に対する線量とリスクを示す。しかし、表 2.2 を用いて患者の年齢に従ってリスクを補正するには注意すべきである。

先に述べたように、この線量計算には唾液腺を含めるか、含めないかという特別の問題がある。唾液腺は国際放射線防護委員会 (3) が記載している実効線量の計算における臓器として特に含まれておらず、それはリスクの過小評価に繋がる。しかし、歯科X線撮影と唾液腺腫瘍のリスク増加との明らかな関係の観点から、多くの研究者たちは特別の荷重係数を適用するので、唾液腺線量がそうでなければ除外されるのに、線量計算に取り込まれている。このような作業によって実効線量とリスクは増加している。

表 2.3 実効線量と確率的影響のリスク－文献検索のまとめ表

White (26) 論文は主としてICRP 60出版前のものの再計算を示している。White論文以外には、1990年以後の論文のみを特に引用した。口内法に対してはE感度フィルム、パノラマ撮影に対しては希土類増感紙の使用を仮定している。口内法に対しては円形（直径60 mm）絞りを仮定している。

X線撮影技術	実効線量 (μSv)	致死癌リスク (10^{-6})	文献
口内法（咬翼/根尖）	1 - 8.3	0.02 - 0.6	(5, 6, 9, 13, 21, 24, 26)
上顎前歯咬合	8	0.4	(9)
パノラマ	3.85 - 30	0.21 - 1.9	(7, 9, 11, 14, 17, 18, 21, 26)
側方頭部X線規格撮影	2-3	0.34 [#]	(12, 14, 20, 21, 25)
横断－断面断層撮影 (1スライス)	1 - 189	1-14	(8, 9, 11, 23)
CT (下顎)	364 -1202	18.2 - 88	(9, 10, 23)
CT (上顎)	100 - 3324	8 - 242	(9, 10, 23)

(5): 値を半分にしてE感度フィルムのものにし、元の全顎撮影データを19で割って1枚の口内法フィルムに対するデータとした。この研究で用いている高kV (90) に対しては調整していない。
 (6): 値を半分にしてE感度フィルムのものにし、元の全顎撮影データを19で割って1枚の口内法フィルムに対するデータとした。この研究で用いている高kV (90) に対しては調整していない。
 (26): Whiteは線量とリスクの推定には唾液腺を除外し、低い推定値になるようにしている。彼のデータは値を半分にしてE感度フィルムのものにし、元の全顎撮影データを20で割って1枚の口内法フィルムに対するデータとしている。

[#] 脳、唾液腺、甲状腺のみのリスクに基づく。

横断断層撮影とCTは、主として病院業務で使用されているにもかかわらず、歯科医師によるインプラント治療計画での使用が増加していることから、それらに対する線量を示した。

以上示した値から、通常の歯科X線撮影は個々の患者に対しては低線量、低リスクを伴うものであることがわかる。しかし、歯科X線撮影は一般に低線量であるが、大量に撮影され、EUでは毎年数百万回の撮影が行われている(表 2.4)。

表 2.4 データが入手できるEU諸国の年間の歯科X線撮影枚数推定値 (4).

EU 国名	年間X線撮影枚数 × 10 ³ (1撮影は1被曝)	人口 1,000 人あたりの 年間撮影枚数 *
デンマーク	2,400	449
ドイツ	22,520	274
スペイン	5,515	138
ルクセンブルグ	191	433
オランダ	2,700	169
ポルトガル	986	96
フィンランド	1,484	286
スウェーデン	15,000 **	1,660**
英国	12,500	209

* 2001年の人口に基づく

** 私信Article 31 Group – error in original report (4)

2.5 状況における線量とリスク

人生はリスクの多い業務である。われわれが被り易い多くのリスクの中で、われわれすべては絶え間なく、毎年2400 μSv (2) (世界平均)の通常のバックグラウンド放射線に曝されている。医療放射線被曝（歯科を含む）は、国によって大きなばらつきがあるが、この値にかなり追加している。このことを考慮すると、1枚のパノラマ撮影は実効線量で1-5日分のバックグラウンド放射線を伴うかも知れず、2枚の咬翼法撮影は1日分に相当する。比較のために示すと、1枚の胸部X線撮影(20 μSv) はおよそ3日分のバックグラウンド放射線の増加に相当する。歯科X線撮影の放射線線量は宇宙線（もう一つの型の高エネルギー電磁放射線）の被曝増加との関係で比較できる。例えば、ブリュッセルからシンガポールへの長距離飛行は実効線量で30 μSv の追加になると推定され、ブリュッセルからアテネへの短距離飛行は10 μSv (1) の推定線量を被る。

歯科X線撮影の線量とリスクは極めて小さく、多くの場合（CTと複数枚の横断断層撮影を除いて）数日の自然バックグラウンド放射線被曝に相当する。

意見2.A

基本的な歯科X線撮影（口内法、パノラマ及びセファロ撮影）における個々の線量は低く、数日分の自然放射線に相当する。より複雑な撮像法（CT及び複数スライスの横断断層撮影）からの個々の線量はこれよりかなり高い。



意見2.B

歯科X線撮影における個々のリスクは小さいが、若年グループ(30歳以下)ではもっと大きく、(多くのEU加盟国では)歯科X線撮影はそれらのグループで最も高頻度で行われている。



2.6 文献

1. 1997. European Commission. Radiation Protection 88. Recommendations for the implementation of Title VII of the European Basic Safety Standards (BSS) Directive concerning significant increase in exposure due to natural radiation sources. Office for Official Publications of the EC.
2. 2001. European Commission. Radiation Protection 125: Low dose ionizing radiation and cancer risk. Office for Official Publications of the EC, Luxembourg. <http://europa.eu.int/comm/environment/radprot/publications>.
3. 1990. ICRP Publication 60. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP* **21**.
4. 2001. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR Report to the General Assembly with Scientific Annex.
5. **Avendano, B., N. L. Frederiksen, B. W. Benson, and T. W. Sokolowski.** 1996. Effective dose and risk assessment from detailed narrow beam radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **82**:713-9.
6. **Cederberg, R. A., N. L. Frederiksen, B. W. Benson, and T. W. Sokolowski.** 1997. Effect of the geometry of the intraoral position-indicating device on effective dose. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **84**:101-9.
7. **Danforth, R. A., and D. E. Clark.** 2000. Effective dose from radiation absorbed during a panoramic examination with a new generation machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **89**:236-243.
8. **Dula, K., R. Mini, J. T. Lambrecht, P. F. van der Stelt, P. Schneeberger, G. Clemens, H. Sanderink, and D. Buser.** 1997. Hypothetical mortality risk associated with spiral tomography of the maxilla and mandible prior to endosseous implant treatment. *Eur J Oral Sciences* **105**:123-9.
9. **Dula, K., R. Mini, P. F. van der Stelt, and D. Buser.** 2001. The radiographic assessment of implant patients: decision-making criteria. *Int J Oral Maxillofac Implants* **16**:80-9.
10. **Frederiksen, N. L., B. W. Benson, and T. W. Sokolowski.** 1995. Effective dose and risk assessment from computed tomography of the maxillofacial complex. *Dentomaxillofac Radiol* **24**:55-8.
11. **Frederiksen, N. L., B. W. Benson, and T. W. Sokolowski.** 1994. Effective dose and risk assessment from film tomography used for dental implant diagnostics. *Dentomaxillofac Radiol* **23**:123-7.
12. **Gijbels, F., C. Bou Serhal, G. Willems, H. Bosmans, G. Sanderink, M. Persoons, and R. Jacobs.** 2001. Diagnostic yield of conventional and digital cephalometric images: a human cadaver study. *Dentomaxillofac Radiol* **30**:101-5.
13. **Gijbels, F., R. Jacobs, G. Sanderink, E. De Smet, B. Nowak, J. Van Dam, and D. Van Steenberghe.** 2002. A comparison of the effective dose from scanography with periapical radiography. *Dentomaxillofac Radiol* **31**:159-63.
14. **Gori, C., F. Rossi, A. Stecco, N. Villari, and G. Zatelli.** 2000. Dose evaluation and quality criteria in dental radiology. *Radiat Prot Dosimetry* **90**:225-227.
15. **Hallquist, A., L. Hardell, A. Degerman, G. Wingren, and L. Boquist.** 1994. Medical diagnostic and therapeutic ionizing radiation and the risk for thyroid cancer: a case-control study. *Eur J Cancer Prevention* **3**:259-67.
16. **Horn-Ross, P. L., B. M. Ljung, and M. Morrow.** 1997. Environmental factors and the risk of salivary gland cancer. *Epidemiology* **8**:414-9.
17. **Lecomber, A. R., S. L. Downes, M. Mokhtari, and K. Faulkner.** 2000. Optimisation of patient doses in programmable dental panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* **29**:107-12.
18. **Lecomber, A. R., and K. Faulkner.** 1998. Conference Proceeding: Dose and risk in Dental Radiography, Luxembourg 1997. *Reference Doses and Quality in Medical Imaging: What the referring practitioner and directing medical staff should know.* *Radiat Prot Dosimetry* **80**:23-25.
19. **Longstreth, W. T., Jr., L. K. Dennis, V. M. McGuire, M. T. Drangsholt, and T. D. Koepsell.** 1993. Epidemiology of intracranial meningioma. *Cancer* **72**:639-48.
20. **Maillie, H. D., and J. E. Gilda.** 1993. Radiation-induced cancer risk in radiographic cephalometry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **75**:631-7.
21. **Pasler, F. A., and H. Visser.** 1999. Zahnmedizinische Radiologies, Vol. 5. Georg Thieme, Auflage.

22. **Preston-Martin, S., and S. C. White.** 1990. Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiography: implications for current practice. *J Am Dent Assoc* **120**:151-8.
23. **Scaf, G., A. G. Lurie, K. M. Mosier, M. L. Kantor, G. R. Ramsby, and M. L. Freedman.** 1997. Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **83**:41-8.
24. **Velders, X. L., J. van Aken, and P. F. van der Stelt.** 1991. Risk assessment from bitewing radiography. *Dentomaxillofac Radiol* **20**:209-13.
25. **Visser, H., T. Rodig, and K. P. Hermann.** 2001. Dose reduction by direct-digital cephalometric radiography. *Angle Orthodontist* **71**:159-63.
26. **White, S. C.** 1992. Assessment of radiation risk from dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* **21**:118-26.
27. **Wingren, G., A. Hallquist, and L. Hardell.** 1997. Diagnostic X-ray exposure and female papillary thyroid cancer: a pooled analysis of two Swedish studies. *Eur J Cancer Prevention* **6**:550-6.

3. 正当化(Justification) : 照会の基準(referral criteria)

この章の目標は次の通り :

- X線検査を正当化する概念を説明すること、
- 一般的な歯科診療でよく出会う様々な臨床的状況について、それぞれに合った指針を示すこと。

いかなるX線照射であっても患者に対してリスクを伴う。通常の場合、歯科X線によるリスクは非常に低い。しかし、照射が引き起こすかもしれない損害に比較して、照射により診断上もたらされるであろう全利益を考慮して、患者にとって正味の利益があることを示すことが必須である。同じ診断を目的とした他の方法で、X線被曝がないか、より少ない方法について、その効率、利益およびリスクを検討するべきである。

勧告 3A

あらゆるX線検査は患者にとってありうる損害をはるかに上回る利益があることを示すことによって、個々の患者ごとに正当化されねばならない。予期される利益とは、X線検査により患者の管理に益になる新たな情報が付け加えられることである。



正当化の過程を完遂するためには、個々の患者の病歴と診察に基づいて、適切なX線検査を選択することが必須である。個々に処方せずに、画一化された方法で、患者に「ルーチン」にX線検査をすることがあってはならない。ここでいう「ルーチン」ないし「スクリーニング」検査とは、患者の臨床所見や症状の有無に関わらずX線検査を行うことを意味する。

勧告 3B

病歴聴取と診察がなされない限り、X線検査を選択するべきではない。「ルーチン」検査は受け入れられない診療行為である。



*EUの指令で特に述べられていないが、意見／勧告は指令で定義しているように正当化の過程に本質的なものである。勧告を支持する無作為化対照試験はない。すなわち、そうした研究は計画することが不可能であり、実施することも倫理的でない。

適切なX線検査法の選択は、その病気の罹患率、進展の早さ、画像検査法の正確度に基づいて行われるべきである。

ガイドラインに顧慮することでX線検査法を選択する過程が容易になる。こうしたガイドラインは、「照会基準 (referral criteria)」ないし「選択基準 (selection criteria)」と呼ばれ、医科と歯科のX線検査の両者に存在する。「X線検査照会基準 (Radiographic Referral Criteria)」は「患者の所見、症状、病歴から類推した臨床的状況を説明するもので、ある特定のX線検査法から利益が得られるであろう患者を同定すること」として定義される。ガイドラインとはいえ、これらの基準は診療に対して厳しい制約を加えるのではなく、個々の患者にとっての必要性を考慮することができる良き診療の概念を意図したものである。

「照会基準」という用語は、医科の臨床医のように適当な放射線科医に紹介してX線検査が予定されるときには適している。しかし、ある歯科医師は自分の診療所に必要な装置を持たないで、病院とか同業者に患者をX線検査のために紹介するかもしれない。紹介者としては、その歯科医師はX線検査に責任を持つ人に対して、患者についての適切な診療情報を確実に提供するべきである。

勧告 3C

患者をX線検査に照会する場合には、歯科医師はX線照射について責任のある実施者が、正当化を行うことを可能ならしめるよう病歴聴取と診察から得られた十分な診療情報を与えるべきである。



歯科X線の選択については、根拠に基づいたガイドライン (9) が案出された。この章の次の部分はそのガイドラインから代表的なものを選択した。個々の例でのガイドラインは、ヨーロッパの現状を考慮して調整されている。

3.1 う蝕の診断

う蝕のリスクはすべての新患に対して評価し、そしてリコール時にもその間にリスク因子が変化することがありうるので評価すべきである。う蝕のリスクの最も高い患者を同定することで、歯科医師はう蝕を低リスク状態に維持する予防技術を効果的に行うことができる。

う蝕は多因子疾患であり、広範囲のリスクカテゴリーの評価を必要とする。システムチェックレビュー (9) によって明らかになった重要なカテゴリーは、次の通りである。

- ・ 既往歴
- ・ 食事の習慣
- ・ 社会歴
- ・ フッ素の使用
- ・ プラークコントロール
- ・ 唾液
- ・ 医科的病歴

歯科医師による臨床評価に加えて、これらの因子を用いることにより、う蝕リスクを非常に効果的な予知要因となることが知られている(6) (7)。表 3.1 に、リスクの各カテゴリーを高リスクおよび低リスクに分けて示した。中リスクの患者は高低のリスクの間にあることになる。

3.1.1. 小児

初期のエナメル質う蝕は必ずしも進展するとはいえないが、比較的ゆっくり進展し、象牙質に至るまで、少なくとも 2 年を要する(6)。う蝕の進展に介入することにより、遅らせた、逆に元どおりにすることができるので(6)、このようなエナメル質う蝕を早期に診断することが重要である。

臼歯部の咬翼法は診察を補助するものとして必須である。最初の診察ではう蝕のリスクを高・中・低として評価しなければならない。前に概説したとおり、リスクの評価はX線撮影をする時期を決めるのに関連する。それ故、その後のリコール時にはX線検査の時期を患者ごとになるように、その都度、リスク評価を行わなければならない。次に示す勧告を採用すると、より多くのX線検査を行う場合がありうるが、そうすることにより患者ケアを改善することになるので、正当化される。

勧告 3D

う蝕の診断のための咬翼法X線撮影はう蝕のリスク評価に基づいて、決めなければならない。個々の患者は時間経過に伴いリスクのカテゴリーを移動するので、咬翼法X線撮影の間隔はそのたびごとに再評価しなければならない。



表 3-1：う蝕のリスク因子 (9)

リスク因子	リスクのカテゴリー	
	高リスク	低リスク
臨床所見	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たなう蝕 ・ 早期な抜歯 ・ 前歯のう蝕・修復 ・ 複数の修復 ・ フィッシャーシーラントなし ・ 固定性の矯正装置 ・ 部分義歯 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新たなう蝕がない ・ 抜歯がない ・ 健全な前歯 ・ 修復がないか、ほとんどない ・ 数年前の修復 ・ フィッシャーシーラントあり ・ 矯正装置がない ・ 義歯がない
食事習慣	<ul style="list-style-type: none"> ・ 頻繁な砂糖の摂取 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 砂糖の摂取が頻繁でない
フッ素の利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水道がフッ素化していない ・ フッ素の補充をしない ・ フッ素入り歯磨きを用いない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水道のフッ素化 ・ フッ素の補充 ・ フッ素入り歯磨き
社会歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会的に恵まれていない ・ 兄弟にう蝕が多い ・ 歯科疾患の知識が少ない ・ 定期的な受診をしない ・ スナック菓子を良く食べる ・ 歯科への意識が低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会的に優位である ・ 兄弟にう蝕が少ない ・ 歯科を良く知っている ・ 定期的に受診する ・ スナック菓子をあまり食べない ・ 歯科への意識が高い
プラークコントロール	<ul style="list-style-type: none"> ・ 歯磨きの頻度が低く清掃の効率が低い ・ 歯磨きの方法が下手 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 歯磨きの頻度が高く清掃の効率が高い ・ 歯磨きが上手
唾液	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流量が少ない ・ 緩衝能が低い ・ <i>S Mutans, Lactobacillus</i> の数が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流量が正常 ・ 緩衝能が高い ・ <i>S Mutans, Lactobacillus</i> の数が少ない
医科的既往歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 医科的に問題がある ・ 障害者である ・ 口腔乾燥症である ・ 長期にわたるう蝕誘導薬物を服用している 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 医科的な問題がない ・ 肉体的な障害がない ・ 唾液の流量に問題がない ・ 長期にわたる薬物服用がない

高リスクの小児にあつては、初診時に視診ではう窩がなくても、臼歯部の咬翼法をとることの確かなエビデンスがある。X線を用いると、光ファイバー透照診 (fibre optic transillumination) の有無に関わらず診察により得られる診断上の利得は167%から800%となると報告されている。高リスクとされた小児には6ヵ月後に次の咬翼法を行わなければならない。それ以上頻繁にX線検査をするべきではなく、またこの間隔で再度行うには、リスクの再評価を要する。新たなう蝕がなく、う蝕が進んでいないということが、その小児が中ないし低リスクになった指標である。

勧告 3E

高リスクとされた小児は 6 ヶ月間隔で臼歯部の咬翼法 X 線撮影を受けるべきである。これは新たなう蝕がなく、う蝕の進行が止まり、低いリスクカテゴリーに入るまで継続されるべきである。



中リスクの小児に対しても咬翼法を診断法として用いることを裏付けるエビデンスがある。診察だけの場合に比較して、診断上の利得は 150 % から 270 % に及ぶという多くの報告がある。中リスクの小児では次の咬翼法 X 線撮影は 12 ヶ月後に行うべきである。新たなう蝕がなく、う蝕が進んでいないということが、その小児が低リスクになった指標である。

勧告 3F

中リスクとされた小児は 1 年間隔で臼歯部の咬翼法 X 線撮影を受けるべきである。これは新たなう蝕がなく、う蝕の進行が止まり、低いリスクカテゴリーに入るまで継続されるべきである。



低リスクの小児に対しては咬翼法 X 線撮影を診断法として用いることを裏付ける良いエビデンスは少ない。診断上での利益は高・中リスクの利益に比較して低い。にもかかわらず、診察のみに比較して 2-3 倍のう蝕を検出している。低罹患率の集団であれば、診察にてう蝕を疑われた隣接面に選択的に X 線検査を行うことが勧められる。罹患率が低い集団で低リスクとされた小児には、乳歯列であれば 12 から 18 ヶ月後、永久歯列であれば 24 ヶ月後に次の咬翼法を行う。低リスクが続いているという明確なエビデンスがある場合はリコールの間隔を延長することができる。う蝕の罹患率が低い場合には、疑いのある隣接面に対して選択的に X 線検査を行うのが適当であろう。

勧告 3G

低リスクの小児のう蝕診断のための X 線検査は集団におけるう蝕罹患率を考慮に入れるべきである。12-18 ヶ月（乳歯列）ないし 24 ヶ月（永久歯列）の間隔で行うが、継続的に低リスクであれば、より長い間隔が適当である。



成人のう蝕に対するX線検査の診断上の利益を評価するエビデンスは小児に比較してほとんどない。研究データがないため、小児や若年者の研究データを敷衍してガイドラインを作成している。

勧告 3H

高リスクとされた成人は、新たなう蝕がなく、う蝕の進行が止まり、低いリスクカテゴリーに入るまで、6ヶ月間隔で臼歯部の咬翼法X線撮影を受けるべきである。



勧告 3I

中リスクとされた成人には、新たなう蝕がなく、う蝕の進行が止まり、低いリスクカテゴリーに入るまで、1年間隔で臼歯部の咬翼法X線撮影を受けるべきである。



勧告 3J

低リスクとされた成人には24ヶ月間隔で臼歯部の咬翼法X線撮影を行うことが勧められる。継続的に低リスクである場合にはさらに間隔を延長することも可能である。



3.1.3. X線検査に代わるう蝕の診断法

歯科医師は診察中にう蝕診断を補助する方法として、フロスを用いる方法や、矯正用の離開器ないし木製のくさびにより一時的に歯冠を離開する方法を推奨してきた。

X線検査に代わるう蝕の診断法も開発されてきた。光ファイバー透照診 (fiberoptic transillumination, FOTI) や電気伝導性試験 (electrical conductance measurements, ECM) などの確立された方法である。新たに登場した技術には、Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF, 光誘導蛍光定量法), Infrared Laser Fluorescence (DIAGNOdent, 赤外レーザー蛍光), Digital Imaging Fiber Optic Transillumination (DIFOTI, デジタル光ファイバー透照診)などがある。これらの技術には診断上の制約や市販されていないものがあり、またその利用が歯科外科に限定される場合もある。また、あるものは *in vivo* での研究や確認を要する。しかしながら、これらの技術のうちの二、三の技術は見込みがあり、将来、診療医が日常的に用いる診断用の医療機器として受け入れられるようになるかもしれない (12, 27, 44)。

勧告 3K

電離放射線の利用に代わるう蝕診断法はあったん、その診断学的な妥当性がはっきりと確立されたならば、考慮されるべきである。



3.2 成長期にある歯列の管理における X線検査

多くの小児が矯正治療を求める。矯正治療が必要と診断されると、そのほとんどがほぼ 12 – 13 歳で治療され、歯の有無とその状況を確認するために X線撮影が必要とされる。ときに歯の成長が著しく正常から異なるときや、痛みや外傷で、もっと早い時期に X線検査が必要となることがある。

小児は X線被曝によるリスクが成人より高い。そのため、X線検査の正当化の重要性が強調されることになる。矯正治療における X線検査について、次のページと表 3.2 に、その基本的な事柄を述べている。さらに詳細を知りたい場合には文献 (29) を参照するとよい。

X線検査は通常、パノラマ X線写真（または右側と左側の顎骨斜位側方向撮影）からなる。斜位側方向撮影のときには、それを補足するために上顎前歯部の咬合法を常に必要とするが、パノラマ撮影ではその必要はない。パノラマ X線撮影に咬合法を加えても、付加的な情報が得られる場合はほんのわずかである (25, 29)。それゆえ、パノラマ写真を読影して正当化された後でのみ行われるべきである。

3.2.1. 矯正における X線検査

矯正患者の中には診察に引き続いて X線撮影が必要とされることがある。加えて、混合歯列期の患者においては、矯正治療を一旦中断してもいいかどうかを判断する場合に、よく X線検査が要求される。以前に撮影された X線写真が入手できるのであれば、これらには臨床医がさらなる治療のために必要とする情報がすべて含まれている。

診察は患者に特定の矯正上の問題について、要求された X線検査が適切であることを確認するために必要である。同様に、治療の進行を観察するために、X線検査が必要かどうかは、注意深く診察した評価による。表 3.2 は、矯正治療で使用される種々な X線投影法の機能を一覧表にしたものである。

治療計画の立案には多くの場合、研究用模型 (study model) を加えた診察で充分であるということが多くの研究で確認されている (26)。さらに段階的な問題解決法 (14) や臨床的指標 (28) を用いた研究では、患者の治療を損なうことなく、矯正用の X線撮影の数を大幅に

減少できることを明らかにしている。このような研究成果から、矯正上の診断、および治療計画を変更するような影響をもつX線写真は各々16%から37%、および4%から20%の範囲に限られている(13-15, 20)。

矯正治療中の患者においては選択的に、しばしば頭部X線規格写真撮影が要求される。表3.3のフローチャートは、側方頭部X線規格写真撮影を必要とする症例について極めて単純化された概要を示している。これらに加えて、側方頭部X線規格写真が撮影されるべき場合は：

- 機能的顎矯正装置（訳者注：アクチベーター、FKO、筋の機能力を用いる矯正装置）による治療の最終段階で、下顎の位置やどの下顎前歯が前方傾斜したままなのかを確認する場合
- 外科矯正症例における術前矯正治療の最終段階
- 固定式矯正装置による動的治療の終了直前に下顎前歯の位置を評価する場合、である。

下顎前歯の位置を評価する際に、側方頭部X線規格写真の撮影が勧められるのは、矯正医が最終的な仕上げの治療メカニクス（訳者注：歯軸のトルキングなど移動の微調整）や治療後の保定のしかたをその情報によって変更するような場合のみである。

3.2.2 その他の撮影法

顔面頭蓋部の後前位（PA法）は顔面非対称のある患者に推奨されてきた。手・手根のX線写真は、成長の発現 growth spurt を予測することの信頼度に欠けているため、歯科矯正での価値が疑問視されている。同様に、顎関節機能障害（TMD）のX線検査は正当化できず（22, 29）、TMDを理由として撮られた写真は治療計画に影響を与えないことが示された（34）。矯正におけるX線検査の頻度、利用する全撮影法については、すでに刊行されたガイドラインに記載されている(29)。

勧告 3L

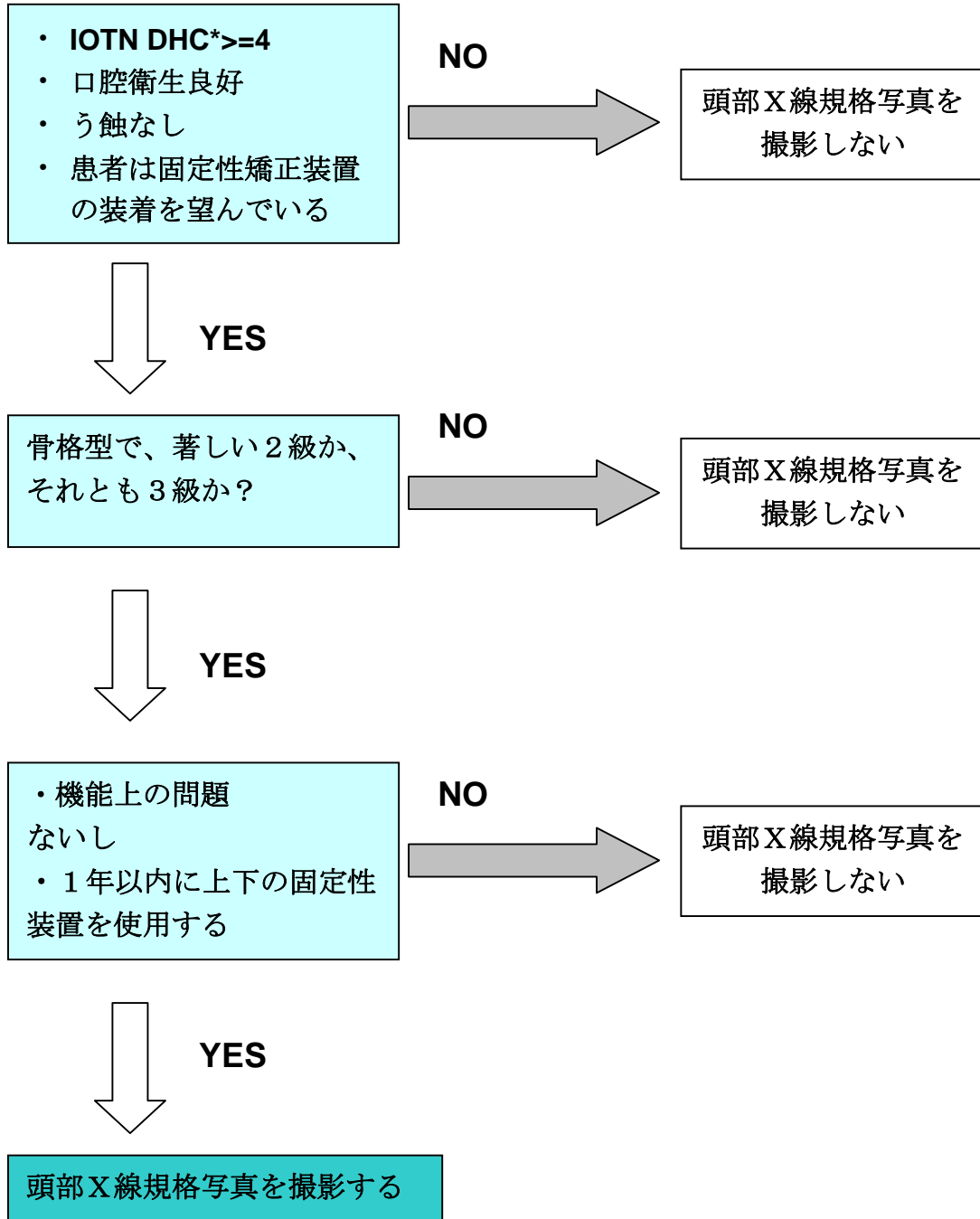
小児における成長中の歯列の管理においてX線検査を正当化するためには、矯正専門医のために作成されたX線撮影ガイドラインに沿うべきである。



表 3.2 矯正診療で用いられる様々なX線投影法とその目的

投影法	機能
パノラマX線写真または側方斜位撮影	<ul style="list-style-type: none"> ・ 歯列の成長の確認 ・ 歯の有無の確認
側方頭部X線規格撮影	<ul style="list-style-type: none"> ・ skeletal パターンと labial segment angulation の評価 ・ 未萌出歯の評価
咬合法（全体的） 上顎前歯の通常の領域撮影および下顎前歯の二等分的・領域撮影	<ul style="list-style-type: none"> ・ 異常と、可能性のある疾患の確認、および未萌出歯の位置の同定 ・ 側方斜位撮影を行ったときに前歯部の像を得る
咬合法（特異的） 1. 上顎前歯の領域撮影（通常の咬合法） 2. 下顎の咬合法（通常の咬合法）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 垂直的な歯の位置決定： <ul style="list-style-type: none"> ・ パノラマ写真との組み合わせで または ・ 口内法写真との組み合わせで ・ 未萌出歯の位置
口内法写真	<ul style="list-style-type: none"> ・ 根の形態と傾きの評価 ・ 歯根の吸収の評価 ・ 根尖部の病変 ・ 咬合法写真または2枚目の口内法写真との組み合わせで、未萌出歯の位置の確認
咬翼法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予後の思わしくない歯の評価 ・ う蝕の判別と歯槽骨の評価
後前位（PA法）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 顔面非対称のある患者と、ある種の顎骨病変において、ときに必要

表3.3: 矯正治療開始前に、頭部X線規格写真を撮影するかどうかを決めるための、単純化されたフローチャート



*IOTN DHC - Index of orthodontic treatment need dental health component (38, 42).

3.3 歯周病の評価のためのX線検査

歯周病は診察によって診断される。X線撮影はもし患者の管理や予後を変えうる付加的な情報を与えるのであれば追加される。しかしながら、X線検査を強く勧める明らかなエビデンスはない(45)。

臼歯部の咬翼法は軽度で均一な骨吸収を呈する患者に対して、最適な配置で詳細を観察できる像を提供する撮影法である。咬翼法はう蝕の診断にすでに適用されているかもしれないという点でさらに有利である。X線照射する必要がなく、骨のレベルについての情報を与えるからである。さらに重篤な骨の消失がある場合には異なった撮影を必要とする。フィルムを縦にして用いる咬翼法、通常の内法およびパノラマ撮影はすべて、単独にあるいは組み合わせて用いられる。内法撮影が用いられる場合には、平行法で行うことによって、二等分法より歯槽骨を幾何学的により良く描出できる。

勧告 3M

歯周病の管理において、X線検査が患者の管理や予後を変える可能性のある付加的な情報を与えるようであれば、X線検査を行うべきである。



勧告 3N

歯周病の診断と治療におけるX線検査の選択について、確固としたガイドラインを提案するにはエビデンスが不十分である。しかし、既存のX線写真、例えばう蝕の診断に用いられた咬翼法写真があれば、最初の段階でこれを利用すべきである。



3.4 歯内治療におけるX線検査

歯内治療の多くの局面でX線検査は必須である。治療の様々な段階でその役割を考慮に入れるのが良い(1)。

3.4.1. 術前

内法写真は他の方法では得られない歯髄・歯髄腔の形態についての必須の情報を提供する(30)。さらに治療計画に有用な、もしくは外科的治療が考慮されている場合には欠くことのできない根尖部の形態についての情報を提供する。

3.4.2. 作業長の測定

電氣的に根尖部の位置を特定する装置は根尖の狭窄部を確認するのに信頼性があり、穿孔の位置の特定にも有用である。しかし、こうした装置はある臨床条件下では不正確になることがある。その点で口内法写真は作業長の測定の最中に、今でもしばしば必要とされている。複数歯根の根管長をすべて測定するためには 2 方向以上の X 線写真をとることが必要であろう(23)。

3.4.3. 充填前

根尖狭窄部の完全性になんらかの疑いがあるときには、最終的な加圧根管充填の前に、確認のためにマスターのガッタパーチャーポイントをいれて X 線撮影するべきである。

3.4.4. 術後





根管充填の後すぐに口内法写真を撮影すべきである。そうすることによって根管充填の質を基本的に評価でき、その後の再検討のための根尖部の状況を示す参考画像を得ることができる。

3.4.5. 再評価

治療した歯は 1 年間で高い割合で (86%) 治癒を示す所見が認められるが、治癒と根尖性歯周炎の発生率は治療後 1 年のときに最大となる(35)。したがって、特に症状のない小さい根尖部病変には経過観察のための X 線検査は 1 年後で充分といえる。症状が残っていたり、根尖部に大きい病変のある場合には治療の成果を評価するために、さらなる X 線検査が必要になる。

勧告 30

歯内治療における次の段階で X 線検査をすることを勧める。

1. 術前の評価	
2. 作業長の測定*	
3. 術後	
4. 1 年後の予後評価時ないし症状が出たとき	

*電氣的診断装置がないときには作業長の測定が必要になる。

3.5 成人の新患

多くの歯科医師が成人の新患にパノラマ撮影または全顎撮影をルーチンに行っている。こうした「ルーチン」検査は前にも述べたように受け入れられない(39-41)。

従来型のパノラマ撮影は口内法撮影（咬翼法や根尖投影撮影）に比較して一般的な歯科疾患の診断（う蝕や歯周・根尖病変の診断）において、その正確さが低いという多くのエビデンスがある。こうした一般的な診断に加えて、臨床所見のない無症状の骨病変の検索においても、そうした疾患の頻度が低いために、パノラマ撮影を日常的に用いることは正当化されない。また任意の間隔で再評価のために行うパノラマ撮影も正当化されない。

全顎口内法撮影もパノラマ撮影と同様に批判されうる。「ルーチン」なX線撮影は必然的に不要なX線被曝につながる。成人の新患に対して、選択的に行う根尖投影撮影が患者のリスク対利益を相対的に改善するだろう(17, 37)。ある研究によれば、臨床的に、症状のある歯、歯内治療の既往のある歯、および咬翼法写真にて深いう蝕のある歯については根尖投影写真によって、根尖部に90%の病変が明らかになった(11)。また他の研究は(19)、根尖部病変の同定のため、選択基準を用いることの有用性を報告している。表3.4には成人新患のX線検査の選択基準をフローチャート(45)で示している。

勧告 3P

成人有歯顎の新患に対して、X線検査は病歴、診察、表3.4に示されたような個人別の処方に基づいて選択されねばならない。

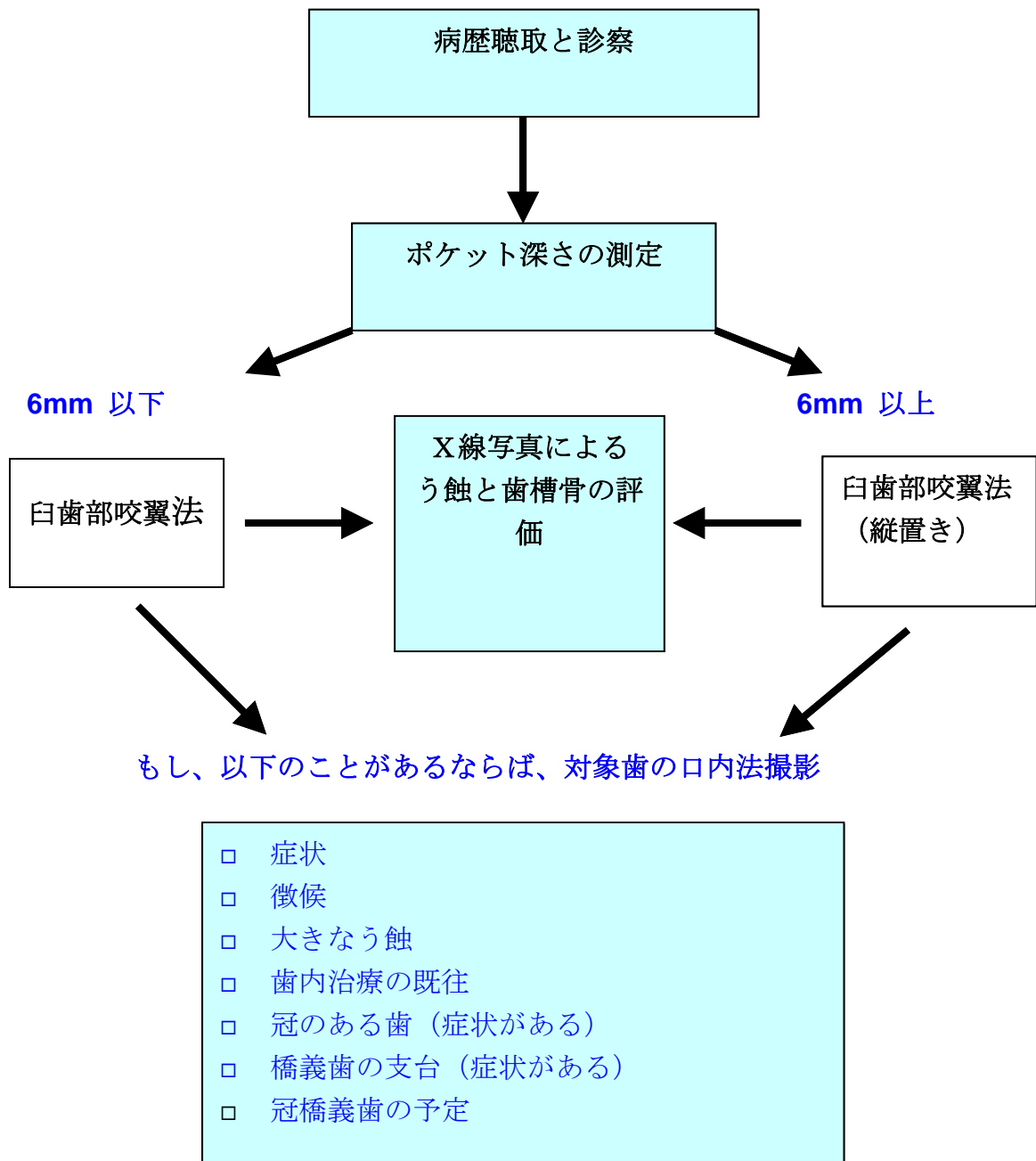


勧告 3Q

成人有歯顎の新患に対して、パノラマ撮影は限られた歯科治療、特に矯正治療の評価や下顎第3大臼歯の外科手術において適用だろう。



表3.4: 有歯顎患者におけるX線検査の役割を示すフローチャート ((43)を改変)



このフローチャートは全ての症例には適用できない。例えば、重度な歯周病でほとんど残存歯がない場合、治療計画にX線検査は要らないかもしれない。病歴聴取と診察はそれ故、大切に、X線検査の適用はそれに基づいて計画されねばならない。

3.6. 無歯顎患者

何らかの臨床所見や症状がない場合には、いかなるX線検査も正当化されない(18, 31, 32)。明らかな例外はインプラントが予定された場合である。ここでは治療が大がかりになる場合には断層撮影のような先進画像検査法が適応となろう。診察にて例えば残根のような異常があると疑われたときには、その部位の口内法撮影が適切なX線検査法となる。

勧告 3R

インプラント治療、臨床所見ないし症候のような特別な適応がない限り、無歯顎患者のX線検査は正当化されない。



3.7. インプラントにおけるX線検査

インプラントには画像検査が必須である。治療計画においてX線写真はインプラント植立予定部位の骨の量と質についての情報を提供する。治療の後には、インプラントのオッセオインテグレーション、骨の損傷治癒を評価し、また定期的にフィクスチャーの予後観察をするためにも用いられる。

文献検索ではインプラントのためのX線検査に関するエビデンスに基づいたガイドラインが乏しい。エビデンスは主として専門家の意見、総説論文からのものである。これらの論文の評価は矛盾しており、手術後の再検討のためのX線検査の頻度についての信頼性のある情報はほとんど無い。

画像検査法は治療のどの時期での撮影か、何本のインプラントをどの部位に植立を予定しているか、といった因子によって、用いられる画像検査法もしばしば変わる。表 3.5 にインプラントに用いられる様々な画像検査法の長短を概説した。

3.7.1. 術前の計画

術前に植立部位を評価するために、診療医は次の項目についての情報を必要とする。

- 骨の質と量
- 残存骨の頬舌幅と高さ
- 骨外形の傾き
- 骨のアンダーカットの存在
- 非典型的な解剖形態（たとえば大きな骨髓腔）
- 病変の存在
- ある解剖構造の正確な位置（たとえば上顎洞、下顎管、オトガイ孔）

表 3.5 : インプラントのための X線画像技術

撮影法	長所	短所
口内法撮影	<ul style="list-style-type: none"> どこでも撮影できる 解像度が高い 平行法にて適切な再現性の高い画像を得られる 低価格 	<ul style="list-style-type: none"> 頬舌方向の画像を得られない ステントや平行法を用いない限り、再現性に限度がある 無歯顎の撮影が困難 二等分法では再現性が低く、像の歪みが明らか 撮影範囲が限られる
咬合法撮影	<ul style="list-style-type: none"> 下顎管の走行を示すことで役立つことがあるかもしれない 	<ul style="list-style-type: none"> 上顎の撮影では役に立たない 頬舌方向での骨の評価に限られる
パノラマ撮影	<ul style="list-style-type: none"> 広い範囲が撮影できる 	<ul style="list-style-type: none"> 固有の拡大がある (20-30%) 垂直方向・水平方向に歪みを生じる 舌側の構造が画像上で上方に投影され、正確度を減じる 撮影技術上での失敗が多く、測定精度を減じる 頬舌方向の測定ができない 解像度が低い 解剖構造の位置的特定が困難
側方頭部 X線規格撮影	<ul style="list-style-type: none"> 前歯部に有用と思われる 顎骨の正中矢状面の情報として、歯の傾斜、骨質、拡大率 	<ul style="list-style-type: none"> 正中矢状面にない構造が重積する
従来型断層撮影	<ul style="list-style-type: none"> 重積のない明瞭な画像 頬舌方向での幅 均一な拡大率 正確な距離測定 	<ul style="list-style-type: none"> どこにでもあるわけではない 線量を要する 時間を要する 技術的な失敗がおきやすい 読影に経験を要する 画像取得時間が長い
CT	<ul style="list-style-type: none"> 複数箇所の評価ができる 重積がなく明瞭な像 任意の断面、3次元画像の取得が可能 均一な拡大率 正確な距離測定 骨質の測定が可能 	<ul style="list-style-type: none"> どこにでもあるわけではない 読影に経験を要する 費用が高い 被曝が多い

CTの再構成画像を除いて、すべてのX線画像は拡大している。拡大率を導き出し、利用できる歯槽骨の高さの推定にもその因子を考慮に入れて計算しなければならない。拡大率は歯槽部と同じ面上に置いた基準被写体を使って導くことができる。

1 歯分の植立のための口内法撮影では適切な幾何学的配置にするためにフィルム保持器を用いた平行法撮影を要する。適切な幾何学的配置を無歯顎の検査に求めるのは多くの場合、困難である。パノラマ撮影の拡大率は特に変化しやすく、ある専門家による委員会(47)の合意では、適切なインプラント植立に必要な情報を提供するためには、パノラマ撮影は従来型の断層撮影ないしCTで補足するべきであると勧告している。

断層像を作成するために従来型断層撮影ないしCTを用いる際、予定したインプラント植立部位と断層の指標、またはその一方は金属棒、球またはX線不透過物からなる外科用ステントを用いて同定するべきである。

従来型の断層撮影は、パノラマ装置に組み込まれた専用のソフトウェアプログラムないしインプラント用に特別に設計されたX線装置によって得ることができる。後者は細隙X線やスパイラル(らせん)軌道を利用した多機能断層撮影装置からなる。過去において、CT撮影は一般病院に限られていたが、より小さい頭頸部専用のCT装置が一般化しつつある。らせんCTは撮影時間が短く、正確度が高まる利点がある。

3.7.2. X線検査法の選択

インプラントの数と予定部位が、どんなX線撮影法を選択するかの主たる因子であることが多い。骨移植を含む場合や多くの部位にインプラントを植立するような場合には高度な画像診断法の必要が増す。このような場合にはCTが推奨されている。表3.6に、術前計画のための画像検査法について詳細を示した。

3.7.3. 術中

何らかのX線検査が必要とされた場合には、口内法撮影を容易に利用することができる。またデジタル撮影法はリアルタイムの画像という利点があるため、利用を考慮すべきである。

3.7.4. 術後の検査

インプラント術後の評価にはX線検査が推奨されてきた。その頻度と撮影時期についてはまさに主観的なようである。治癒の段階中、患者に症状がある場合にはX線検査が明らかに必要であろう。症状がない場合は、次のX線検査は12ヵ月後に行い、これは骨レベルの評価に必須である。その後の検査は毎年1回から3年に1回の範囲である。患者に症状がある場合は、より頻回なX線検査が明らかに必要である。

表 3.6 : インプラント術前計画における適切なX線画像技術

インプラント数	部位	撮影技術	問題となる所見	追加撮影技術
1 歯	上下顎前歯	口内法（平行法）	・ 著明な骨吸収 ・ 拡大した切歯管	側方頭部 X 線規格撮影とパノラマ撮影の組合せ
			・ 著しい頬側凹み ・ 著しい舌下窩	断層撮影
	上顎小白歯	口内法とパノラマ撮影の組合せ	・ 著明な骨吸収 ・ 上顎洞との近接	断層撮影
	下顎小白歯	口内法・咬合法とパノラマ撮影の組合せ	・ 著明な骨吸収 ・ 下顎管との近接	断層撮影
	上顎大白歯	口内法とパノラマ撮影の組合せ	・ 著明な骨吸収 ・ 上顎洞との近接	断層撮影
下顎大白歯	口内法・咬合法とパノラマ撮影の組合せ	・ 著明な骨吸収 ・ 下顎管との近接	断層撮影	
複数歯	断層撮影ないし CT が多くの場合で有用			

平行法撮影は歯槽骨について、正確で高い解像度の画像を提供する。同一に規格化された口内法写真でフィックスチャーと周囲骨の高さを長期にわたり観察することができる。スクリュータイプのインプラントでは近遠心の骨の消失を観察するために、ねじ山の間隔を測定する方法が用いられる。例えばブローネマルクインプラントでは、ねじ山の間隔は 0.6 mm であり、ねじ山の間隔をあけ、骨の消失の測定を可能にするためには、フィックスチャーの長軸に対して投影角度の傾きは 9° 以内でなければならない(24)。デジタル撮影は骨密度を評価したり、画像の解析をしたり、2 枚の画像の差分処理をするのに利用できる。

勧告 3S

インプラントにおいて術前の計画と術後の評価にX線検査は必須である。



3.8. 口腔外科手術や抜歯に先立つX線検査

第3大臼歯の場合で(5, 8)、抜歯が臨床ガイドラインの適応である場合、パノラマ撮影（あるいは斜位側方像）が最も適切なX線撮影法である。パノラマ撮影（あるいは側方斜位像）は下顎下縁までの距離や下顎管の走行との関係についての情報を提供する。

他の手術、例えば歯根端切除、歯根の除去、または小さなう胞の除去などでは、口内法X線写真が治療計画に必要なことすべてを提供する。抜歯の前に「ルーチン」にてX線撮影を行う必要性を支持する確固たるエビデンスは無い(3)。しかしながら、すでにX線写真があるときには手術の開始前にそれを確認すべきであろう。第3大臼歯の例外はあるが、適切なX線撮影は通常、口内法撮影である。

勧告 3T

抜歯前のX線撮影は次の場合が適応となる：

- ・ 困難な抜歯の既往がある
- ・ 解剖学的に通常ではないことが臨床的に疑われる
- ・ 合併症が起きた場合、患者が特にリスクのある状況になる医学的既往がある
- ・ 矯正治療における抜歯の前
- ・ 埋伏している、または解剖構造（例えば、オトガイ孔、下顎管、上顎洞・上顎結節、下顎骨下縁）に近接していそうな歯や歯根の抜去



3.9. 妊娠患者のX線検査

成長中の胎児に対する線量は低く(4)、それゆえリスクは低いので、臨床的に正当化されるのであれば、妊娠している、あるいはその可能性がある婦人のX線検査が禁忌となることはない。鉛の防護エプロンを使用する必要はない(4, 48) (4.5.1を参照のこと)。しかし、鉛エプロンの使用はいくつかの国においては患者を安心させるという理由で、勧告され続けている。

勧告 3U

歯科X線のための通常の見積基準が、患者の妊娠の如何によって変更される必要があるというエビデンスは無い。



3.10. X線検査の同意

歯科医師は通常、口頭で、またはそれとはなしに同意を求める。後者の場合、積極的にX線検査を拒絶しない患者であることをあてにしている。このような同意は満足いくものではない。それはX線検査が必要であるかどうかに影響するかもしれない情報（例えば、最近、他でX線写真を撮ったかどうか）の収集を考慮に入れていないからである(21)。

医療・歯科医療のあらゆる場面でインフォームド コンセントを得る必要性を強調することが増えてきている。これはインターベンショナル・ラジオグラフィー (IVR) のように高リスクな手法とか、抜歯のような非可逆的な治療においてのみではない。いくつかの国ではインフォームド コンセントは必須である。歯科X線検査をするにあたって患者として必要な基本的な情報は次の 3.11 章にその概略を述べた。同意書はインフォームド コンセントの過程が満足いくものとして完了した証に過ぎない。歯科X線においては 2 つの状況で同意書が特に要求される。一つは、患者が研究プロジェクトで雇われている場合で、このプロジェクトはまず倫理委員会による承認を受けていなければならない。もう一つは直接、健康上の利益の生じない法医学的な理由で患者が被曝する場合である。

勧告 3V

各国での必要性に応じて、X線撮影の前には患者からインフォームド コンセントをとるべきである。



3.11. 以前撮影したX線写真と報告書

検査の依頼者と検査の施行者は「指令」(2) に従い、検査の不要な繰り返しを避けるために、X線写真とその報告書、またはその一方などの利用可能な以前の診断情報を得ることが求められる。

以前の画像により、

- それが現在の臨床上の必要性に答えを出しているならば、新たなX線検査の必要が無くなる、
- 病変の変化（例えば蝕の進展や縮小）の観察を促進する、
- 治癒の評価（例えば、根尖部病変）が可能になる。

以前のX線写真や報告書の価値について、歯科領域の文献からは、そのエビデンスが得られてなかった。しかし、放射線医学の領域の二、三の質の高い研究結果では、以前のX線写真は特に診断上の確信度を向上させ、患者の既往を明らかにする点においてその価値を認めている(10, 16, 46)。

前の歯科医師からはX線写真と報告書またはその一方を、返却するという条件で借りることになんらの障害もあるべきではない。個々の歯科X線写真の結果の臨床的評価を提示することがいくつかのEUの国において、義務的な要求事項である。

勧告 3W

以前撮ったX線写真を利用できれば、不要な被曝を避け患者の管理に役立てることができる。



3.12. 患者のための情報

歯科X線撮影のリスクの説明では、有害な結果をもたらすリスクが非常に低いのに対して、患者の管理やその予後に期待される利益が高いことを強調すべきである。以下の2つの点を強調すべきである。

- 歯科X線は非常にリスクの低い検査であること（表2.3参照のこと）、
- X線写真なしでは、患者の治療が危うくなるであろうこと。

さらに、この文書の勧告を厳守することにより、歯科医師は患者にリスクを最小限にする最新の技術を用いていること、および画像の質を最適にするために質的保証プログラムをきちんと実践していることを伝えることができる。

妊娠している、またはしているかもしれない患者のX線検査に対しては、同様に3つの点を強調して、歯科X線からのリスクは患者が妊娠しているか否かでは変わらないことを説明すべきである。

勧告 3X

歯科X線撮影前に患者に与える情報では、治療により得られる利益に比較して、リスクが非常に低いことを強調すべきである。



3.13 文献

1. 1994. Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment. *Int Endod J* **27**:115-124.
2. Council Directive 97/43/Euratom on health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposure 1997. *Official Journal of the European Communities* **No L 180/22**.
3. 1999. Dental Protection. The whole tooth- and nothing but the tooth! *Dental News* **20**:7-8.
4. 1994. Guidelines on Radiological standards for primary dental care. Volume 5 Number 3. Royal College of Radiologists and National Radiological Protection Board.
5. 2000. National Institute for Clinical Excellence. Technology Appraisals Guidance- No. 1. Guidance on the removal of wisdom teeth. National Institute for Clinical Excellence.
6. Preventing Dental Caries in children at High Caries Risk. A National Clinical guideline. www.sign.ac.uk. SIGN Publication Number 47. SIGN Executive, Royal College of Physicians, 9, Queen Street, Edinburgh EH2 1JQ.
7. 1988. Review of methods of identification of high caries risk groups and individuals. *Federation Dentaire International Technical - Report no 31. Int Dent J*, **38**:177-89.
8. May 2002. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). A guideline developers' handbook. Report No.: SIGN 50.
9. 1998. Selection Criteria for Dental Radiography. Faculty of General Dental Practitioners, Royal College of Surgeons of England, London.
10. **Aideyan, U. O., K. Berbaum, and W. L. Smith.** 1995. Influence of prior radiologic information on the interpretation of radiographic examinations. *Acad Radiol* **2**:205-8.
11. **Akerblom, A., M. Rohlin, and G. Hasselgren.** 1988. Individualised restricted intraoral radiography versus full-mouth radiography in the detection of periradicular lesions. *Swed Dent J* **12**:151-159.
12. **Angmar-Månsson, B. E., and S. Al-Khateeb.** 1998. Caries Diagnosis. *J Dent Educ* **62**:771-79.
13. **Atchinson, K. A.** 1986. Radiographic examinations of orthodontic educators and practitioners. *J Dent Educ* **50**:651-55.
14. **Atchinson, K. A., L. S. Luke, and S. C. White.** 1992. An algorithm for ordering pretreatment orthodontic radiographs. *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* **102**:29-44.
15. **Atchinson, K. A., L. S. Luke, and S. C. White.** 1991. Contribution of pretreatment radiographs to orthodontists' decision making. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **71**:238-45.
16. **Berbaum, K. S., and W. L. Smith.** 1998. Use of reports of previous radiologic studies. *Acad Radiol* **5**:111-4.
17. **Bohay, R. N.** 2000. The sensitivity, specificity, and reliability of radiographic periapical diagnosis of posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **89**:639-642.
18. **Bohay, R. N., R. G. Stephens, and S. L. Kogon.** 1998. A study of the impact of screening or selective radiography on the treatment and postdelivery outcome for edentulous patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **86**:353-9.
19. **Brooks, S. L., and S. Y. Cho.** 1993. Validation of a specific selection criterion for dental periapical radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **75**:383-6.
20. **Bruks, A., K. Enberg, I. Nordqvist, A. S. Hansson, L. Jansson, and B. Svenson.** 1999. Radiographic examinations as an aid to orthodontic diagnosis and treatment planning. *Swed Dent J* **23**:77-85.
21. **Dimond, B. C.** 2002. *Legal aspects of radiography and radiology.* Blackwell Science Ltd, Oxford.
22. **Eliason, S., and G. Isacsson.** 1992. Radiographic signs of temporomandibular disorders to predict outcome of treatment. *J Craniomandib Disord* **6**:281-87.
23. **Fava, L. R. D., and P. M. H. Dummer.** 1997. Periapical radiographic techniques during endodontic diagnosis and treatment. *Int Endod J* **30**:250-261.
24. **Frederiksen, N. L.** 1995. Diagnostic imaging in dental implantology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **80**:540-54.
25. **Giles, S. A., and N. G. Taylor.** 1997. Are anterior occlusal radiographs still indicated for orthodontic assessment? *Br Dent J* **183**:325-328.
26. **Han, U. K., K. W. L. Vig, J. A. Weintraud, P. S. Vig, and C. J. Kowalski.** 1991. Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records. *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* **100**:212-219.
27. **Hintze, H., A. Wenzel, B. Danielson, and B. Nyvad.** 1998. Reliability of visual examination, fibre-optic

- transillumination and bitewing radiography, and reproducibility of direct visual examination following tooth separation for the identification of cavitated carious lesions in contacting approximal surfaces. 1998; 32: 204-9. *Caries Res*, **32**:204-9.
28. **Hintze, H., A. Wenzel, and S. Williams.** 1990. Diagnostic value of clinical examination for the identification of children in need of orthodontic treatment compared with clinical examination and screening pantomography. *Eur J Orth* **12**:385-388.
 29. **Isaacson, K. G., and A. R. Thom (ed.).** 2001. Guidelines for the use of radiographs in clinical Orthodontics, 2nd ed. British Orthodontic Society, London.
 30. **Klein, R. M. F., S. A. Blake, B. R. Nattress, and P. N. Hirschmann.** 1997. Evaluation of x-ray beam angulation for successful twin canal identification in mandibular incisors. *Int Endod J* **30**:58-63.
 31. **Kogon, S. L., D. H. Charles, and R. G. Stephens.** 1991. A clinical study of radiographic selection criteria for edentulous patients. *J Can Dent Assoc* **57**:794-8.
 32. **Kogon, S. L., R. G. Stephens, and R. N. Bohay.** 1997. An analysis of the scientific basis for the radiographic guideline for new edentulous patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **83**:619-23.
 33. **Lekholm, U., and G. A. Zarb.** 1985. Patient selection and preparation. *In* P. I. Brånemark, G. A. Zarb, and T. Albrektsson (ed.), *Tissue integrated prosthesis. Osteointegration in Clinical Dentistry*. Quintessence, Berlin.
 34. **Luke, L. S., P. Lee, K. A. Atchison, and S. C. White.** 1997. Orthodontic residents' indications for use of the lateral TMJ tomogram and the posteroanterior cephalogram. *J Dent Educ* **61**:29-36.
 35. **Orstavik, D.** 1996. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *Int Endod J* **29**:150-155.
 36. **Pepelassi, E. A., and A. Diamanti-Kipioti.** 1997. Selection of the most accurate method of conventional radiography for the assessment of periodontal osseous destruction. *J Clin Periodontol* **24**:557-567.
 37. **Richardson, P. S.** 1997. Selective periapical radiology compared to panoramic screening. *Prim Dent Care* **4**:95-9.
 38. **Richmond, S., K. O'Brien, A. Buchanan, and D. Burden.** 1992. An introduction to occlusal indices. ORTHO-CARE (UK) Ltd., Bradford, UK.
 39. **Rushton, V. E., K. Horner, and H. M. Worthington.** 2002. Screening panoramic radiography of new adult patients in general dental practice: diagnostic yield when combined with bitewing radiography and identification of selection criteria. *Br Dent J* **192**:275-279.
 40. **Rushton, V. E., K. Horner, and H. V. Worthington.** 1999. Aspects of panoramic radiography in general dental practice. *Br Dent J* **186**:342-4.
 41. **Rushton, V. E., K. Horner, and H. V. Worthington.** 2001. Screening panoramic radiology of adults in general dental practice: radiological findings. *Br Dent J* **190**:495-501.
 42. **Shaw, W. C., K. O'Brien, and S. Richmond.** 1991. Indices of orthodontic treatment need and treatment standards. *Br Dent J* **170**:107-112.
 43. **Shelley, A.** 2000. The Bridge. *BUPA Dental Cover* **19**:4.
 44. **Stokey, G. K., and C. González-Cabezas.** 2001. Emerging methods of caries diagnosis. *J Dent Educ* **65**:1001-06.
 45. **Tugnait, A., V. Clerehugh, and P. N. Hirschmann.** 2000. The usefulness of radiographs in diagnosis and management of periodontal diseases: a review. *J Dent* **28**:219-226.
 46. **White, K., K. Berbaum, and W. L. Smith.** 1994. The role of previous radiographs and reports in the interpretation of current radiographs. *Invest Radiol* **29**:263-5.
 47. **White, S. C., E. W. Heslop, L. G. Hollender, K. M. Mosier, A. Ruprecht, M. K. ShROUT, and American Academy of Oral Maxillofacial Radiology ad hoc Committee on Parameters of Care.** 2001. Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**:498-511.
 48. **Wood, R. E., A. M. P. Harris, E. J. van der Merwe, and C. J. Nortje.** 1991. The leaded apron revisited: Does it reduce gonadal radiation dose in dental radiology? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **71**:642-46.

4. 患者放射線量低減に関する装置の因子

この章の目的は以下のとおりである。

- ・ 放射線量に影響を及ぼす装置と器材の選択方法について述べる
こと。
- ・ 装置と器材に関する勧告を導入すること。

2 章の文献検討では歯科 X 線撮影による患者の線量とリスクは低いことを示した。しかし、これらの数値はファントムを用いた研究室での研究に基づいたものであり‘実際の姿’ではない。線量を調査すると、同じ検査であっても患者の線量は広範な変動を示している。その変動は、異なる X 線装置と器材の性能の違いを反映している。この章では、線量（そしてリスク）を制限するために適切な装置と器材の選択の重要性が解説される。

4.1 X 線の発生と管電圧

X 線装置の管電圧は使用中の X 線管に加わる電位差のことである。管電圧は X 線束の平均エネルギーおよび最大エネルギーを制御する。低い管電圧はより低いエネルギーの X 線を与え、患者に対して高い皮膚線量を与える(22)。また、このことは高い管電圧の X 線装置で必要とされる照射時間より長い照射が必要となる（管電流についても同様である）。これらの因子は多くの国では法律によって管電圧の下限が設定され、普通 50 から 60 kV の範囲である。高い管電圧は皮膚線量を低減するが、‘深部’線量が高くなり(18)、散乱 X 線も増加する。歯科用（口内法）X 線装置では、管電圧は通常固定されているかあるいは少ししか変化しない。

歯科（口内法）X 線撮影において重要なことは歯科用 X 線フィルムの X 線スペクトルに対する感度および異なる管電圧での画質である。管電圧が 70 kV を越えると歯科用フィルムの最適感度は結果としてスペクトルに適合しなくなる(22)。「低」管電圧は高管電圧より高コントラスト画像を作り出す。このことは低エネルギーおよび高エネルギー放射線の減弱の違いを反映している。歯科撮影の最適管電圧に関する議論が特に米国において数名の専門家によって行われており、そこでは高い値を推奨している。

口内法 X 線撮影では 60–70 kV の管電圧が、線量低減と全般的診断効率の見地から理にかなった選択であると考えられる(22)。

勧告 4A

交流を用いた歯科用（口内法）X 線装置において選択すべき管電圧として 65–70 kV、定電圧（‘直流’）の装置では 60 kV を推奨する。



口内法X線撮影と異なり、パノラマX線撮影法では照射の制御の基本的な方法として管電圧が用いられる。それ故、ほとんどのパノラマX線装置は操作者に対して広範な管電圧が設定可能である。管電圧の選択は、原則としてX線強度を制御する必要性とフィルム/増感紙組合せ系のエネルギー感度によって決められる。

定電圧（‘直流’）X線発生装置は、歯科用（口内法）およびパノラマX線/頭部X線規格撮影装置において旧来の脈波管電圧装置に置き換わりつつある。そのようなX線発生方法では低エネルギーX線が少ないため（22, 34, 41）、患者の皮膚線量を低減する。定電圧（直流）X線装置からの平均X線エネルギーは、同じ管電圧の交流X線装置からのものよりも高い。定電圧装置で同じX線写真コントラストを維持するためには、管電圧を5–8 kV低く設定する必要があることが示された（19）。したがって、口内法X線撮影における最適管電圧として60 kVが推奨される。定電圧装置は予測可能で正確なX線出力を提供するので、デジタル受像系で用いることは良い選択である。

勧告 4B

新しいX線装置を購入する際、特にデジタル画像受像系を使う際には、定電圧（‘直流’）X線装置が推奨される。



4.2 ろ過

X線束のろ過はX線束から選択的に低エネルギーX線光子を除去する。それ故、患者の皮膚線量を低減する方法として非常に重要である。アルミニウムを用いたろ過は歯科用X線装置の確立された構成要素である。これらのろ過は製造業者が決定するため、歯科医師が制御する因子ではない。

勧告 4C

アルミニウムによるろ過は患者の皮膚線量を低減する基本的な方法である。



希土類物質のようなアルミニウム以外の物質（K-吸収端フィルター）を用いた付加ろ過は、多くの研究者によって口内法撮影における線量低減方法として研究されてきた（22, 25, 30, 31, 33, 46, 52, 54）。これらを利用する基本的な理由は、X線スペクトルを‘整形’し、さらに歯科用フィルムのスペクトル感度に適合させることである。すべての報告では線量低減は明白であるが、費用（54）、画質への影響（46）およびそれらを使用することによる照

射時間の増加とのバランスをとる必要がある。パノラマ撮影法においても線量低減は証明されている(24)。希土類フィルターは口内法X線撮影において幾らかの線量低減をもたらすが、新たな照射条件を設定するにあたっては医学物理専門家の提言を受けた後にのみ適用すべきである。

4.3 絞り、照射野の限定

関心領域の撮像に必要な最小限にX線束を絞ることは患者線量を制限する確かな方法である。皮膚表面におけるX線束の面積を限定することも、また患者の被照射体積を限定する。患者の皮膚上の‘照射野’が重要であるのと同様、X線源と皮膚との距離も線量を制限する役割をする。X線束は拡散するため、この距離が増加すると患者内での拡散が減少し、その結果、被照射体積が減少する。

4.3.1 口内法X線撮影

口内法X線撮影用のX線装置における照射野はX線束の絞りによっておのずと決まる。照射野は“位置指示用具”(PID)によって視認される。

砲弾型ショートPIDは、円錐形であることからフィルム/歯の位置関係をさえぎるものが少なく、X線束の中心を視覚的に指示できたので以前は多く用いられた(9)。しかし、20年前からほとんどの歯科口内法X線撮影装置は直径60 mmの開放端型PIDを装備するようになった。このサイズの円形照射野は歯科用標準フィルム(30×40 mm)よりも面積にして2.35倍大きく、患者線量の低減を示唆していることは明らかである(22)。幾人かの研究者は矩形絞りが歯科撮影で60%以上の線量低減が可能であると推定した(9,13,18)。Cederbergと共同研究者(9)は、ショートとロングで、円形と矩形の開放端型PID、および砲弾型ショートPIDについて実効線量を計算しさらにリスクを推定し比較した。彼らは、ロングおよびショートの矩形絞りが結果として最も低い実効線量を示し、円形絞りの3.5から5倍低い値を示すと報告した。さらに、砲弾型PIDを用いた場合、ロング矩形開放端型PIDの5.6倍のリスクになると報告した。

矩形絞り(30×40 mm)は英国(21, 36)と米国(2, 55)の両国で勧告されている。しかし、矩形絞りを使用するためにはコーンカットを防ぐための線束指示用具の付いたフィルム保持器が必要なことを忘れてはならない。矩形絞りにするには、円形PIDの先端に後付けの矩形絞り板を取り付けるか、またはフィルムの先に放射線遮蔽用の金属を備えたフィルム保持器を使用することによって、円形PIDから矩形PIDに切り替える(2)。これらのことは、既に存在する道具によって矩形絞りを簡単に応用できることを意味する(36)。

勧告 4D

矩形絞りは、口内法X線撮影では非常に有効な線量低減方法である。矩形絞りは線束指示用具の付いたフィルム保持器と一緒に用いられる。フィルム保持器を用いることができない場合においても、矩形絞りは引き続き考慮すべきである。



円形X線束が引き続き用いられているところでは、X線束の直径は 60 mm を越えるべきではない。X線束の絞り／指示用具は開放型で焦点－皮膚間距離 (Focus-to-Skin Distance, FSD) は最短で 200 mm とすべきである。

4.3.2 パノラマX線撮影法

パノラマX線撮影法は元来、顎と歯を検査するために設計されたものである。しかし、撮像領域は診断の関心領域を越えている場合が多い。歯科医師には照射領域を減らす手段がない。しかし、最近では、幾つかの装置は患者線量を低減するために、照射野を限定するプログラムを提供している。特定の診断情報が必要とされる場合であれば、照射野を限定することによって、患者線量を有意に低減することができる。新しい装置は線束を限定するための自動選択を備えるべきであるが、手動選択でも是認できる(36)。受光側スリットまたは 2 次コリメータでの線束の高さは、診断上の関心領域を越えないように、およびフィルムの大きさ (通常 120 あるいは 150 mm) を決して越えないように限定すべきである。線束の幅は通常 5 mm を越えないようにすべきである。

幾つかの新しいパノラマX線装置は‘子供の撮影モード’を備えていて、照射面積を 27 から 45%までに低減する(22)。また、顎骨の一部や顎関節のみの撮像が可能な高度なプログラムを備えた装置もある。Lecomber と Faulkner (27)は、Orthophos X線装置において照射野を歯の植立した領域に限局するプログラムを用いると、実効線量は 50%以上低減できることを報告している。このような機能は線量低減の簡単な方法であり、このような機能を備えた機器を購入することが推奨される。

勧告 4E

利用できるならば、パノラマX線撮影法では、診断に必要な領域のみに照射野を限定すべきである。



4.3.3 頭部X線規格撮影法

頭部X線規格撮影 cephalometry（あるいは遠距離撮影法 teleradiography として知られている）は頭部全体と頸椎の大部分の画像を提供するものである。しかし、矯正歯科医の関心領域は通常頭蓋底の高さ（レベル）にとどまる。英国歯科矯正学会作業部会 **British Orthodontics Society working party** は診断領域を残して頭蓋部分を遮蔽する楔型の絞りを使うことで側方向頭部X線規格写真の線量低減を図る方法を支持している(22, 32)。この考え方は他の報告でも支持されている(49, 55)。このような絞りで患者線量を有意に低減にすべきであるが、頭部X線規格撮影装置の製造業者は未だに標準としての絞りの形式を取り入れていない。さらに、上顎のみを撮影するために側方向頭部X線規格写真をさらに絞ることは治療中の頭蓋計測値の測定における現実的なもう一つの選択肢である(32)。

勧告 4F

可能ならば、側方向頭部X線規格写真では、照射野を診断に必要な領域に限定するべきである。製造業者は頭部X線規格撮影装置の設計にこの考えを取り入れるべきである。



軟組織プロフィールは側方向頭部X線規格写真では楔形フィルターを用いるのが通常である。患者とカセットの間よりも患者とX線源の間にフィルターを設置する方が若干線量を低減することができる(22, 25)。

4.4 受像体の選択

4.4.1 口内法X線撮影

1980年まで、市販の口内法フィルムでは最も感度が高いのは感度グループ D であった。1981年に、E感度グループのフィルムが使用できるようになり、約50%、放射線量を低減することが可能となった。しかし、この高感度フィルムは元来低コントラストであり、古くなって劣化した溶液に敏感であり、フィルムの高濃度域では高い感度を失った(48)。恐らくこのことが、このタイプのフィルムを採用する歯科医師が少なかった主な理由であった(6, 8, 20, 38, 42, 45)。

多くの製造業者はフィルム技術の開発を続け、改良したE感度の乳剤を(44, 56)、さらにISOグループFに相当するフィルムを供給するようになった。広く利用されているあるブランドのF感度のフィルムでは、同じ製造業者のE感度のフィルムと比べて20-25%の線量が低減される(14, 29, 43)。

結論として、口内法X線撮影法では、最も高い感度で十分な診断結果が得られるフィルムを使用すべきである。ISOのE感度またはF感度の口内法フィルムがD感度のフィルムと比べて50%以上の線量を低減することから推奨される。感度が低く画質に限界のある(10)

インスタント現像フィルムは、時間外診療時の歯内療法あるいは抜歯前の場合のような特別な状況に限定して使用すべきである。

勧告 4G

口内法X線撮影では、最も感度の高いフィルム（グループ E またはそれ以上）のみが用いられるべきで、患者線量を有意に低減できる。



4.4.2 口外法X線撮影

パノラマX線写真、頭部X線規格写真および他の口外法X線写真では、十分な診断結果が得られる最も感度が高いフィルム-増感紙組合せ系が用いられるべきである。フィルム-増感紙組合せ系は少なくとも感度 400 であるべきで、フィルムの光感度は増感紙と正しく一致しているべきである。希土類増感紙/フィルム組合せ系を導入することによってパノラマX線撮影法と頭部X線規格撮影法において約 50%の線量低減をもたらすことが示されている(22)。

製造業者は一般に、オルソクロマチックフィルムと希土類増感紙の組合せを推奨している。それは放射線エネルギーの光への変換効率がタンゲステン酸カルシウム増感紙とオルソクロマチックフィルムの組合せよりも優れているからである (53)。希土類増感紙は 1972 年に導入されて以来、製造業者は感度を改良し放射線画像の鮮鋭度を高めるための組合せの開発を行ってきた。

多くの研究がこれらのフィルム-増感紙組合せ系のセンシトメトリックな特性評価を行っている(47, 51, 53)。広い寛容度をもつフィルムはパノラマX線撮影法では高コントラストフィルムよりも良い性能を示す。

勧告 4H

口外法X線撮影法では、十分な診断結果が得られる最も感度の高い希土類増感紙/フィルム組合せ系が用いられるべきである。感度は少なくとも 400 とすべきである。



4.4.3 デジタル受像体

最近、何種類かのデジタル画像システムがこれまでのX線撮影技術に代わって導入されている。デジタル画像は高い診断の質を有する画像を得ることができるとされ、少なくともこれまでのX線フィルムと同等である。さらに、画像を直ちにコンピュータのモニターに表示することができ、処理薬液や現像機器を必要としない。

現在は2種類の口内法デジタルシステムが使用されている。第一の種類は電荷結合素子 (CCD) による撮像センサーを使用したシステムである。口内法直接デジタルX線撮影

の最初のシステムは1989年に導入され、可視光に感度のある CCD センサーが用いられた。CCD システムは蛍光板を用いて放射線を可視光に変換し、可視光は光ファイバーまたは光学レンズを介して CCD に送られる。可視光の分布は検出されて電気信号に変換され、コンピュータに送られ画像に変換される。口内法 X 線撮影法に使用されている CCD システムは急速に増加している。今日では大部分のセンサーはシステムの量子効率を改善するために蛍光層を用いている。近年、ピクセルサイズの大きさ、センサーの有効領域、空間分解能、ノイズと操作性の改良が製造業者によって行われている。最近では、センサーとしてより小さいピクセルサイズのもの、固体撮像素子 (Active Pixel Sensor, APS) や相補型金属酸化膜半導体 (Complementary Metal-Oxide Semiconductor, CMOS) を用いたものが開発されている。幾つかの研究で多数の口内法デジタルシステムの物理的および臨床的性能が評価されている(3, 4, 12, 17, 26, 35, 37)。

第二の口内法デジタルシステムは輝尽性蛍光体 (Photostimulable Storage Phosphor, PSP) イメージングプレートを用いる。プレートはポリエステルベースにユーロピウムで活性化されたハロゲン化フッ化バリウム化合物 (BaFBr:Er 結晶) からなる粉末を塗布したものである。イメージングプレートが照射されると、吸収された X 線のエネルギーが蛍光体結晶内で潜像として保存される。スキャナーの細かいレーザービームを照射すると、保存されたエネルギーは可視光の青い光となって発光し、この光を検出したアナログ電気信号は、その後デジタル化される。スキャンは約 25 秒で完了し、得られる画像はコンピュータモニターに表示される。CCD システムと比較して、PSP システムはケーブルを必要としない。

これら 2 つの口内法デジタルシステムにはそれぞれ長所と短所がある。画像取得は PSP より CCD システムのほうが早いため、‘緊急’の写真的が必要な場合は CCD システムが有効である。対照的に、PSP システムはワイヤレスであり、ほぼ No.2 の口内法フィルムと同じサイズの大きなイメージングプレートを使える。デジタル X 線撮影の最も重要な利点の一つは放射線量の低減である。多くの研究で、2 つのタイプの口内法撮影システムにおいて画像を得るのに必要な放射線量はフィルムより小さいことが示されている。

ある研究では、デジタルの全システムにおける最適照射時間は一般フィルムに必要な時間の約半分であること、およびデジタル画像は関心領域の最適な観察のためにはコントラストと明るさを調節すべきであることが示されている(37)。他の研究 (39)では、CCD システムは E 感度フィルムと比較して平均皮膚入射線量で 31–34%低減し、ニオブウム付加フィルターを用いると 51–60%低減することが報告されている。PSP システムは広い寛容度を有しており、Borg と Grondahl (7)は非常に低い照射線量設定で確実な歯内療法計測ができることを明らかにした。

デジタル X 線撮影法は大きな線量低減を実現するが、(主に妨げになるワイヤーを備えた

CCD による位置付けの困難さのために) 再撮影の回数が患者線量を増加させる結果になるかもしれない。さらに、センサーの大きさが小さいことから、1枚の一般フィルムを用いて得られる画像の解剖学的領域を撮影するために1回以上の照射が必要となるかもしれない。センサーの位置付けに関する問題点として、不合格フィルムの割合を押し上げていると報告されている(23)。

勧告 4I

口内法デジタルX線撮影法は線量低減の可能性を与える。線量低減のための最適化を行うために医学物理専門家の助言を得るべきである。



パノラマX線撮影法と頭部X線規格撮影法においても同様の2つのデジタルシステムが利用されている。CCDシステムでは、一般のフィルムが長い縦長のCCDに置き換えられている。頭部X線規格撮影法にも同じセンサーが用いられており、患者頭部後方のセファロスタットにとりつけられている。フラットで扇型をしたX線束で患者頭部は線状に走査される。約15秒かかる走査処理の間、患者は動いてはならない。デジタルパノラマX線撮影およびデジタル頭部X線規格撮影システムにおける第二の種類は一般のフィルムカセットにPSPイメージングプレートを装填して用いる。

パノラマデジタルX線撮影法と頭部デジタルX線規格撮影は口内法デジタルX線撮影と同じ臨床上の利点を有しているが、線量低減は口内法システムほどの効果は期待できない。CCDタイプのパノラマX線撮影装置における撮影条件の設定はフィルム/増感紙組合せ系を用いた装置とほぼ同じである。線量低減は無いであろう。しかし、幾つかの論文では、診断目的によっては、ソフトウェアによって濃度とコントラストを調整することができるので低線量画像でも十分であると報告している(11, 15, 16, 28, 50)。撮影した後でも写真濃度とコントラストを最適化できることは、デジタルX線撮影法の一つの利点である。このことはコントラストと濃度を撮影後に変えることのできない一般的なX線撮影と異なる。

勧告 4J

パノラマデジタルX線撮影法と頭部デジタルX線規格撮影法は一般的な増感紙/フィルム組合せ系と比較して必ずしも線量を低減することはできそうではない。線量低減の最適化のため医学物理専門家の助言を得るべきである。



4.5 患者の鉛防護

4.5.1 鉛エプロン

鉛エプロンは体内を通過する散乱線を防護することはできず、パノラマX線撮影法の場合は物理的に撮影を妨げ、最終画像を損なうことがある(21)。口内法X線撮影において生殖腺線量が極端に低いにもかかわらず、鉛エプロンの使用は患者の心配を静めるために推奨されている。しかし、歯科X線撮影法では鉛エプロンの使用の有無にかかわらず、大きな変化は認められないことが明らかにされている(22)。歯科医師等の診療用放射線取扱者のためのX線装置の安全使用における英国のガイダンスノート UK Guidance Note (36) は歯科X線撮影において患者のために鉛エプロンをルーチンとして使用することは義務化されないと明言している。米国歯顎顔面放射線学会 American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (55)の公式報告は、E感度フィルムおよび矩形絞りをを用いた便益と比べて鉛エプロンは最小であると指摘している。鉛エプロンの使用は法規で要求されている以外は任意とすることが結論されている。妊娠している患者のX線撮影に関する解説の3.9節を参照せよ。

勧告 4K

歯科X線撮影において腹部（生殖腺）に鉛エプロンをルーチンとして使用することを義務化すべき証拠は無い。



4.5.2 甲状腺カラー

甲状腺は頭頸部領域で最も放射線感受性の高い臓器の一つである。甲状腺は口内法X線撮影時に頻繁に散乱線に曝され、ときには一次線束に曝される。30歳以下の人はいそれ以上の人より放射線誘発甲状腺癌のリスクが高く、この年代の人に口内法X線撮影を行うときは甲状腺カラーを使用すべきであるという人もいる(55)。しかし、口内法X線撮影では矩形絞りを採用したときの甲状腺の防護効果は、甲状腺を鉛で遮蔽した場合と同一のレベルであろうし、加えて、さらに他の線量低減効果もある(21, 22, 40)。甲状腺遮蔽はパノラマX線撮影法では一次線束を妨げる可能性があるため不適切である。頭部X線規格撮影法における鉛の甲状腺防護は、もしX線束の絞りが甲状腺を避けられないならば必要である。頭部CT撮影時には甲状腺遮蔽は45%の放射線量を低減することが認められており、特に若年層には強く推奨される(5)。

勧告 4L

甲状腺の鉛遮蔽は甲状腺が一次線束に含まれるかまたは非常に近接している場合には使用すべきである。



患者線量は合理的に達成できる限り低く保たれるべきである。歯科 X 線撮影においては、患者線量の低減は、X 線装置、X 線束の大きさ、受像体、および、ときには鉛防護の使用に影響される。これら個々の最適化は相乗的に作用して、かなりの線量低減となる。

口内法 X 線撮影法における種々の装置の因子の影響を表 4.1 に示す。これによると、定電圧装置を基本として矩形絞りと F 感度フィルムを使用すると元のレベルの約 2/3 の線量低減が可能であることが分かる。

表 4.1：E 感度フィルム使用時の 60 mm の円筒状 X 線束を有する 70 kV 交流の歯科用 X 線装置を使用した場合に対して、装置を換えたときの線量への効果

装置因子	線量増倍率
デジタルシステム (蛍光板または CCD)	×0.5—0.75
矩形絞り (30×40 mm)	×0.5
F 感度フィルム	×0.8
‘直流’ 定電圧装置	×0.8
‘ショートコーン’ (100 mm 線源-皮膚間距離)	×1.5
50 kV 装置	×2.0
D 感度フィルム	×2.0

増倍率は線量への効果を意味する。表は(1)をまとめたものである。

同様な変換が他のタイプの歯科 X 線撮影においてもできる (パノラマ X 線撮影法、頭部 X 線規格撮影法)。

線量低減のあるものは新しい装置の購入によってのみ達成することができる。しかし、歯科医師には経費のかからないもの (例えば F 感度のフィルム) あるいは些少な追加経費で行えるもの (例えば矩形絞り) もある。そのような経費の低い方策が優先的に行われるべきである。

4.7 文献

1. 1998. Selection Criteria for Dental Radiography. Faculty of General Dental Practitioners, Royal College of Surgeons of England, London.
2. ADA. 2001. Council on Scientific affairs - An update on radiographic practices: information and

- recommendations. *J Am Dent Assoc* **132**:234-238.
3. **Attaelmanan, A. G., E. Borg, and H. G. Grondahl.** 1999. Assessments of the physical performance of 2 generations of 2 direct digital intraoral sensors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **88**:517-23.
 4. **Attaelmanan, A. G., E. Borg, and H. G. Grondahl.** 2001. Signal-to-noise ratios of 6 intraoral digital sensors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**:611-5.
 5. **Beaconsfield, T., R. Nicholson, A. Thornton, and A. Al-Kutoubi.** 1998. Would thyroid and breast shielding be beneficial in CT of the head? *Eur Radiol* **8**:664-7.
 6. **Bohay, R. N., S. L. Kogon, and R. G. Stephens.** 1994. A survey of radiographic techniques and equipment used by a sample of general dental practitioners. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **78**:806-10.
 7. **Borg, E., and H. G. Grondahl.** 1996. Endodontic measurements in digital radiographs acquired by a photostimulable, storage phosphor system. *Endod Dent Traumatol* **12**:20-4.
 8. **Button, T. M., W. C. Moore, and A. D. Goren.** 1999. Causes of excessive bitewing exposure: results of a survey regarding radiographic equipment in New York. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **87**:513-7.
 9. **Cederberg, R. A., N. L. Frederiksen, B. W. Benson, and T. W. Sokolowski.** 1997. Effect of the geometry of the intraoral position-indicating device on effective dose. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **84**:101-9.
 10. **Czajka, J., V. E. Rushton, A. C. Shearer, and K. Horner.** 1996. Sensitometric and image quality performance of "rapid" intraoral film processing techniques. *Br J Radiol* **69**:49-58.
 11. **Dula, K., G. Sanderink, P. F. van der Stelt, R. Mini, and D. Buser.** 1998. Effects of dose reduction on the detectability of standardized radiolucent lesions in digital panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **86**:227-33.
 12. **Farman, A. G., W. C. Scarfe, D. B. Schick, and P. M. Rumack.** 1995. Computed dental radiography: evaluation of a new charge coupled device- based intraoral radiographic system. *Quintessence Int* **26**:399-404.
 13. **Freeman, J. P., and J. W. Brand.** 1994. Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **77**:285-9.
 14. **Geist, J. R., and J. W. Brand.** 2001. Sensitometric comparison of speed group E and F dental radiographic films. *Dentomaxillofac Radiol* **30**:147-52.
 15. **Gijbels, F., C. Bou Serhal, G. Willems, H. Bosmans, G. Sanderink, M. Persoons, and R. Jacobs.** 2001. Diagnostic yield of conventional and digital cephalometric images: a human cadaver study. *Dentomaxillofac Radiol* **30**:101-5.
 16. **Hagemann, K., D. Vollmer, T. Niegel, U. Ehmer, and I. Reuter.** 2000. Prospective study on the reproducibility of cephalometric landmarks on conventional and digital lateral headfilms. *J Orofacial Orthopedics* **61**:91-9.
 17. **Harada, T., K. Nishikawa, H. Shibuya, Y. Hayakawa, and K. Kuroyanagi.** 1995. Sens-A-Ray characteristics with variations in beam quality. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **80**:120-123.
 18. **Hayakawa, Y., H. Fujimori, and K. Kuroyanagi.** 1993. Absorbed doses with intraoral radiography. Function of various technical parameters. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **76**:519-24.
 19. **Helmrot, E., G. A. Carlsson, and O. Eckerdal.** 1994. Effects of contrast equalization on energy imparted to the patient: a comparison of two dental generators and two types of intraoral film. *Dentomaxillofac Radiol* **23**:83-90.
 20. **Hintze, H.** 1993. Radiographic screening examination: frequency, equipment, and film in general dental practice in Denmark. *Scand J Dent Res* **101**:52-6.
 21. **Hirschmann, P. N.** 1995. Guidelines on radiology standards for primary dental care: a resume. Royal College of Radiologists and the National Radiological Protection Board. *Br Dent J* **178**:165-7.
 22. **Horner, K.** 1994. Review article: radiation protection in dental radiology. *Br J Radiol* **67**:1041-9.
 23. **Horner, K., A. C. Shearer, A. Walker, and N. H. F. Wilson.** 1990. Radiovisiography: an initial evaluation. *Br Dent J* **168**:244-248.
 24. **Kapa, S. F., and D. A. Tyndall.** 1989. A clinical comparison of image quality and patient exposure reduction in panoramic radiology with heavy metal filtration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **67**:750-759.
 25. **Kapa, S. F., D. A. Tyndall, and T. E. Ouellette.** 1990. The application of added beam filtration to intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* **19**:67-74.
 26. **Kunzell, A., and C. Benz.** 1997. Noise in digital dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* **26**:261-285.
 27. **Lecomber, A. R., and K. Faulkner.** 1993. Dose reduction in panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* **22**:69-73.
 28. **Lim, K. F., and K. W. Foong.** 1997. Phosphor-stimulated computed cephalometry: reliability of landmark identification. *Br J Orthodont* **24**:301-8.
 29. **Ludlow, J. B., E. Platin, and A. Mol.** 2001. Characteristics of Kodak Insight, an F-speed intraoral film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**:120-9.
 30. **MacDonald-Jankowski, D. S., and C. P. Lawinski.** 1992. The effect of thin K-edge filters on radiation dose in dental radiology. *Br J Radiol* **65**:990-995.
 31. **MacDonald-Jankowski, D. S., and C. P. Lawinski.** 1991. The reduction in radiation dose for intraoral

- radiographs by the use of thin K-edge filters. *Br J Radiol* **64**:524-528.
32. **Mandall, N. A., K. D. O'Brien, and H. V. Worthington.** 1999. Radiation reduction using a modified collimated lateral skull radiograph during orthodontic treatment. *Clin Orthodont Res* **2**:179-85.
 33. **Mauriello, S. M., V. P. Overman, and G. B. Mann.** 1996. Clinical evaluation of a samarium compound filter and E-speed film. *Quintessence Int* **27**:769-73.
 34. **McDavid, W. D., U. Welander, B. K. Pillai, and C. R. Morris.** 1982. The Intrex: a constant potential x-ray unit for periapical dental radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **53**:433-436.
 35. **Molteni, R.** 1992. Visualix, a new system for direct dental X-ray imaging: a preliminary report. *Dentomaxillofac Radiol* **21**:222-223.
 36. **National Radiological Protection Board.** 2001. Guidance notes for dental practitioners on the safe use of x-ray equipment. Department of Health, London.
 37. **Pfeiffer, P., P. Schmager, I. Nergiz, and U. Platzer.** 2000. Effects of different exposure values on diagnostic accuracy of digital images. *Quintessence Int* **31**:257-60.
 38. **Platin, E., A. Janhom, and D. Tyndall.** 1998. A quantitative analysis of dental radiography quality assurance practices among North Carolina dentists. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **86**:115-20.
 39. **Scarfe, W. C., A. G. Farman, J. W. Brand, and M. S. Kelly.** 1997. Tissue radiation dosages using the RVG-S with and without niobium filtration. *Aust Dent J* **42**:335-42.
 40. **Schmidt, K., X. L. Velders, F. C. van Ginkel, and P. F. van der Stelt.** 1998. Het gebruik van een loodkraag bij intraorale rontgenopnamen. *Ned Tijdschr Tandheelkd* **105**:209-212.
 41. **Stenstrom, B., P. Julin, and L. Karlsson.** 1987. Comparison between panoramic radiographic techniques. Part IV: Absorbed doses and energy imparted from the Orthopantomograph model OP10. *Dentomaxillofac Radiol* **16**:11-15.
 42. **Svenson, B., and A. Petersson.** 1995. Questionnaire survey on the use of dental X-ray film and equipment among general practitioners in the Swedish Public Dental Health Service. *Acta Odontol Scand* **53**:230-5.
 43. **Syriopoulos, K., X. L. Velders, G. C. Sanderink, and P. F. van Der Stelt.** 2001. Sensitometric and clinical evaluation of a new F-speed dental X-ray film. *Dentomaxillofac Radiol* **30**:40-4.
 44. **Syriopoulos, K., X. L. Velders, G. C. Sanderink, F. C. van Ginkel, and P. F. van der Stelt.** 1999. Sensitometric evaluation of four dental X-ray films using five processing solutions. *Dentomaxillofac Radiol* **28**:73-9.
 45. **Syriopoulos, K., X. L. Velders, P. F. van der Stelt, F. C. van Ginkel, and K. Tsiklakis.** 1998. Mail survey of dental radiographic techniques and radiation doses in Greece. *Dentomaxillofac Radiol* **27**:321-8.
 46. **Tetradis, S., G. Scaf, A. G. Lurie, and M. L. Freedman.** 1995. Niobium filtration of conventional and highfrequency x-ray generator beams for intraoral radiography. Effects on absorbed doses, image density and contrast, and photon spectra. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **80**:232-41.
 47. **Thunthy, K. H., and R. Weinberg.** 1997. Film-screen systems: sensitometric comparison of Kodak Ektavision system to Kodak T-Mat/RA system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **83**:288-92.
 48. **Thunthy, K. H., and R. Weinberg.** 1995. Sensitometric comparison of Kodak EKTASPEED Plus, Ektaspeed, and Ultra-speed Dental Films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **79**:114-6.
 49. **Tsiklakis, K., C. Donta-Bakoyanni, M. Tassopoulou, and V. Kamenopoulou.** 2000. Absorbed radiation dose during lateral cephalometric radiography: comparison of screen-film systems and field-size combinations. *J Clin Pediat Dent* **24**:117-21.
 50. **Visser, H., T. Rodig, and K. P. Hermann.** 2001. Dose reduction by direct-digital cephalometric radiography. *Angle Orthodontist* **71**:159-63.
 51. **Wakoh, M., A. G. Farman, H. Kitagawa, K. Nishikawa, and K. Kuroyanagi.** 1998. A sensitometric comparison of Kodak Ektavision and Fuji Super HR-S panoramic radiographic films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **86**:249-53.
 52. **Wakoh, M., A. G. Farman, W. C. Scarfe, M. S. Kelly, and K. Kuroyanagi.** 1995. Perceptibility of defects in an aluminum test object: a comparison of the RVG-S and first generation VIXA systems with and without added niobium filtration. *Dentomaxillofac Radiol* **24**:211-4.
 53. **Wakoh, M., K. Nishikawa, N. Kobayashi, A. G. Farman, and K. Kuroyanagi.** 2001. Sensitometric properties of Agfa Dentus OrthoLux, Agfa Dentus ST8G, and Kodak Ektavision panoramic radiographic film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**:244-51.
 54. **White, S. C., and B. M. Gratt.** 1991. Evaluation of Niobi-X filtration in intraoral radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **72**:746-755.
 55. **White, S. C., E. W. Heslop, L. G. Hollender, K. M. Mosier, A. Ruprecht, M. K. ShROUT, and American Academy of Oral Maxillofacial Radiology ad hoc Committee on Parameters of Care.** 2001. Parameters of radiologic care. An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **91**:498-511.
 56. **White, S. C., and D. C. Yoon.** 2000. Comparison of sensitometric and diagnostic performance of two films. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ)* **21**:530-2, 534, 536 passim.

5. 質的基準と質的保証

この章の目的は放射線防護における質的保証の重要な役割を示すことである。

目的は以下の項目について記述することである。

- ・ 質的保証プログラムの概念
- ・ 質的基準と質的目標
- ・ 患者線量に対する診断参考レベル
- ・ X線装置の保守と試験
- ・ 撮像受像体と画像処理の質的管理
- ・ 歯科X線撮影における一般の問題

歯科放射線における質的保証（QA）の目的は常に十分な診断情報を保証し、一方で放射線線量を合理的に達成できる限り低く制御することである。

5.1 質的保証プログラム

良く設計されたQAプログラムは包括的で、しかも歯科医師や職員が操作や維持するのに廉価であるべきである。

QAは以下の項目に取り組むべきである。

- ・ 画質評価
- ・ 撮影技術業務
- ・ 患者線量とX線装置
- ・ 暗室、フィルム、カセット及び写真処理

QAプログラムは規則的な計画表に従って遂行される調査やチェックが可能であるようにすべきである。このプログラムの記述された日誌がそのプログラムに従っていることを保証していることと、職員にその重要性を示すために職員によって保持されるべきである。特定の人物がQAプログラムのリーダーとして指名されるべきである。

勧告 5A

放射線医学QAプログラムは歯科施設の所有者によって履行されるべきである。



5.2 画質評価

受け入れ可能な品質のX線写真を常に確保することは、明らかに患者、及び歯科医師にとっても、有益である。しかし、画質は一次歯科医療においてしばしば理想には及ばないことを示す十分な研究証拠（表5.1と 5.2参照）がある(33, 42, 56, 66)。

表 5.1 一般歯科診療で実施された口内法X線撮影の失敗フィルム頻度
文献は括弧内に引用

評価写真の種類 (出版文献で評価 されたフィルム 総数)	不合格フィルム数 (%値及び入手可能 な場合の範囲)	失敗フィルム (%頻度及び出版文献から入手できる場合にはその範囲)							
		根尖欠損	根尖不明瞭	垂直角度不 良	水平角度不良	フィルム曲げ	コーンカット	位置付け不 良	濃度及び コントラスト 不足
咬翼法写真 (696)	45.2%(33)	対象外	対象外	1.8%(56) — 4.3%(55)	2.0%(41) — 8.0%(56)	1.8%(56)	1.4%(33) — 41.3%(55)	2.0%(41) — 54.3%(55)	3.0%(41) — 54.3%(55)
根尖投影写真 (6849)	9.5%(35) — 56.4%(41)	12.1%(33) — 59.9%(35)	2.6%(26) — 13.3%(50)	5.7%(56) — 43.2%(55)	3.3%(33) — 16.6%(56)	1.9%(55) — 13.3%(50)	0.9%(50) — 35.1%(55)	6.1%(50) — 23%(26,41)	10.3%(33) — 32%(35)

表 5.2 一般歯科診療で撮影されたパノラマX線写真の失敗フィルム頻度
文献は括弧内に引用

研究発表 出版文献で評価さ れたフィルム総数	不合格フィルム 数及び出版文献 からの失敗 (%) 範囲	失敗フィルム (%頻度及び出版文献から入手できる場合にはその範囲)							
		前後位置付け不 良	濃度及びコン トラスト不良	矢状平面不正	咬合平面不良	倒れた患者位 置付け	増感紙アーチ フアクト	フィルムかぶり	異物/障子影 フィルム/増感紙 密着不良
2641	18.2% ⁽³⁰⁾ — 33.0% ⁽⁵²⁾	54.1% ⁽⁵²⁾	13.0% ⁽²⁵⁾ — 40.2% ⁽⁵²⁾	24.0% ⁽⁵²⁾	21.9% ⁽⁵²⁾	9.0% ⁽⁵²⁾	5.2% ⁽⁵²⁾	3.8% ⁽⁵²⁾ — 7% ⁽²⁵⁾	3.5% ⁽⁵²⁾ 1.5% ^(25, 52)

5.9節では歯科X線撮影で起こる可能性のある一般的な問題点のいくつかを示す。画質は規則正しく監視されることが必須である。このことは2つの方法で行うべきである。第1に、歯科医師はチェアーサイドで、できあがったX線写真を注意深く審査することである。良質の参照画像を比較のために常に用意しておくことで画質の評価は容易になる。第2に、歯科医師と職員による画質の審査を定期的に行うことである。臨床的な審査では、明確に規定された「質的基準」によって評価することが求められる。

画質は単純に“優秀（失敗無し）”、“合格（失敗はあるが画像の読影には影響しない）”及び“不合格（失敗により読影に不適切なX線写真）”として評価できる。しかし、単純にそれぞれの範疇のX線写真の比率を日誌に付けるだけでは画質の向上には役立たないであろう。重要な段階は不合格の画質であると等級を付けた理由を記録することである。表5.3–5.6の「質的基準」は理想的な画質とその写真を比較する方法である。EUR 16260 (7)で述べられているものと似た他の基準も既に開発されているであろう。頻繁に繰り返される失敗を審査によって明らかにし、それによって診療業務に必須の変更を指摘できるかもしれない。

5.2.1 X線写真の画質に対する目標

フィルムの画質に対する基準を用いて、臨床歯科医は“不良フィルム分析”を実施できる。不良フィルムの評価によって、歯科医師は不良画質の原因を同定することができる。

不合格フィルムとは、フィルム画質が合格の「質的基準」から有意に逸脱したもので、それによって診断を危うくしたり、また妨げたり、極端な場合には、フィルムが撮影された目的を無くしてしまう。

“不合格X線写真”に許容レベルはあり得ない。しかし、英国ではエビデンスに基づくレベルではないが、“10%以下”の不合格フィルムが一次歯科医療での到達可能な審査基準として推奨されている。これは到達可能な目標で、なぜならば病院の部門での不合格フィルム率はこれよりもっと低くすることができるからである(47)。明らかに、一次歯科医療では不合格フィルムのレベルに臨床歯科医間で大きなばらつきがあるように、もっと現実的な到達可能な基準はそれぞれの歯科医師にとって次の審査活動ごとに不合格フィルムの50%低減を達成することであろう(46)。

勧告 5B

最低限の目標として、不合格画質のX線写真は10%以下であるべきである。X線写真不合格率を次の審査毎に50%低減することを目的にすべきである。



表 5.3 咬翼法 X線写真の質的基準

<p>A: 最適の幾何学的条件で撮影されていること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 歯の画像が曲がっていない。 ・ 歯の短縮や伸長がない。 ・ 水平的な重なりがないのが理想.もし重なりがある場合には、エナメル質の半分以上の厚さを覆うべきではない。これは解剖学的な因子（例えば叢生、歯列弓の形）によっては避けられないかもしれないが、その場合には更なる咬翼法または根尖投影法写真が必要である。
<p>B: 解剖構造の範囲を正しく撮影していること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 犬歯の遠心面から最後方の萌出歯近心面まで撮影されている。 ・ 歯槽骨の高さをみることができ、上顎/下顎で同じように撮像されていて、理想的な中心線束投影を確認できる。
<p>C: 良好な濃度とコントラスト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 良好な濃度と、エナメル質と象牙質の間に適切なコントラストがある。
<p>D: 十分なフィルム数</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第3大臼歯が萌出または部分萌出、また埋伏しており、他のすべての歯がある場合には、歯群を評価するのに片側それぞれに2枚のフィルムが必要かもしれない。 ・ 歯列弓の極端な湾曲は必要なフィルム枚数に影響するかもしれない。
<p>E: 適切な写真処理と暗室技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フィルムの圧痕、乳剤の引っかき傷の無いこと。 ・ ローラーの痕（自動現像機のみ）。 ・ かぶりの無いこと。 ・ 薬液のすじ/汚れ/汚染の無いこと。 ・ 不十分な定着/水洗のあとの無いこと。
<p>F: その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ もし患者が臨床的に6 mm以上の歯槽骨の消失を示すときには、垂直に位置づけられたフィルム（短い方を口腔底に平行に位置づけて）2枚が歯周組織の骨の撮像に必要である。 ・ 以前の X線写真をみることによって垂直方向の咬翼法の必要性が明らかになる。

表 5.4 根尖投影法の質的基準

<p>A: 最適の幾何学的条件で撮影されていること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 歯の画像が曲がっていない。 ・ 歯の短縮や伸長がない。 ・ 水平的な重なりがないのが理想。もし重なりがある場合には、歯髄および根管が不明瞭であってはならない。
<p>B: 解剖構造の範囲を正しく撮影していること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フィルムは対象とするすべての歯（歯冠と歯根）が示されている。 ・ 根尖部の解剖構造を評価するために、根尖部の骨が2-3 mm みえるべきである。
<p>C: 良好な濃度とコントラスト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 良好な濃度と、エナメル質と象牙質の間に適切なコントラストがある。
<p>D: 十分なフィルム数</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 歯内治療では、重なり合った根管を水平角度の異なった2枚のX線写真によって分離する必要があるかもしれない。それには、大臼歯のすべてと上顎第1小臼歯の場合、1枚の“正常”投影フィルムともう1枚の20度斜め水平ビーム角度のものを撮影する。 ・ 下顎の水平埋伏第3大臼歯のあるものの評価には根尖部の撮像に2枚のフィルムを要するかもしれない。それには、1枚の“正常”投影フィルムともう1枚、もっと後方の20度斜め水平角度で撮影する。
<p>E: 十分な写真処理と暗室技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フィルムの圧痕、乳剤の引っかき傷の無いこと。 ・ ローラーの痕（自動現像機のみ）。 ・ フィルムかぶりの無いこと。 ・ 薬液のすじ／汚れ／汚染の無いこと。 ・ 不十分な定着／水洗のあとの無いこと。

表 5.5 パノラマX線撮影の質的基準

<p>A: 適切な患者の準備／指示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 切歯を切端咬合とする ・ 可撤性金属製異物（例えば、イヤリング、眼鏡、義歯）をとる ・ 運動アーチファクトが無い ・ 舌を口蓋に接する ・ 椎骨影を最小とする
<p>B: 患者の位置付け不良の無いこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 前後的位置付け不良の無いこと（垂直的・水平的拡大が均等） ・ 正中矢状平面の位置付け不良の無いこと（左右の拡大が対称的） ・ 咬合平面位置付け不良の無いこと ・ 正しい脊柱の位置付け
<p>C: 解剖構造の範囲を正しく撮影していること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 臨床的適応に基づいた適切な範囲。臨床的に不要な構造を含まないように、（もし可能なら）照射野を限定すべき（例えば、日常的な歯科の利用に対しては歯および歯槽骨に限定）。
<p>D: 良好な濃度とコントラスト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 良好な濃度と、エナメル質と象牙質の間に適切なコントラストがある。
<p>E: カセット／増感紙に問題の無いこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 光漏れの無いこと。 ・ フィルム／増感紙の密着が良いこと。 ・ きれいな増感紙であること。
<p>F: 十分な写真処理と暗室技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フィルムの圧痕、乳剤の引っかき傷の無いこと。 ・ ローラーの痕（自動現像機のみ）。 ・ フィルムかぶりの無いこと。 ・ 薬液のすじ／汚れ／汚染の無いこと。 ・ 不十分な定着／水洗のあとの無いこと。 ・ 名前／日付／左右マーカのすべて判読できること。

表 5.6: 頭部X線規格撮影法の質的基準

<p>A: 適切な患者の準備／指示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フランクフルト平面がフィルムに垂直なこと ・ 矢状平面位置付け不良の無いこと ・ 咬合平面位置付け不良の無いこと ・ 歯が中心咬合（安定で自然な咬頭かん合）であること ・ 口唇の緊張がないこと
<p>B: 患者の位置付け不良の無いこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 前後的位置付け不良の無いこと ・ 中心矢状平面の位置付け不良の無いこと ・ 咬合平面位置付け不良の無いこと ・ 位置付け用具が外耳道との正確に適合していること
<p>C: 解剖構造の範囲を正しく撮影していること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 分析に必要なすべての頭部X線規格写真計測点がみえること。 ・ すべての前方顔面の骨及び軟部組織がみえること。
<p>D: 良好な濃度とコントラスト</p>
<p>E: カセット／増感紙問題の無いこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 光漏れの無いこと。 ・ フィルム／増感紙の密着が良いこと。 ・ きれいな増感紙であること。
<p>F: 十分な写真処理と暗室技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フィルムかぶりの無いこと。 ・ 薬液のすじ／汚れ／汚染の無いこと。 ・ 不十分な定着／水洗のあとの無いこと。 ・ 増感紙損傷／アーチファクトのないこと。 ・ ローラーの痕／圧痕の無いこと。 ・ 名前及び日付が判読できること。

5.3 X線撮影技術の実際

5.3.1 口内法X線撮影

6.9 節では口内法X線撮影でのよくある問題点を示している。検査対象物とフィルムの双方に垂直に平行X線束を投影することによって最良の幾何学的配置が得られる。これは一般的な口内法投影には、以下を使用することによって達成できる：

- ・ 開放端型の“長い”位置指示用具（PID）の備わったX線装置
- ・ 線束指示用具のあるフィルム保持器

X線焦点と皮膚間距離は少なくとも200 mmであるべきである。これは短い距離で使用した旧式のX線装置よりも平行法に近いことを意味する。フィルム保持器は3個の重要な部分からなる。

- ・ バイトブロック
- ・ フィルムを支持する堅い裏張り
- ・ 口腔外の線束指示用具

バイトブロックは歯に対して正しくフィルムを位置付けるの役立つ。堅い裏張りはフィルムの湾曲とそれによる像の歪みの可能性を減じる。線束指示用具により、線束がフィルムに対して直角となるようにできる。

5.3.2 平行法

平行法ではX線フィルムは歯の長軸に平行に位置づけることが要求される。X線の中心線束は撮像する歯に対して直角、つまり垂直、に通過する。

像の拡大とそれに続く像の鮮鋭度の低下を最小にするために、この技術では焦点－被写体距離を増加させる方法を用い、それによって被写体と受像体に、より平行なX線線束を投射する。

5.3.2.1 平行法の利点

平行法の採用は術者と患者双方にとって多くの利益がある。

- ・ 伸長／短縮／歪みが最少となる
- ・ 焦点－皮膚間距離の増加は表面線量を低減させる。
- ・ 焦点－皮膚間距離の増加は半影効果の低減により画質を向上させる。
- ・ フィルム／受像体の湾曲による像の歪み効果が低減する。

フィルム保持・線束指示用具を用いた平行法を使うことで、術者は再現性のある規格化された画像を得ることができる。このことによって、臨床歯科医は病気の時間的進行を知り、治療の成果を正確に評価できる(50)。

勧告 5C

口内法撮影では可能な限り、平行法にて矩形絞りを容易にする線束指示用具をもったフィルム保持器を使用すべきである。



5.3.3 パノラマX線撮影法

一次歯科診療でのパノラマX線撮影の実施では患者の位置付け不良が頻繁に起こることが研究によって示されている(25, 30, 52)。

歯科医師はいかにパノラマ装置が作動するかを理解し、さらに問題をいかに効率的に“処理する”ことができるかが特に重要である。5.9 節ではパノラマ撮影における位置決めと技術でよくある誤りのいくつかを示す。装置に患者位置決め補助機能があり、光ビームを使用している場合には技術は容易となる。

勧告 5D

パノラマX線撮影では、利用できるすべての位置付け補助用具を正しく使用し、使用者に適切な訓練を行うことによって、位置付けを正確に行なえるようになる。新しい装置を購入する時には光ビームの位置付け補助用具が付いていることを確かめることが重要である。



5.3.4 頭部X線規格撮影法

頭部X線規格撮影の目的にとって画像の再現性があるということは本質的なことである。このためには、固定したX線源／患者／受像体の関係が要求される。頭の位置を固定するためのセファロスタット無しに頭部X線規格撮影を行うことは許されない。一次歯科診療に従事するほとんどの歯科医師は一体化したパノラマ／頭部X線撮影システムを用いるであろう。しかし、あるものは歯科用X線装置を線源として使用するかもしれない。頭部X線規格撮影で求められる患者とX線源との大きな距離は、改良されていない歯科用X線装置を用いると、受け入れられない程の大きな照射野と過剰な放射線線量になることを意味している。従って、歯科用X線装置は正しい絞りと配置を確保するために医学物理の専門家による直接的な関与によって適切に改修しなければならない。

勧告 5E

頭部X線撮影法ではセファロスタットと固定した線源／患者／受像体関係を用いるべきである。



頭部X線規格撮影では軟部組織のプロフィールの可視化が必要である。このことは患者の前方ないしカセットの前方に適切な楔状フィルターを使用するか（線量低減の観点からは患者の前方が好ましい）、またはフィルムカセット内で増感勾配のある増感紙を使用するかによって可能である。

5.4 患者線量とX線装置－診断参考レベル

QAプログラムの目的は線量を合理的に達成できる限り低く保つことを確保することである。したがって、患者線量が規則正しい基準に従ってモニターされることを確保する必要がある。診断参考レベル（DRLs）はこの最適化過程の一部としての調査レベルとして使用できる医療診断被曝に対する患者線量レベルである。国際放射線防護委員会(ICRP)は最初に診断参考レベルという用語を1996年に導入し(13)、そして更に助言を提出してきた(15)。DRLsの要求は欧州医療放射線被曝に関する指令(3)の中に含まれていて、更にECはDRLsの設定に関するガイダンスを作成した(5)。

本質的に、DRLsの目的は施設にとって簡単に測定できる患者線量の参考レベルを提供し、その施設の平均線量を比較できるようにすることである。DRLsは個々の患者の、個々の被曝に適応するためのものではない(5)。それらは、例えば、欧州、国、地域、地方レベルの一定範囲レベルで設定できる。その意図は最新の正常な放射線診断業務で受け入れられる上限を示すことである。DRLsの使用は“その状況が最適なものからかなりかけ離れ、訂正行動が最も緊急に必要とされるような場合に、それを同定する単純な手段”である(61)。

関連するDRLよりも平均線量が小さいということは、特定施設の患者線量が他の施設と合理的に一致するという、ある種の確認を与えることになる。それは必ずしも線量が最適であることを示していない。しかし、DRLを常に超えるような線量は患者線量がALARA原則と一致していないこと、また線量低減のための行動をとるべきであることを確実に示すであろう。

DRLsの概念は総合病院の放射線診療では現在確立している。もっとも、一般的なDRLの設定方法は多くの施設での現場の測定値の第3四分位数を基にすることである(5, 21, 62)。結果的に、DRLsは広い範囲の施設での現行の診療に基づくもので、高いレベルの装置や専門技術を持った選ばれた施設からの結果に基づくものではない。歯科撮影に関する欧州全体のDRLsはまだ公布されていないが、ある欧州の国では国の歯科DRLs（または相当するもの）が確立している(22, 36, 45)。

5.4.1 口内法X線撮影

5.4.1.1 線量

口内法X線撮影における患者線量の調査の過半数はスパーサーコーンの先端における空気中または組織の線量を測定したもので（一般に入射部位表面線量（ESD）といわれるもので、頭部内からの後方散乱が常に含まれているわけではないのでしばしば過小に評価されている）。これは比較的単純な尺度で、医学物理専門家（MPE）によって容易に実施される。MPEはある種の電子的な線量計を用いて測定するために診療所を訪問しても良いし、

あるいは歯科診療職員が曝射できるようにフィルムまたは熱蛍光線量計 (TLD) の小包を郵送することも出来る。ドイツ (36)では最近、深部での線量測定が要求される。これは入射線量よりも実効線量の良い指標ではあるが、このことは低いkVの装置によって引きおこされる皮膚線量に有意な相違を拾わないであろう。

5.4.1.2 欧州のデータ

欧州と北アメリカのデータについて、線量調査のまとめと最新の各国のDRLを表 5.7に示す。診療所によって線量に広ばらつきがあることが明らかで、多くの調査によれば個々の診療で20 mGy以上のESDを記録している。結果の分布は、高線量域でいくつかの例外があるように歪む傾向がある(31, 37, 45)。

最近の調査では平均値はもっと低く、これは恐らくDからE感度フィルムへの変更と60-70kVのX線装置を使用するようになったことを反映していると思われる。

5.4.1.3 示唆される値

患者の口内法線量調査の過半数は平均的な成人の条件で、空気中で測定されたコーン先端線量に関するものである。不幸にも様々な投影法が選択されている。英国のデータは欧州での実際の診療についての最も総合的な調査で、勧告されたDRLはこれに基づいている。この段階では英国で最近、推奨されている低い値は示唆されていない、何故ならば欧州内部で有意な診療のばらつきがあることが明らかで、例えばオランダ、ギリシャ、ポルトガルの調査は多くのX線装置を含むもので、これらの国々の中ではより高いレベルを示している。

勧告 5F

医療放射線被曝に関する指令では診断参考レベル (DRLs) の確立が要求されている。作業部会は標準的な上顎大臼歯投影に対してスパーサーコーン先端で測定された空气中吸収線量4 mGyのDRLを勧告する。



5.4.2 デジタル装置

口内法のデジタル検出器はフィルムと比べて一般により低い線量で最適に操作できる(4.4.3.節を参照)。フィルムを用いた診療の調査から得られたDRLsはデジタルX線撮影で達成されるよりも高いであろう。デジタルセンサーを用いた個々の診療での線量を、欧州や各国のDRLsと比べる場合には、フィルムとデジタルセンサーの間の予想される違いに留意しておくべきである。

デジタル検出器、特に蛍光プレートシステムは非常に大きい寛容度を持つ。必要以上の高線量を操作者は黒い写真によって注意されること無しに、使うかもしれない(29)。このような理由から、デジタル検出器の使用者はそれが最適に使用されていることを引き続いて保証するように線量レベルをモニターすることが特に重要である。

表 5.7: 口内法撮影の線量調査の要約とDRLs

国／出版日付	調査結果	提唱された／設定 DRLs または調査レベル	文献
アメリカ合衆国 原案		空中ESD 咬翼法： ・ 70 kVp、E感度：2.30 mGy ・ 70 kVp、D感度：3.50 mGy	(21)
英国 原案	英国 1999 を参照	コーン先端の線量 下顎大臼歯： ・ 2.1 mGy	(12)
ルクセンブルグ 2001		ESD 上顎大臼歯： ・ 調査レベル >4 mGy ・ 停止レベル >6 mGy	(22)
スペイン 2001	ESD (全ての投影法の平均)： ・ 平均 2.89 mGy ・ 第3四分位数 3.37 mGy	ESD： ・ 3.5 mGy	(34)
フィンランド 2000	ESD 大臼歯： ・ 平均 3.5 mGy ・ 範囲 0.8–16.4 mGy		(32)
フィンランド 1999		ESD： ・ <7 mGy 全ての口内法撮影 ・ <3.5 mGy E感度フィルムと全てのデジタル撮影	(24)
英国 1999	コーン先端の線量 下顎大臼歯： ・ 平均 3.3 mGy ・ 範囲 0.14–45.7 mGy ・ 第3四分位数 3.9 mGy 60–70 kVとE感度フィルムを用いるグループについて： ・ 第3四分位数 2.1 mGy	コーン先端の線量 下顎大臼歯： ・ 4 mGy	(45)
ギリシャ 1998	ESD (平均照射時間)： ・ 71%<5 mGy ・ 10%>10 mGy		(65)
ギリシャ 1998	ESD 根尖投影： ・ 平均 6.9 mGy ・ 範囲 0.6–37 mGy D感度： ・ 平均：8.7 mGy E感度： ・ 平均：5.8 mGy		(57)
ルクセンブルグ 1997	コーン先端の線量 上顎大臼歯： ・ 平均 3.2 mGy ・ 第3四分位数 3.8 mGy		(36)
IAEA 1996		ESD 根尖投影： ・ 7 mGy	(14)
デンマーク 1995	コーン先端の線量 下顎切歯： D感度： ・ 平均 4.9 mGy E感度： ・ 平均 3.2 mGy ・ 第3四分位数 3.5 mGy		(58)

表 5.7

国／出版日付	調査結果	提唱された／設定 DRLs または調査レベル	文献
ポルトガル 1992	コーン先端線量： ・ 臼歯 1.63 mGy ・ 根尖投影 8.03 mGy		(53)
ポルトガル 1992	ESD 下顎大白歯： ・ 平均 9.2 mGy ・ 中央値 6.3 mGy		(31)
ニュージーランド 1990	コーン先端の線量 咬翼法： 平均値： ・ 全てのkV：4.52 mGy、最大 >20 ・ 45-55 kV：7.1 mGy ・ 60-70 kV：4.0 mGy		(64)
フランス 1989	全ての投影： ・ 平均線量の範囲 3.9-13.5 mGy 下顎大白歯： ・ 平均 4.7 mGy		(27)
オランダ 1989	・ 平均 5.8 mGy ・ 範囲 0.7-43.2 mGy		(59)
フィンランド 1988	コーン先端の線量 咬翼法： ・ 平均 6.2 mGy ・ 範囲 0.5-151 mGy		(40)

表 5.8: パノラマ撮影の線量調査の要約とDRLs

国／出版日付	調査結果	提唱された／設定DRLs または調査レベル	文献
スペイン 2001	ESD 後頭部： ・平均 0.53 mGy ・範囲 0.25–0.87 mGy ・第3四分位数 0.66 mGy	ESD 後頭部： ・0.7 mGy	(34)
フィンランド 2000	線量・面積積 (DAP)： ・平均 94 mGy cm ² ・範囲 34–254 mGy cm ²		(32)
英国 1999	線量・幅積 (Dose-width product)： ・平均 57.4 mGy mm ・範囲 1.7–328 mGy mm, 第3四分位数 66.7 mGy mm	線量・幅積 (Dose-width product)： ・65 mGy mm	(45)
英国 2000	線量・面積積 (DAP)： ・平均 11.3 cGy cm ² 線量・幅積 (Dose-width product)： ・範囲 65.2 mGy mm ・第3四分位数 75.8 mGy mm		(63)

表 5.9: 頭部X線規格撮影の線量調査の要約とDRLs

国／出版日付	調査結果	提唱された／設定DRLs または調査レベル	文献
アメリカ合衆国 原案		空中ESD： ・0.25 mGy	(21)
英国 2002	頭蓋 AP/PA： ・平均 2.3mGy ・第3四分位数 2.8 mGy 頭蓋 側面： ・平均 1.2 mGy ・第3四分位数 1.6 mGy	頭蓋 AP/PA： ・3 mGy 頭蓋 側面： ・1.5mGy	(38)
EU 1999		頭蓋 AP/PA： ・5 mGy 頭蓋 側面： ・3 mGy	(7)
ポルトガル 1992	頭蓋 側面： ・7.2 mGy		(53)

5.4.3 パノラマX線撮影法

5.4.3.1 線量

パノラマX線撮影法に対するDRLの確立は口内法フィルム撮影に対するほどよく進歩していない。英国では線量と巾の積の概念を採用している、これは患者無しでフィルムカセットのスリットの位置での最大線量にスリット位置での線束巾を乗じたものである(45)。しかし、方法は良く定義されていなく、異なった測定方法を採用することによって結果に有意な相違が生じている(63)。このことは、細いスリットとスリットにわたって不均等な線量プロフィールをもつより新しいパノラマ装置に対して特にいえることである。それ以外の方法では、線量と線束面積の積を用いる方法が示唆されていて、これは線量・面積積(DAP)計またはTLDスタック(63)で測定するか、または患者の表面線量測定(34)を行う方法である。後者は、表面線量分布が用いるパノラマ装置の型によって大きく変動することからその価値には限界があると考えられ(44)、頭部の深部線量分布の良い代表値とはなりえないであろう。

5.4.3.2 欧州のデータ

パノラマX線撮影に対する線量調査の要約を表5.8.に示す。これはデータの不足と測定方法に一貫性が無いことを示している。作業部会はこの段階ではDRLを勧告することはできないと感じている。

勧告 5G

作業部会はパノラマX線撮影の線量測定方法を確立するために更に研究を行うこと(おそらく線量・面積積(DAP)方法を採用して)および更に実際の現場の測定を実施し、それによって欧州の診断参考レベル(DRL)が採用できるようにすることを勧告する。



5.4.4 頭部X線規格撮影法(遠距離撮影法)

5.4.4.1 線量

ESD測定法(5)によるPA及び側方向の頭蓋X線撮影法に対する欧州のDRLは存在するが、頭部X線規格撮影に対する独自のDRLsはまだ確立していない。頭部X線規格撮影に対する限られた調査データを表5.9.に示す。頭部X線規格撮影では散乱線除去グリッドの無いこと、長いFFDを使用していることを考慮すると、どの入射部位表面線量も頭蓋X線撮影(通常FFD 1 m)に対するよりも低いと思われる。また、コントラストの要求度が異なるため管電圧選択も異なり、それによる相違もありうるだろう。最後に、頭部X線規格撮影では照射野を限定することが通常良い診療と考えられる(4.3.3.節参照)。照射野の限定はESDにはほとんど違いをもたらさないが、DAPの測定は線量の最適化のより良い指標になり、DRL

として好ましいであろう。

勧告 5H

作業部会は標準的な頭部X線規格撮影法に対する欧州の診断参考レベル（DRL）を設定するのを容易にするために、入射部位表面線量（ESD）と線量・面積積（DAP）の両者を用いて欧州内での線量調査を実施することを勧告する。



5.4.5 DRLsの使用

歯科医師は彼らの平均線量が欧州やどの国のDRLと比べてどの程度かに気をつけるべきである。歯科診療所が彼ら自身でこのような評価を行うことができる能力をもつことは期待されないので、医学物理の専門家のサービスを必要とするであろう。これらの評価は定期的に、少なくとも3年毎に、または国の法規の要求に従って行うべきである。

これらの測定は歯科診療に採用されたQAプログラムの一部と考えることができる。制定されたDRLを越えるときは再度、医学物理専門家の助力によって精査されるべきで、またその結果によるいかなる勧告も履行されるべきである。

勧告 5I

歯科医師は彼らの線量を欧州／国の診断参考レベル（DRL）と比較するための審査をおこなう体制をとることを勧告する。



5.5 歯科用X線装置

本章では歯科放射線装置の保守と性能試験について述べる。

歯科用X線装置は、装置の安全に関する（電気的安全、機械的安全、放射線防護（18））規定を網羅した欧州各国に承認された諸々の規格に従って、設計・製造・設置すべきである。これは、「医療機器に関する指令（Medical Devices Directive）」（17）の安全と性能に関する当該の基本的諸要請に合致しなければならない。その指令の適用範囲にある全ての製品は安全管理の基本的要求を満たさなければならない、そのことを示すCEマークが付けられる。このような製品は、各国で付加される国内規制の対象とならない限り、EU域内で自由に販売できる。歯科用X線装置を販売、組み立て、設置する者は、装置の適正な使用法、試験法、保守管理法について適切な情報を提供する事が要求されている。作業部会では、X線装置の提供に関して更なる要求項目が必要である可能性が指摘された。

また、電離放射線の利用に関する「欧州理事会指令（European Council Directives）」（2, 3）は、装置の所有者に対して、装置を操作する職員と診断を受ける患者の両方の安全が最適化されていることを確かめる試験の実施を要求している（1章参照）。最終目標は、職員と患者の被曝が合理的に達成できる限り低く制御することであると保証することである。

5.5.1 保守と性能試験

装置の使用者および患者双方の放射線安全に関する歯科用X線装置の特性が正しく保守されている事が肝要である。これを保証するには、装置が機械的、電氣的に正常に動作する必要がある。規則的な保守作業と関連する試験は、製造者、販売者、認定専門家／医学物理専門家の指示に従って行うべきである。X線装置に加えて、自動現像機も患者線量に直接影響することから、規則的な保守プログラムの対象として最適な動作を保証すべきである。

歯科用X線装置については、以下の検査と試験を行うべきである(2, 3):

- ・職員と一般人の放射線防護の観点からの装置の設置計画に関する試験(2)
- ・受け入れ試験－装置を診療に使用する前に実施する(2, 3)。
- ・定期試験－有効な保守管理手順に従って定期的に行うべきである(2, 3)。

歯科用X線装置の試験を行う具体的な方法とそれに基づく改善措置の判断基準は、EU域内各国の法規と行政指導によって、それぞれ異なる。

通常、認定された専門家や医学物理専門家が試験に参加すべきである。口内法撮影装置に対する欧州の許容基準が確立している。頭部X線規格撮影装置に対しても一般撮影装置に対する欧州の許容基準を適用することが勧告されている(4)。全般的には、試験すべき主要な特性とその許容基準に関する高水準の合意が形成されている（1, 11, 19, 20, 23, 24）。

5.5.2 設置時検査

歯科用X線装置の設置計画は、認定された専門家（または地域の制度に応じた認定機関）によって、装置の使用者と一般人の放射線防護が完備しているかについて、厳しく検査されるべきである（6章参照）。特に、以下の点について評価する必要がある(11)。

- ・場所、6章に纏められた点について、特段の注意を払うこと。
- ・隣接する空間に対する防護
- ・術者の操作位置
- ・X線室の警告機能、適正かどうか。
- ・X線装置の警告機能

- 制御盤上に、電源が投入されている事を示す指示灯を備えるべきである。これは、装置が即座にX線を発生できる状態にあることを示すものである。
- X線照射中の警告灯を備えるべきである。これは、X線が発生していることが、操作者に明確にみえるものであること。これは、X線の照射開始時に点灯し、終了時に消灯すること。
- 照射制御機能
 - 一室に複数のX線装置があるときは、使用を意図する以外の装置が誤って動作したり、部屋の他の場所にいる人が被曝する事故が起き得ないようにすべきである。一ヶ所で複数の管球からX線を発生できる機構であるときは、X線を発生する管球がどれであることを術者に知らせる警告灯を装備することが好ましい。
 - X線装置が放射線防護と安全性において、適切な特性（例えば、照射野の大きさと方向、線束のろ過、タイマー操作）をもつことを確認すること。
 - この他の安全機構（例えばパノラマX線撮影装置の緊急停止スイッチ）を備えること。この中には、誤動作が放射線防護に影響する全ての機械的、電気的機能（例えばパノラマX線撮影装置の回転動作や回転停止、口内法管球容器を支えるアームの平衡保持機能が適切であること）が含まれる。

5.5.3 受け入れ試験

装置を診療に使うに先立ち、受け入れ試験を実施せねばならない(2, 3)。受け入れ試験の基本的項目は設置時検査と同じである。それに加えて、受け入れ試験は適合した性能の因子（例えば管電圧、出力X線、タイマー、それらの精度）内で、装置が適切に動作することを確認し、そしてその装置を使用する限り、定期試験の結果と比較すべき基準データを提供する。

標準的な患者線量を評価する測定も受け入れ試験の項目の一つである。代表的な患者線量を算定して、適切な欧州・国・地域のそれぞれのDRLと比較することが推奨されている(5.4節参照)。

装置の動作試験は、国際(8-10)と国(54)のガイダンスに基づいた一貫した手法、方法で行うべきである。

勧告 5J

すべての新たな設置では設置時検査を受けるべきである。また、使用に先立ち、職員、一般人、患者の放射線防護が最適化されることを確認する詳細な受け入れ試験を受けるべきである。



5.5.4 定期試験

定期試験は計画された期間毎に主要な保守業務に従って行うべきである。理想的には少なくとも3年ごとに行い(11, 20)、必要性によって定期的に高頻度で行われる(1, 19, 23)。

以下のような場合には、毎年の試験を考慮すべきである。

- ・評価された典型的な患者線量がDRLを超えている場合(5.4節参照)
- ・画質が恒常的に劣っている場合(5.2節参照)
- ・QAプログラムの結果が明らかな性能上の弱点を示唆した場合

許容範囲が維持可能であることの十分な信頼が回復されるまで、毎年の検査頻度を継続すべきである。取得したデータは次の試験結果と比較するために、永久保存すべきである。これはQAプログラムの一部である。

定期試験の項目は基本的には受け入れ試験と同じであるが、強調すべき点は異なる。その意図は受け入れ試験の時点で定めた職員と患者の安全に関して、装置が引き続き最適に維持されることを確立することである。従って、装置の設置場所と動作に特に変化が無いことを確認することだけが必要である。試験結果は受け入れ試験時に採取した基準データと比較すべきである。装置が劣化している兆候を見出し、さらに検査をすることが必要であろう。発見された欠陥を是正するように勧告されるべきである。これらは追跡されるべきで、その成果はQAプログラムの記録に残されるべきである。

定期試験にはその誤動作が意図しない放射線照射が生じる機械的・電氣的機構のすべてを含むべきである。保守管理の記録には検出された全ての欠陥とその修繕を、装置の項目毎に記載すべきである。欠陥を修繕する保守作業を行った技術者は、その装置が再び診療に使用されるに先だって、完全な修理報告書を記録すべきである。全ての保守管理記録はその都度更新して、QAプログラムの一環とすべきである。

勧告 5K

すべての歯科用X線装置は術者と患者の放射線防護が特に劣化しないことを保証するために、規則的な定期試験を受けるべきである。



5.5.5 代表的患者線量の評価

定められた期間ごとに、代表的な患者線量を評価する測定を実施すべきである（5.4 節参照）。この測定評価は、定められた DRL を一貫して超える患者線量を低減させるために、効果的な対応をとることが非常に重要である。

5.6 暗室、フィルム、カセット、写真処理

5.6.1 暗室と卓上現像機

定期点検として暗室の遮光が完全であることと安全灯がフィルムのかぶりを起こしていない事を確認すべきである。同様に卓上現像機の遮光試験を行うべきである。これはいわゆる‘コイン’テストで簡単に行える。この定期点検は 12 ヶ月ごとに行うべきであり、また、暗室や現像機を代えた時にも行うべきである。これらの点検結果の記録は、QA プログラムを維持する一助となる。

5.6.2 フィルム

X線写真の画質はフィルムの保管が不適切であると減じる。製造者は QA 基準を規定している。不適切な保管、例えば、保管温度が高い時、保管場所がX線装置に近い時、あるいは不適切なフィルムの取り扱いなどは、すべてアーティファクトの原因となる。使用期限が切れたフィルムは使ってはならない。QA プログラムには、フィルム保管を管理する対策を盛り込むべきである。

5.6.3 カセット

口外法撮影では増感紙を装着したカセットを用いる。カセットが破損すると、光漏れやフィルム／増感紙の密着不良が生じる。QA プログラムの一環としてこれらの障害を生じる不具合を認識し、カセットを点検することが重要である。

良好な画質を維持するためには、増感紙は清浄で傷がない状態に保つ必要がある。‘増感紙アーティファクト’は頻繁にみられる。これを避けるためには、フィルムの出し入れ時以外はカセットを閉じて、増感紙を保護すべきである。増感紙の清掃は、QA プログラムに詳細に記載された標準的方法にしたがって適切な洗浄剤を使って行うべきである。

5.6.4 写真処理

不適切な写真処理によって、必ずや何らかの診断情報が失われる。写真処理薬液や現像機の製造者らはQA基準を定めており、その中には以下の事項が含まれている。

- ・ 処理条件（時間と温度）
- ・ 処理液を交換する頻度
- ・ 自動現像機の清掃方法の指示

QAプログラムでは、これらの基準が確実に守られるように、以下のことを行うべきである。

- ・ 化学的変化を管理し、検証したことを記録する。
- ・ 自動現像機の清掃方法を規定する。

全現像処理過程の性能もまた、監視する必要がある。このための最も簡便な方法の一つは、ステップウェッジのような試験被写体を用いる方法である(49, 51)。この被写体を定期的に、一定の照射条件で撮影する。得られた画像を参照画像と肉眼で見比べれば、写真処理の質の変化を、患者の画像に影響を与える前に検出できる。この検査は、少なくとも処理液を交換したときには毎回、条件が満足いくものかどうかを確認するために、患者のフィルムを現像する前に行うべきである。処理の恒常性を維持するためには、この検査の頻度は 2-3 日に 1 回程度と、その頻度を多くした方がよい。X線装置の出力の変動も、ステップウェッジの写真濃度の変化として明らかになる。そして、写真処理に異常が発見できないときは、X線装置の不具合を疑うべきである。

勧告 5L

暗室と写真処理条件を監視するQA体制は、歯科診療所ごとに設けるべきである。少なくとも、以下の事項を盛り込むべきである。

- ・ フィルムの処理に先だって現像液の温度は確認すべきであり、現像時間は適切に調整すべきである。
- ・ 自動現像機は、適性に清掃され、保守されるべきである。
- ・ 定期点検で示唆される通り、処理液を定期的に交換すること。



5.6.5 デジタルシステムと品質管理

フィルムの位置付けと線束方向の失敗は、従来のフィルムによるX線撮影について検討した内容と同様である（本章当該箇所を参照）。デジタル検出器はとくに半導体検出器の場合、その大きさと柔軟さに欠けるので、位置付けが難しく、このために照射方向を失敗して再撮影となりがちである(28, 43, 60)。

半導体検出器（CCD, CMOS）はプラスチックケースの中に保護されている。これにより、検出器表面は損傷から保護されている。他方、PSP検出器は蛍光面が擦られて、はるかに傷つきやすい。これらはプレートを読み出すと、白い線や点となって観察できる。小さな擦

過痕は、根管充填剤のような不透過像と見誤る可能性がある。損傷したプレートは交換すべきである。

プレートは、使用までの間保護包装内に長期間保存しておくべきではない。宇宙線が蛍光面に到達して電子にエネルギーを与えるからである。これは、画像内の黒点のノイズとして観察される。プレートにX線を照射したら、できるだけ速やかに読み出すべきである。照射後に長時間経つと、とくに室内光にさらされた時、潜像は退行してコントラストは低下しノイズが増加する。

デジタル画像を使うとき、画像を表示するモニタの品質は重要な因子である。モニタの解像度は、観察するデジタル画像の大きさに適応した十分に高いものであるべきである。少なくとも 1024 × 768 画素の解像度が必要であり、それ以上のものが好ましい。読像がさほど困難でない詳細像を拡大して観察する場合、モニタ画面は通常のモニタでは最低 17 インチ、フラットパネルモニタでは 15 インチが必要である。モニタのグレイレベル分解能については、微小コントラストを表示するためには少なくとも 'High Colour' (16 bit) が必要である。最後に、輝度とコントラストを点検調整すべきで、それにより、画像の黒い部分から白い部分までの全グレイ値が適切に表示される。元画像の保護機能を備えて使用すべきである。歯科医師が同僚に患者を紹介する時、デジタル画像を転送する機能（電子的転送またはハードコピー出力装置）を備えるべきである。

5.6.6 X線像の観察と報告

X線画像から最大限の診断情報を獲得するには、理想的な観察環境が不可欠である。このために必要な物は、強い室内光から充分離れた場所に置いた歯科用シャウカステン、フィルム周囲の余分な光を遮るマスク、そして拡大率2倍の拡大機能である。マスキングと拡大鏡が備わったシャウカステンが市販されている。専用の観察環境によって、読影と診断上の利益がかなり改善するという研究結果 (48)がある。照明器具の性能水準と動作状態を設定し、その状態を観察すべきである(16, 39)。シャウカステンの光量をチェックするのは、歯科診療の範囲を超えているかもしれないが、シャウカステン表面の日常的清掃を質的保証プログラムに盛り込むべきである。

すべてのX線写真は歯科医師が評価し、エックス線所見は適切に報告されるべきである。この報告も監査を受けるものとなる。

5.7 訓練

歯科放射線診療に従事する全ての職員は、その役割に応じた訓練を受けるべきである。役割は次の様に分類できる。

- ・所有者 (The Holder) : 設置した装置に関して、法規に基づく法的責任を負う者

- ・ 施行者 (The Practitioner) : 国の規定に従って個々の医療被曝について責任を負うべき歯科医師 (または他の保健専門家)
- ・ 処方者 (The Prescriber) : 国の規定に従って施行者に患者への医療照射を依頼する役割を果たす歯科医師 (または保健職員)
- ・ 医学物理専門家 (Medical Physics Expert) : 放射線物理または照射に関わる放射線技術の専門家で、彼らが受けた訓練と業務能力が、免許機関に認定されており、放射線防護に関する業務や助言を行う者
- ・ 操作者 (Operators) : 国の規定に従って医療照射の一部を行う保健の専門家。(例えば施行者の監視下で撮影を行うなどの) 補助的職員もまた、現像やQAなどの業務を行う事ができる。

これらの役割について、すべて同じ水準の訓練は必要ないことは明らかであるが、それぞれに応じた、放射線診療の目的のため、および歯科放射線に適した放射線防護に関連した能力のために適切な理論学習と実習を受けるべきである。

資格認定の後にも、教育訓練の継続が必要である。特に新技術については、例えば、歯科医師が新しい形式の装置を購入したときやデジタルX線装置に変更したときには、こうした特別な訓練が求められる。

5.7.1 作業手順

放射線診療に従事する全ての職員は、指令 97/43 Euratom of June 1997 (3, 6)に詳細に記載されている、特別な手順にしたがって務めなければならない。

勧告 5M

X線撮影に関係する全ての人は、放射線診療の目的のため、および放射線防護に関連した能力のために適切な理論的および実践的訓練を受けるべきである。資格認定の後も、継続的な教育と訓練が必要である。特に、新しい機器を導入した時は、教育訓練が必要である。



5.8 質的保証の監査

QAプログラムの夫々の作業は、責任のある者 (歯科医師、歯科助手 dental assistant) に様々な間隔で記録を要求している。QAプログラム全体に責任あるものは12ヶ月を越えない期間毎にプログラム全体をチェックするべきである。これはプログラムが効果的に履行されることを示すために必須なことである。

勧告 5N

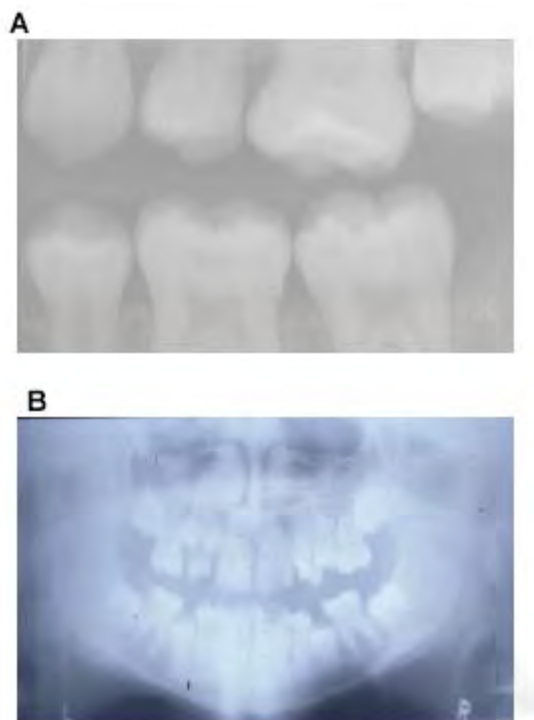
QAプログラムの責任者は、12ヶ月を超えない期間毎にプログラムの監査をすべきである。



5.9 主なX線撮影上の問題

5.9.1 写真全般

5.9.1.1. 低濃度・低コントラスト



原因：現像不足：現像液の温度が低すぎる、現像時間が短かすぎる、現像液の希釈しすぎ、または疲労している場合(A)。X線の照射量不足(B)。

影響：微小な詳細像の観察が困難になり、う蝕を見落とし易くなる。

5.9.1.2. 高濃度



原因：現像過多：現像液の温度が高過ぎる、現像時間が長過ぎる、現像液が濃すぎる、またはX線の照射量過多。

影響：微小な詳細像の観察が困難になり、う蝕を見落とし易くなる。

5.9.1.3. かぶり



原因：フィルムが古い、フィルムの保存状態が悪い、暗室の光漏れまたは安全光の不具合、現像温度が高過ぎる、定着不足（ぼんやりとした乳白色の表面）。

影響：微小な詳細像の観察が困難になり、う蝕を見落とし易くなる。

5.9.2 口内法写真

5.9.2.1 フィルムの位置



原因：フィルムを挿入する位置が最初から不適切であったか、もしくは挿入後、X線照射までの間に動いた。

影響：観察すべき画像の部分が失われる。この例では、根尖及びその周囲が欠けている。

5.9.2.2 X線束の位置



原因：フィルムに対するX線束位置が不適切。

影響：フィルムの一部が照射されず（白い部分）、照射野の辺縁がみえる（‘コーンカット’）。

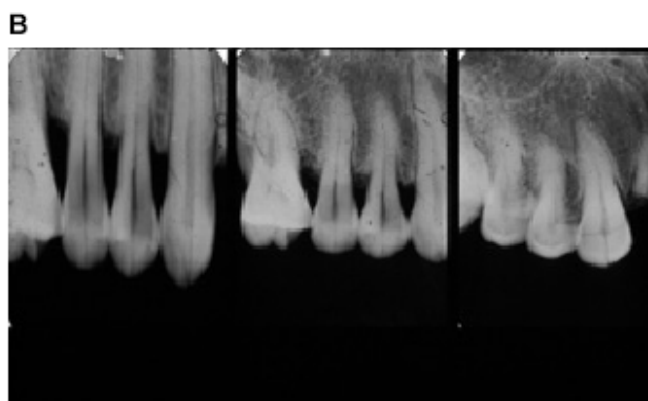
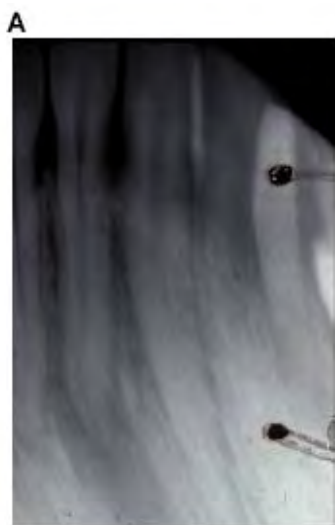
5.9.2.3. 重なり



原因：X線束方向（角度）が不適切。

影響：隣接歯の歯冠と歯根が重なっている。

5.9.2.4. 歪み



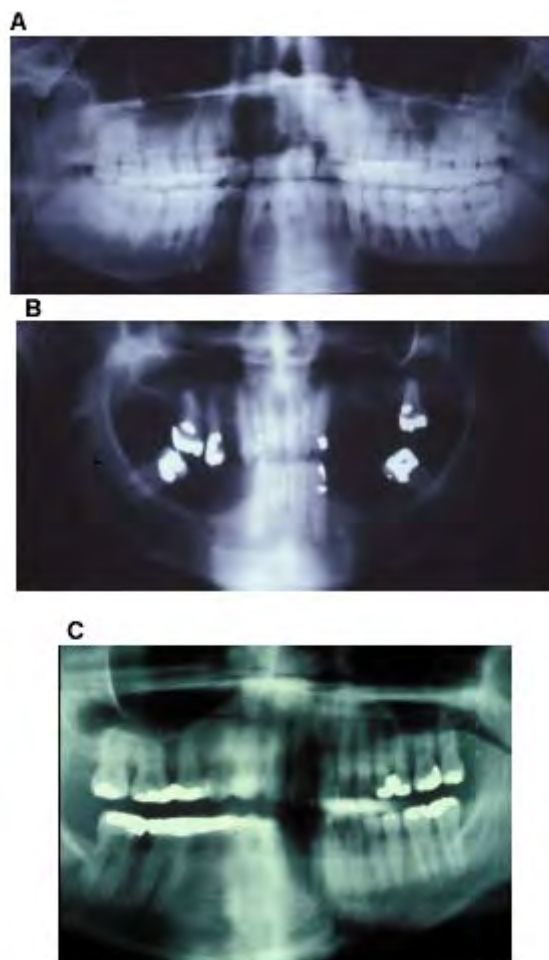
原因：フィルムが湾曲していたか、もしくはX線束の垂直方向の角度が不適切

影響：フィルムが湾曲する（完全に平面でなく）と、画像の辺縁部が歪んで‘伸びる’(A)。

X線束の垂直方向の角度が不適切なときは、画像が伸びたり縮んだりする(B)。

5.9.3 パノラマ写真

5.9.3.1. 位置決め失敗



原因：X線装置の断層域に対する患者位置が不適切。この失敗のほとんどはX線装置の位置決め器具を適切に使わなかったときに起きる。

影響：位置によって異なる。患者の位置が断層域よりも後方に来る（装置の後に寄り過ぎる）と前歯が横方向に拡大する(A)。患者の位置が断層域よりも前方に来る（装置の前に寄り過ぎる）と前歯は細く写る(B)。位置がねじれていると、左右の大きさが非対称になる(C)。

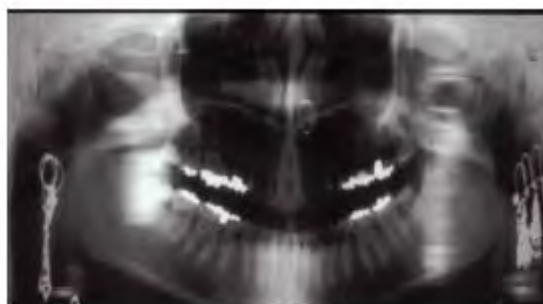
5.9.3.2. 動き



原因：X線照射中に患者が動いた。

影響：下顎の輪郭が異常となる。歯が局所的に細くなったり太くなったりする。縦方向に、高濃度または低濃度の帯が写る。

5.9.3.3. 障害陰影



原因：金属体が残っているとき。特に、耳飾りや耳周辺のもの（ヘアピン、補聴器）が重要である。

影響：臼歯部に不透過像が重なる。

5.10 文献

1. 1996. Code of practice for radiological protection in dentistry. Radiological Protection Institute of Ireland.
2. 1996. Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation.
3. Council Directive 97/43/Euratom on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure 1997. Official Journal of the European Communities **No L 180/22**.
4. Criteria for acceptability of radiological (including radiotherapy) and nuclear medicine installations. EU Radiation Protection 91.
5. 1999. EU Guidance on Diagnostic Reference Levels (DRLs) for Medical Exposures. Radiation Protection **109**.
6. 2000. EU Guidelines on Education and Training in Radiation Protection for Medical Exposures. Radiation Protection **116**.
7. 1996. European Guidelines on Quality criteria for diagnostic radiographic images EN,. European commission EUR 16261.
8. 1999. Evaluation and routine testing in medical imaging departments Part 2-7 Constancy tests - equipment for intraoral dental radiography excluding dental panoramic equipment IEC 61223-2-7.
9. 1999. Evaluation and routine testing in medical imaging departments Part 2-11 Constancy tests - equipment for general direct radiography. IEC 61223-2-11.
10. 2000. Evaluation and routine testing in medical imaging departments Part 3-4: acceptance tests - imaging

- performance of dental x-ray equipment. IEC 61223-3-4.
11. 2001. Guidance Notes for Dental Practitioners on the Safe Use of X-Ray Equipment. National Radiological Protection Board.
 12. 2002. Guidance on the Establishment and Use of Diagnostic Reference Levels for Medical X-ray Examinations. IPEM/BIR/CoR/NRPB/RCR joint working party 2002 draft.
 13. 1996. ICRP 73 Radiological Protection and Safety in Medicine, vol. Volume 26.
 14. 1996. International basic safety standards for protection against ionising radiation and for the safety of sources. Safety Series 115 IAEA.
 15. 2001. International Commission on Radiological Protection. ICRP Supporting Guidance 2, Radiation and your Patient: A Guide for Medical Practitioners Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. *Annals of the ICRP* **31/4**:12.
 16. 1988. Measurement of the variation in intensity in one illuminator or a bank of illuminators. In : Assurance of quality in the diagnostic X-ray department. Part M1.3(m). British Institute of Radiology.
 17. 1992. Medical Devices Directive 93/42/EEC. Opinion on the proposal for a Council directive concerning medical devices. *Official Journal of the European Communities* **5**.
 18. 1994. Medical electrical equipment Part 1. general requirements for safety, 3 Collateral standard: general requirements for radiation protection in diagnostic x-ray equipment EN 60601-1-3.
 19. 2000. Radiation protection in dentistry recommended safety procedures for the use of dental x-ray equipment safety code 30. Environmental Health Directorate, Canada.
 20. 1997. Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic x-ray imaging systems. IPEM Report 77.
 21. 2002. Reference values for diagnostic radiology: application and impact draft. AAPM.
 22. 2001. Reglement grand-ducal du 16 mars 2001 relatif a la protection sanitaire des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants lors d'expositions a des fins medicales. *Journal Officiel du Grand-duche de Luxembourg*, Recueil de Legislation 6 juin 2001, Luxembourg.
 23. 2000. Regulations on x-ray diagnostics, Statens stralskyddsinstitut SSI FS 2000:2. The Swedish Radiation Protection Institute.
 24. 1999. Use and regulatory control of dental x-ray installations ST3.1. Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland.
 25. **Akesson, L., J. Hakansson, M. Rohlin, and B. Zoger.** 1991. An evaluation of image quality for the assessment of the marginal bone level in panoramic radiography. *Swed Dent J, Suppl.* **78**: 101-129.
 26. **Beideman, R. W., O. N. Johnson, and R. W. Alcox.** 1976. A study to develop a rating system and evaluate dental radiographs submitted to a third party carrier. 1976. *J Am Dent Assoc* **93**:1010-13.
 27. **Benedittini, M., Maccia, C., Lefaire, & Fagnani, C.** 1989. Doses to patients from dental radiology in France 1989. *Health Physics* **56**:903-910.
 28. **Berkhout, W. E., G. C. Sanderink, and P. F. Van der Stelt.** 2002. A comparison of digital and film radiography in Dutch dental practices assessed by questionnaire. *Dentomaxillofac Radiol* **31**:93-99.
 29. **Berkhout, W. E. R., D. A. Beuger, G. C. H. Sanderink, and P. F. van der Stelt.** 2002. The dynamic range of digital radiographic systems -dose reduction or risk of over exposure? *Dentomaxillofacial Radiology* Submitted.
 30. **Brezden, N. A., and S. L. Brooks.** 1987. Evaluation of panoramic dental radiographs taken in private practice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* **63**:617-21.
 31. **Carvalho, A. e. a.** 1992. Dental Radiographic Exposures in Portugal. *Radiat Protect Dosim* **43**:61-64.
 32. **Ed: Rantanen, E.** 1999. Radiation Practices Annual report STUK-B-STO42 2000. Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland.
 33. **Eliasson, S., S. Lavstedt, F. Wouters, and L. Ostlin.** 1990. Quality of intraoral radiographs sent by private dental practitioners for therapy evaluation by the Social Insurance Office. *Swed Dent J* **14**:81-89.
 34. **Gonzalez, L., E. Vano, and R. Fernandez.** 2001. Reference doses in dental radiodiagnostic facilities. *British Journal of Radiology* **74**:153-6.
 35. **Gröndahl, H.-G., L. Hollender, and O. Osvald.** 1974. Röntgendiagnostik i tandläkarpraxis. En studie av bildkvalitet och -kvantitet vid yrkesskadefall. *Sverig Tandl-Förd Tidn* **66**:103-106.
 36. **Harpes, N.** 2002. Personal Communication to A. Walker.
 37. **Harpes, N. B., C Gilson, N.** 1997. Resultes des controles des appareils radiologiques de medecine dentaire. Direction de la Sante, Luxembourg.
 38. **Hart, D, M. C. Hillier, B. F. Wall, P. C. Shrimpton, and D. Bungay.** 1996. Doses to patients from medical x-ray examinations in the UK (Review 1995), vol. R289. NRPB.
 39. **Hartmann, E., and F. E. Stieve.** 1989. Quality control of radiographic illuminators and associated viewing equipment. In: Technical and physical parameters for quality assurance in medical diagnostic radiology pp1 BIR 18. British Institute of Radiology.
 40. **Havukainen, R.** 1988. Survey of dental radiographic equipment and radiation doses in Finland. *Acta Radiologica* **29**:481-485.
 41. **Helminen, S. E., M. Vehkalahti, J. Wolf, and H. Murtomaa.** 2000. Quality evaluation of young adults' radiographs in Finnish public oral health service. *Journal of Dentistry* **28**:549-55.
 42. **Hewitt, J., P. G. Shuttleworth, P. A. Nelthorpe, and A. P. Hudson (ed.).** 1989. Improving protection standards in dental radiography. 4th International Symposium of the Society for Radiological Protection.

- Radiological Protection -theory and practice. Institute of Physics, Bristol UK.
43. **Koch, S., I. V. Wagner, and W. Schneider.** 2000. Effective and quality-controlled use of digital radiography in dental practice. *International Journal of Computerized Dentistry* **3**:107-18.
 44. **Lecomber, A. R., and K. Faulkner.** 1998. Dose and risk in Dental Radiography: . Radiation Protection Dosimetry **80:Reference Doses and Quality in Medical Imaging: What the referring practitioner and directing medical staff should know.**
 45. **Napier, I. D. D. i. A.** 1999. Reference doses for dental radiography. *British Dental Journal* **186**:392-6.
 46. **National Radiological Protection Board.** 2001. Guidance notes for dental practitioners on the safe use of x-ray equipment. NRPB dental x-ray protection services.
 47. **Nixon, P. P., J. Thorogood, J. Holloway, and N. J. Smith.** 1995. An audit of film reject and repeat rates in a department of dental radiology. *British Journal of Radiology* **68**:1304-7.
 48. **Patel, N., V. E. Rushton, T. MacFarlane, and K. Horner.** 2000. The influence of viewing conditions on radiological diagnosis of periapical inflammation. *Br Dent J* **189**:40-42.
 49. **Ponce, A. Z., and M. L. Ponce.** 1984. The X-ray checker. Basic radiographic quality assurance. *Clin Prevent Dent* **6**:27-29.
 50. **Rushton, V. E., and K. Horner.** 1994. A comparative study of radiographic quality with five periapical techniques in general dental practice. *Dentomaxillofac Radiol* **23**:37-45, 96.
 51. **Rushton, V. E., and K. Horner.** 1994. A laboratory study of 4 quality test devices for monitoring radiographic processing. *J Dent* **22**:213-22.
 52. **Rushton, V. E., K. Horner, and H. M. Worthington.** 1999. The Quality of Panoramic Radiographs in General Dental Practice. *Br Dent J* **186**:630-633.
 53. **Serro, R., Carreiro, J.P. Galvao, J.P. and Reis, R.** 1992. Population dose assessment from radiodignosis in Portugal R Serro et al *Rad Prot Dos* 43(1-4) 65-68. *Rad Prot Dos* **43**:65-68.
 54. **Starritt, H., P. Faulner, K. Wankling, K. Cranley, J. Robertson, and K. Young.** 1991. Quality Assurance in dental radiology 67. IPSM.
 55. **Svenson, B., T. Eriksson, M. Kronstrom, and S. Palmquist.** 1995. Quality of intraoral radiographs used for Prosthodontic treatment by general dentists in the Public Dental Health Service. *Swed Dent J* **19**:47-54.
 56. **Svenson, B., T. Eriksson, M. Kronstrom, and S. Palmqvist.** 1994. Image quality of intraoral radiographs used by general practitioners in prosthodontic treatment planning. *Dento-Maxillo-Facial Radiology* **23**:46-8.
 57. **Syriopoulos, K., X. L. Velders, P. F. van der Stelt, F. C. van Ginkel, and K. Tsiklakis.** 1998. Mail survey of dental radiographic techniques and radiation doses in Greece. *Dento-Maxillo-Facial Radiology* **27**:321-8.
 58. **Teunen, D., A. Wambersie, O. Hjordemaal, A. Costa, B. Bauer, P. Dimitriou, G. O'Reilly, F. Mazzei, M. Paganini Fioratti, C. Back, J. Zoetelief, A. Ferro de Carvalho, E. Vano, and S. Ebdon Jackson.** 1995. Round table on initiatives, achievements and perspectives with regard to the Council Directive of September 1984 laying down basic measures for the radiation protection of persons undergoing medical examination or treatment. *Radiation Protection Dosimetry* **57**:33-71.
 59. **Velders, X. L.** 1989. Patient exposure due to bitewing radiography. 1989. Universiteit Amsterdam,, Amsterdam.
 60. **Versteeg, C. H., G. C. Sanderink, F. C. van Ginkel, and P. F. van der Stelt.** 1998. An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device. *Dento-Maxillo-Facial Radiology* **27**:97-101.
 61. **Wall, B. a. S., P C.** 1998. The Historical Development of reference doses in Diagnostic radiology. *Rad Prot Dosim* **80:Reference Doses and Quality in Medical Imaging: What the referring practitioner and directing medical staff should know" Proceedings of a workshop Luxembourg 23-25 1997.**
 62. **Wall, B. F.** 1998. Diagnostic reference levels,including patient dosimetry, Implementation of the Medical Exposure Directive European Commission:Radiation Protection 102.
 63. **Williams, J. R., and A. Montgomery.** 2000. Measurement of dose in panoramic dental radiology. *British Journal of Radiology* **73**:1002-6.
 64. **Williamson, B. D. P.** 1990. Radiation Doses to patients from dental radiographyin New Zealand. NRL report 1990/6 National Radiation Laboratory Christchurch New Zealand <http://www.nrl.moh.govt.nz/ieindex.html>.
 65. **Yakoumakis, E., C. Tierris, I. Tsalafoutas et al.** 1998. Quality control in dental radiology in Greece. *Radiat. Prot. Dosim.* **80**:89-93.
 66. **Yakoumakis, E. N., C. E. Tierris, E. P. Stefanou, I. G. Phanourakis, and C. C. Proukakis.** 2001. Image quality assessment and radiation doses in intraoral radiography. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology & Endodontics* **91**:362-8.

6. 職員の防護

本章の目的はどのようにして歯科診療にたずさわる職員の放射線防護を以下の項目で達成するか記述することにある：

- ・ 国の該当する法律に従うこと
- ・ 専門家による助言と支援を求めること
- ・ X線を使用する際に明文化された作業手順を有すること
- ・ 施設の適切な設計
- ・ 職員の訓練

6.1 歯科診療全般の責任

6.1.1 自国の法律

欧州指令 European Directive というものがあり (3)、一般には基本安全基準 (Basic Safety Standards 以下 BSS と略す) 指令と呼ばれているが、それは電離放射線を使用した業務を行うにあたって、被雇用者と公衆の構成員の放射線防護に係る全ての事柄を包括している。欧州指令はその要請に適った立法を欧州連合の加盟国に要請している。この指令は 1996 年 5 月に改訂され、2000 年 5 月までに法改正を行うよう要請した。

同一の基本理念が BSS を取り入れる各国の法律には現われるが、その解釈には多様性がある。これらのガイダンスノートは BSS 要請の要約となるであろうし、それらの理念をどのように植え付けたらよいかを要約するであろうが、歯科診療では自国の法律に特別な要請を取り入れることが必須となる。

責任は一般には‘事業主’の側にあり、即ちある業務活動(‘行為’)に対して雇用者は法的責任があり、職員の安全提供の履行を確保し、その業務の結果として公衆の構成員に有意な被曝がないよう確保すべきである。

6.1.2 所轄官庁へのX線装置の使用届け

BSS 指令 (3)の第 3 条は作業目的に対する電離放射線の使用を当該の所轄官庁に届け出るよう要請している。各加盟国は電離放射線の使用を届け出るための手続きや制度を設けているであろうし、いくつかの国では予め許可が必要であろう。診療に供するどんな診断用 X線装置も使用には届け出が必要なようである。

6.1.3 リスクの評価

BSS (3)は、業務に伴うリスクの事前見積もりに基づく職員の防護策、職員の線量を制限するために必要な取り決めの評価、およびそれらの履行を要請している。一般に、雇用者は装置や施設、業務手順に関して、放射線防護の要請を満たしているか評価できるよう確保する責任がある。これを行う最良のものは文書による主要な調査結果を備えた公式なリスク評価である(17)。

6.1.4 認定専門家による助言

要請されている防護策を適切に評価することができるように、またその防護策を履行し、継続的に監視することを確保できるように、責任者たる歯科医師は放射線防護の専門家による助言をしばしば必要とする。BSS は‘認定専門家’の諮問を求めている。認定専門家は国の法律に応じて異なる肩書きで呼ばれる。例えば、英国ではそのような専門家を‘放射線防護相談員’と称し、しばしば医学物理あるいは放射線物理学者である相談員の認定制度がある(17)。ある国の法律に従って適切に認定され、かつ歯科の診断用X線装置の使用をよく理解した‘認定専門家’にその履行を諮問することが重要である。

勧告 6A

歯科医師は、国の法律の要請に従って、適切な医学物理の専門家に諮問し、職員の防護に係わる取り決めを評価し、履行するよう確保すべきである。



6.2 職員の線量レベル

6.2.1 典型的な線量レベル

歯科の診療では、職員の線量を制限する比較的簡単な方策を設定できる。それゆえ、歯科診療に従事する被雇用者は通常、有意な放射線量を受けるべきでない。米国放射線防護委員会 (National Commission for Radiation Protection, NCRP) は歯科の職業人が受ける平均線量は年間 0.2 mSv であると報告している(6)。同様に、英国放射線防護庁 (National Radiological Protection Board, NRPB) は 0.1 mSv 以下の年間平均レベルを見積もっている(7)。

6.2.2 線量限度

BSS (3)は職業人と公衆に対する年線量の上限を規定している。職業人に対して、現行の実効線量限度はどの連続した 5 年間でも 100 mSvであり、どの年にも 50 mSvの最大値を超えてはならない。加盟国はより低い年限度を設定する自由が与えられている。皮膚に対する線量限度は 10 mm²にわたる平均で、年間 500 mSvである。これらの限度は、国際放射線防護委員会 (International Commission of Radiological Protection, ICRP) によるガイダンスに基づいており、実効線量限度は確率的なリスクが容認できる限度であると考えられるレベルに設定されている(5)。皮膚の線量限度は確定的な損傷が起こらないよう保証するために設定されている。

通常の歯科診療では、実効線量は年間 1 mSv を超えるべきでなく、これは公衆に対する年線量限度に相当する (通常はより低くなることを期待されている)。かつまた、手の皮膚の線量は十分線量限度以下になるべきである。しかしながら、過去には患者の口腔内でフィルムを保持する習慣により手指に確定的な損傷の発生が歯科医師で報告されたことがあるが (16, 20, 21)、今はあってはならない。

6.2.3 ALARA の適用

職員の放射線防護で他の全てに優先する原則は、線量は‘合理的に達成できる限り低く’

を確保することである(3, 5)。この原則は ALARA の原則として知られており、全ての放射線防護の根幹である。本質上、ALARA は合理的に履行できるどんな方策にも、放射線防護の最適化を確保すべきことを要請している。合理性の決定には、経済的かつ社会的要因を考慮に入れる。

歯科診療では、以下に詳細を述べるように、比較的簡単な方策で、職員の線量の ALARA を確保することができる。

6.2.4 個人モニタリングの必要性

歯科診療に係わる職員のほとんどが受ける線量を考慮すると、日常的な個人モニタリングの規定は一般には望ましいと考えられるが、必ず必要というものではない。英国のガイダンス (17)は、リスク評価で個人の線量が年間 1 mSv を超えそうになるまで、(例えば、週あたり 100 枚を超える口内法 X 線撮影のフィルムや 50 枚を超えるパノラマ X 線撮影のフィルムといった多い仕事量まで)、通常モニタリングは必要ないと勧告しているが、他の国のガイダンスは X 線装置を使用した全ての歯科診療に対して個人モニタリングを勧告している(2, 8, 9, 11)。

6.2.5 妊娠している職員

胎児は電離放射線に感受性が高いということがよく証明されている(1)。その結果、電離放射線を使用する妊娠した職業人には特別な注意が払われており、BSS (3)は連続した妊娠期間中は、母体とは別に胎児に対して、線量限度 1 mSv を定めている。歯科診療で、このレベルの胎児線量になるほどの放射線量に被曝するのは、どの職員についても普通ではないと考えられる(6, 7, 22)。しかしながら、女性の職員はその雇用者に妊娠を伝えることを奨められるべきである。責任者たる歯科医師は妊娠した被雇用者の仕事量を評価し、もしも胎児線量がこのレベルを超えそうであったら、そのときには認定専門家に胎児線量が限度以下になるよう確保するため特別な助言を求めて諮問を受けるべきである。

勧告 6B

通常の歯科診療では、ALARA ‘合理的に達成できる限り低く’ の原則を適用して年間 1 mSv を超える線量を職員が受けることのないようにすべきである。妊娠中の線量が 1 mSv である（歯科診療では通常はそうである）ことが確保されるなら、妊娠した職員に対する特別な事前の注意は通常は必要でない。



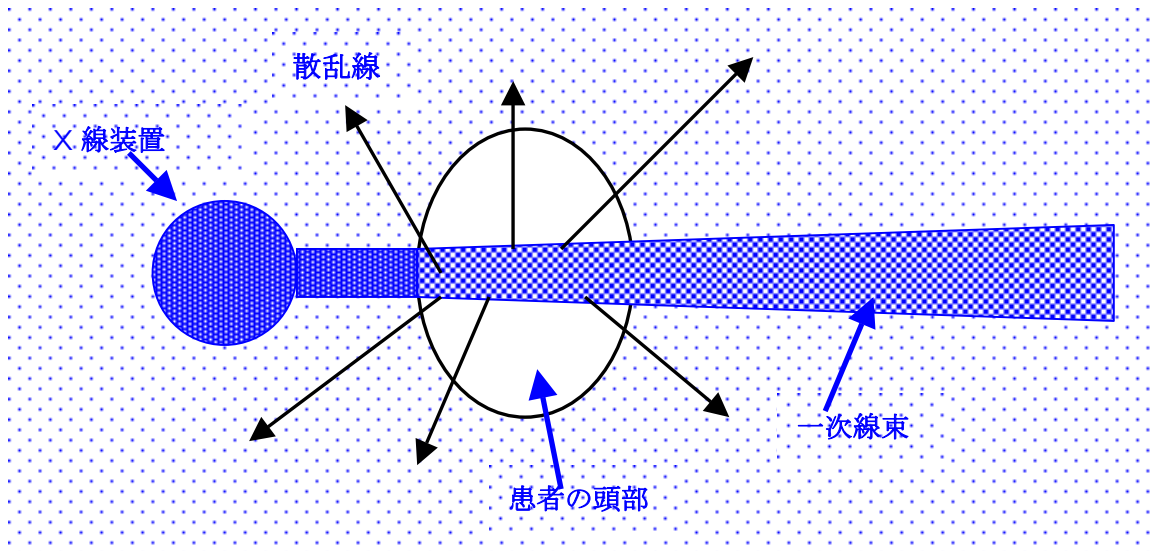
6.3 防護の原則

6.3.1 一次放射線と散乱放射線

X 線が物質と相互作用して X 線の方向が変わらない限り、X 線は一直線に進む。X 線管か

ら放射されるX線の主線束は一次線束として知られている。この一次線束が患者頭部と相互作用すると、放射線は全ての方向に散乱される（図 6.1）。フィルムを用いた口内法X線撮影では、一次線束中の放射線量は典型的にはコーンの先端で数 mGy（表 5.7 参照）であって、そこから 1 m 離れたところでは、少なくともその 1/1000 より少ない散乱線による線量となる（12, 14, 18, 19, 23）。

図 6.1 一次線束からの散乱線



6.3.2 距離をとる

点放射線源に対して線量率は（光りの強さが電球からの距離で下がるように）線源からの距離の二乗に反比例して下がる。患者頭部から 2 m の距離に立つと 1 m だけ離れて立っているときに受ける線量のおおよそ 1/4 の線量になる。散乱線については、距離をとるだけで歯科の状況ではしばしば十分な防護になる。口内法X線撮影とパノラマX線撮影／頭部X線規格撮影の両方に対して、1.5 m より離れた距離で立てば、週の仕事量が 100 枚の口内法X線撮影のフィルムまたは 50 枚のパノラマX線撮影／頭部X線規格撮影のフィルムより少ないという条件では年線量が 1 mSv 以下に保たれることは確実である。どの国のガイドンスも一般に患者から 2-3 m の距離をとって立つことを勧告している(2, 8, 9, 11, 15)。

距離による防護に頼るときには、全ての職員が一次線束の方向に立たず、口内法X線撮影中、入り口扉の方向や防護区域外に一次線束が向くことがないよう特別な配慮を払うことを確実に行うことが重要である。撮影中、必須でない職員が部屋から出ることは一般に良い診療の行為と考えられる。

装置の操作者は、患者、同室にいる他のどの職員、およびX線照射警告灯が明瞭にみえるように自分を位置付けるべきである。これは操作者が曝射の開始にあたって全てが正確に位置付けられ、曝射が正しく終了することを判断できるようにするためである。

6.3.3 防護用遮蔽物などの使用

仕事量が少ない（すなわち上の 6.3.2 節での仕事量より少ない）状態では、職員が患者から 2 m くらい離れて立てる程十分広い部屋である限り、通常職員のための特別な防護は必要ない(17)。しかしながら、撮影の仕事量が多いか狭い配置では、職員が陰に立つための防護パネル状のものかあるいは職員が着る防護エプロンのような特別な防護を備えるとよい。もしもそのような防護が必要ならば、‘認定専門家’の助言を求めるよう勧告する。

6.3.4 区域のクラス分け

BSS の第 18 条は、職員の安全を確保するため、特別な規則に供される区域として定義された管理区域を指定するよう要請している。病院の放射線科では、X線室全体を管理区域に指定するのが通常である。しかしながら、仕事量が少ない歯科の状況では、英国のガイダンス (17)はこの要請に実用的な見解をとって、管理区域は職員が曝射中立ち退くべき X線装置の周りの区域として定義するよう助言している。その結果、英国ではパノラマ X線撮影（週あたりの撮影回数が 50 より多くない）装置と口内法 X線撮影（週あたり撮影回数が 100 より多くない）装置に対しては X線曝射中、次のように管理区域を定義することを勧告した：即ちそれは X線管と患者から 1.5 m 内と、距離または遮蔽により大きく減弱されるまでの一次 X線束内である（口内法 X線撮影装置に対して図 6.2 に示した）。職員は、例えば撮影中は 2–3 m 離れるか部屋の外に出るなど、確実にこの区域外にいるべきである。しかしながら、管理区域を定義するのに‘認定専門家’の助言を求めるべきことが強調されている。そのような助言は仕事量の多い状況や頭部 X線規格撮影装置に対しては必須である。

勧告 6C

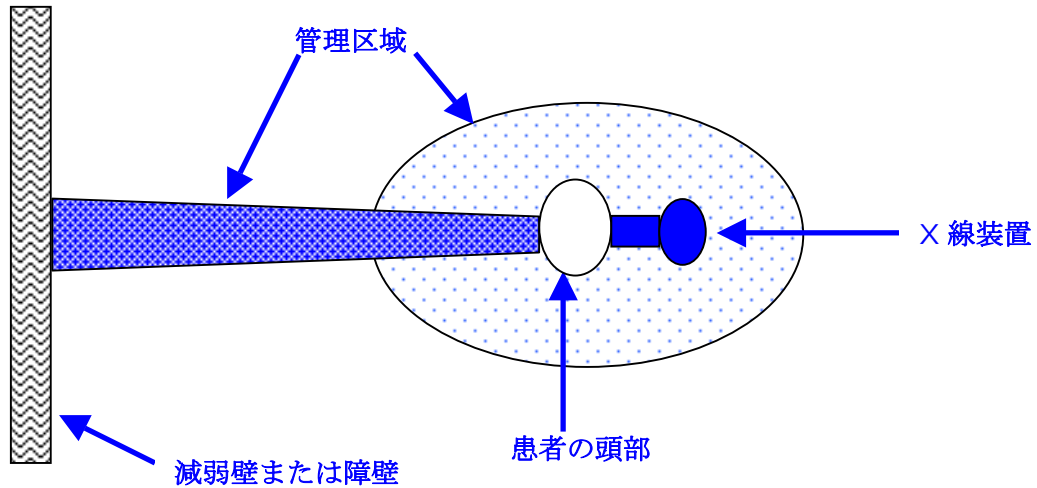
職員の線量が ALARA ‘合理的に達成できる限り低く’を確保するために必要な唯一の方法は、通常十分な距離を保つことである。これは職員が通常 X線曝射中には中に入らない区域を定義することにより達成できる。



6.3.5 患者介助

例外として、ハンディキャップのある患者や子供を介助するため支援が必要かもしれない。もし患者を支援する必要があるなら、支援する成人には鉛エプロンを用意し、彼らの身体の全ての部分が主線束の外にくるように位置付けするべきである。これがもしも施設内で定期的に必要ならば、介助者の最良の防護方法と個人モニタリングの必要性に関して認定専門家の助言を求めるべきである。



図 6.2 口内法X線撮影装置周辺の管理区域指定の模式図



歯科用フィルムまたは検出器は、患者がその位置の保持をできないとき以外は、患者によってのみ保持されるべきである。どの歯科診療従事者の手でも保持すべきではない。フィルムを保持するために、もしも患者以外の誰かが必要ならば、そのときには指が一次線束に入らないよう長い持ち手の鉗子か他の器具を使って行うべきである。麻酔をされた患者には特別な課題があるが、固定方法によりフィルムが正しい位置に留まるよう確保することは通常可能である(13)。

勧告 6D

認定専門家が職員の安全策に関して、通常、助言をすべきで、仕事量の多い施設、頭部X線規格撮影装置を使用する施設、患者の介助がしばしば必要とされる施設では特にそうである。

6.3.6 明文化した手順と監督管理

職員が事前に注意すべきことに十分気付くように、このことを確実にするため明文化した指示書をX線装置の近くに置くか表示しておくことが望ましい。適切に行おうとするならば、これらの指示書には曝射の責任、職員の位置、防護器具の使用、一次線束方向の制限、個人モニタリングの取り決めについてを列挙すべきである。加えて、職員の監督管理制度は放射線安全業務の指示書に従っているかをチェックし、必要とあれば改訂を確実にできるように制定されるべきである。

勧告 6E

職員の放射線防護のために実施することは全て指示書に明文化しておくべきである。



6.4. 施設的设计

6.4.1 隣接区域の防護

歯科X線装置を設置する場所を決定する際、隣接区域の職員と公衆の構成員への被曝線量に関して起こり得る結果を考慮することは必須である。このことはもしも装置が間仕切り壁の近く（即ち仕事量が少ない状況では 1.5 m 以内）に設置されるならば、一次線束（口内法X線撮影と頭部X線規格撮影で）の方向にあるどの壁と床に対してもまた、仕事量が多い使用状況において、特に重要である。理想的には、減弱に必要な壁と床の構造を確立するため認定専門家の助言が求められるべきである。

しばしば防護は必要とされる鉛の厚さ（通常は数 0.1–1 mm）でいうことが多いが、これはX線管から障壁までの距離、隣接する区域の使用、仕事量などといった因子に依存する(10, 11, 19)。そのような防護レベルを達成するためには、壁や床が固形材料、例えばコンクリートブロックやレンガ構造であることが確実であれば十分である。必要な防護を得るために、これらの代わりに鉛を貼ったベニヤ板やプラスチックボードを用いることもできる。平均的な歯科の施設では、防護上の構造は既成の建築材料を用いて容易に達成することができる。

装置を導入する際に、設置の設計や権限の依託によるチェックを支援するため認定専門家による助言を歯科の業者は提供できることであろう。

6.4.2 部屋の配置

放射線防護が最適化できるように部屋の配置に際して考慮すべきである。部屋は曝射中部屋の中に残る必要のある全ての職員が、管理区域の外側に位置できる適切な広さがなければならない。上の 6.3.2 節で示したように、装置の操作者は、患者と管理区域および“X線照射”の警告灯をみることができるよう自分を位置付けられることが必須である。もしも部屋の広さが限られているなら、職員は部屋の外にいる必要があるかもしれないが、そのような場合には確実に部屋を明瞭に見ることができるよう鏡が必要とされるかもしれない。

装置は、管理区域がどの入口にも及ばないように、また一次線束がどの戸口や 1 階の窓に向かっても直接行かないように設置されるべきである。

曝射スイッチは、操作者が管理区域の外側に留まるか防護用遮蔽物の陰にすることができ

るように配置すべきである。加えて、主電源スイッチの位置にも注意すべきである。これは曝射を終えるのを失敗するという思いもかけないできごとにおいて、職員の誰も一次放射線に被曝しないうちに速やかに装置の主供給電源を切ることができるように注意を払うべきである。

6.4.3 標識と警告灯

X線曝射中には、許可なく管理区域に立ち入ることが制限されていることを確保するのは重要である。これは警告標識と警告灯の使用によって支援された操作者が監督することによって達成される。警告標識と警告灯の要件は欧州連合内の国により変わる。歯科のX線装置が使用される部屋に入る全ての扉にはX線装置があることを示す標識を付けるべきであるというのは共通した要件である。しかしながら、そのような恒久的な標識は、もしも部屋をX線業務以外の他の業務活動に使うときに、診療に係わる職員がすぐに標識を無視する習慣になってしまったときには、ほとんど価値がない。

これに対する実用的なアプローチが英国のガイダンス (17)に与えられている。管理区域が入り口にまで及んでいないという条件では、そのとき管理区域への立ち入りは装置の操作者により制御されるので警告灯または標識は必要でない。しかしながら、もしも管理区域が入り口にまで及んでいるならば、そのときには放射線検査が行われていることを示すために自動警告灯が設置されるべきである。この警告灯は主供給電源がオンのとき点灯するべきで、主供給電源は放射線検査をすぐにするのでない限り、スイッチを切っておくべきである。警告灯に注意することを説明した掲示も備えるべきである。そのような警告は放射線検査が行われている間立ち入りを防止するために、常に操作者が戸口に立つことができるならば不要である。

勧告 6F

配置と防護上の構造を考慮することはどの歯科X線施設でも必須である。新たな施設を計画したり、重要な変更をするときには認定専門家の諮問を受けるべきである。



6.5 職員の訓練

歯科診療で全ての職員（装置の操作者のみでなく）はX線装置の使用に伴うリスク、彼らの線量の ALARA ‘合理的に達成できる限り低く’を保つために必要とされる注意、およびこれらの取り決めに従うことに注意を払わねばならない (4)。多くの歯科の被雇用者は彼らの職業訓練の一環として、何らかの放射線に注意を払う訓練を受けることにある。しかしながら、その施設での取り決めに全ての職員に説明することは必須である。放射線防護に関する訓練をまったく受けたことがないどの職員に対しても（例えば dental nurses など）、そのときに彼らが確実に十分な訓練を受けるように（適切な訓練コースへ参加させるか、組織内での十分な訓練を提供するかのいずれかを）取り決めておくことは重要である。

勧告 6G

歯科診療の被雇用者は彼らが被るリスクと払うべき注意事項を理解するように、放射線防護の訓練を受けるべきである。



6.6 事故の扱い

職員が有意な線量レベルの被曝を受ける事故が起こることは歯科診療では非常に稀である。しかしながら一次線束による被曝は、特にもしも装置が正しく終了しない場合にはそのようなことが起こり得るので、調査を必要とする。調査は、事故の詳細が人々の記憶にまだ新鮮である間に迅速に行われることが重要である。受けた線量レベルの見積もりを支援するために通常、認定専門家が諮問されるべきである。どの事故発生もその国の法令の要請に従って、所轄機関に報告すべきである。

6.7 文献

1. 1998. Advice on exposure to ionising radiation during pregnancy. Joint guidance from NRPB/CoR/RCR.
2. 1996. Code of practice for radiological protection in dentistry. Radiological Protection Institute of Ireland.
3. 1996. Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation.
4. 2000. EU Guidelines on Education and Training in Radiation Protection for Medical Exposures. Radiation Protection **116**.
5. 1990. ICRP Publication 60. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP **21**.
6. 1990. Implementation of the principle of as low as reasonably achievable (ALARA) for medical and dental personnel Report Number 107. NRCP.
7. 1993. Radiation Exposure of the UK population - Review NRPB R263.
8. 2000. Radiation protection in dentistry recommended safety procedures for the use of dental x-ray equipment safety code 30. Environmental Health Directorate, Canada.
9. 1989. Recommendations on radiographic procedures. Revision of Federation Dentaire Internationale technical report No. 8. International Dental Journal **39**:147-8.
10. 1999. Use and regulatory control of dental x-ray installations ST3.1. Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland.
11. **A. D. A. Council on Scientific Affairs**. 2001. An update on radiographic practices: information and recommendations. ADA Council on Scientific Affairs. Journal of the American Dental Association **132**:234-8.
12. **de Haan, R. A., and J. van Aken**. 1990. Effective dose equivalent to the operator in intra-oral dental radiography. Dento-Maxillo-Facial Radiology **19**:113-8.
13. **Diner, M. H., P. Marcoux, and V. Legault**. 1990. Intraoral radiographic techniques for the anaesthetized patient. Journal of the International Association of Dentistry for Children **20**:17-21.
14. **Hirschmann, P. N.** 1987. The current status of panoramic radiography. International Dental Journal **37**:31-7.
15. **Matarasso, S., F. Coraggio, R. Martuscelli, and F. D'Antonio**. 1990. [Radiologic risk and INAIL insurance]. Stomatologia Mediterranea **10**:207-12.
16. **Monson, P. A., B. J. Kruger, A. Barnes, and A. Sainsbury**. 1988. Measures taken to reduce X-ray exposure of the patient, operator, and staff. Australian Dental Journal **33**:181-92.
17. **National Radiological Protection Board**. 2001. Guidance notes for dental practitioners on the safe use of x-ray equipment. NRPB dental x-ray protection services.
18. **Reid, J. A., J. C. MacDonald, T. A. Dekker, and B. U. Koppers**. 1993. Radiation exposures around a panoramic dental x-ray unit. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology **75**:780-2.
19. **Sutton, and Williams**. 2000. Radiation Shielding for diagnostic X-rays BIR.
20. **Wagner, and Archer**. 1998. Minimizing risks from fluoroscopic x-rays, Partners in Radiation Management.
21. **Warin, A. P.** 1979. Radiodermatitis of the hands in a dental practitioner. Clinical & Experimental Dermatology **4**:129-32.
22. **Wasylo, L., D. Matsui, S. M. Dykxhoorn, M. J. Rieder, and S. Weinberg**. 1998. A review of common dental treatments during pregnancy: implications for patients and dental personnel. Journal/Canadian Dental Association. Journal de l'Association Dentaire Canadienne **64**:434-9.
23. **Watkins, A. J.** 2002. Presented at the IPEM Annual Scientific Meeting.

付録1： 方法

1.1. 目的

歯科X線における放射線防護について、根拠に基づいたガイドラインを作成すること

1.2. ガイドライン作成のためのチームの結成とガイドラインの展望

根拠に基づいたガイドラインを作成するための第一段階は作成チームを結成することである。歯科における放射線防護のガイドラインを作成するために、多くの専門家からなるチームが結成された(8ページのパネルを参照のこと)。チームの会合がもたれ(2002年2月)、ガイドラインの展望と内容が議論され、整えられた。

ガイドラインの対象となる集団は一般歯科診療を行っている歯科医師であるということで合意した。ガイドラインを総括的に作成するために含むべき10の重要な領域を取り決めた。すなわち：

- ・ 線量とリスク
- ・ 照会の基準
- ・ 同意
- ・ 診断参考レベル (DRLs)
- ・ 前に撮影したX線写真とその報告書
- ・ 技術、器具、線量制限
- ・ 質的基準
- ・ 質的保証
- ・ 装置の許容試験
- ・ 職員の防護

ガイドライン作成チームのメンバーはさらに小グループに細分されて、個人の専門と技能に基づいて、各領域に割り当てられた。いくつかの領域間には重複があることがわかった。重複のある領域では少なくとも一人のメンバーが両方の小グループに関与するようにした。

各小グループの務めはそれぞれの領域に含める関連項目を概観すること、関連するとされた論文をスクリーニングしデータを抽出すること、これらの論文と報告書の知見についての科学的な内容を格付けることである。

ガイドラインの全体的な取りまとめはマンチェスター大学(英国)の、本プロジェクトのコーディネータが行った。

1.3. 文献の認定

我々は放射線防護の領域で、すでに存在するガイドラインを検索することから始めた。FDIのガイドラインのデータベース(www.fdiworldental.org)、国立ガイドライン認可省(National Guidelines Clearing House, www.guidelines.gov/index.asp)、およびMEDLINEを検索した。確認されたガイドラインの文献一覧は作成チームのすべてのメンバーに審査のために回覧した。チームの少なくとも一名以上のメンバーによって関連する可能性のあるものとして認定されたガイドラインはすべて入手し全員に配布した。

我々はまた、10の各領域に関する論文を検索した。各領域での検索戦術を推し進めたのは反復の作業であった。まず見通しをたてる検索をした。この検索の目的は文献量をおよそ把握し、取り組みに要する疑問点を明らかにし、各領域で用いられる研究方法を確立し、検索戦術を正確にするためにさらなる検索用語を同定することであった。

キーとなる用語一揃い(MeSHのような controlled vocabulary と自由な用語)が、領域に特異的な用語に加えられ、すべての小グループでの見直し検索の基礎として利用された(枠内1、参照のこと)

Box 1

MeSH and free text terms used (MEDLINE via OVID BIOMED)

- 1 exp Radiography/
- 2 radiograph\$.mp.
- 3 radiation.mp.
- 4 exp Radiology/
- 5 radiol\$.mp.
- 6 exp X-Rays/ or x-ray.mp. (80927)
- 7 xra\$.mp.
- 8 (dental or dentistry).mp.
- 9 exp Dentistry/
- 10 (intra-oral or intraoral).mp.
- 11 cephalometr\$.mp.
- 12 orthopantom\$.mp.
- 13 panoramic.mp.
- 14 (bite-wing or bitewing).mp.
- 15 MANDIBLE/ or mandible.mp.
- 16 MAXILLA/ or maxilla.mp.
- 17 or/1-7
- 18 or/8-16

検索の結果は Endnote 5.0 にインポートされ、順にコード化された。各個人の行った見直し検索の結果を、適切と思える領域の小グループに配布し、そこで標題と抄録を検討した。

小グループのメンバーたちは検索結果の感度と特異度についてのコメントを求められた。見直し検索が関連論文を同定していないようだとか、検索結果では多くが無関係な論文であったとかという場合には、チームメンバーとの電子メールでの討論の後に検索戦略を、より正確なものとした。この過程ではしばしば、感度の高い検索戦略が確立するまで、何回かにわたる討論と改善を繰り返すこととなった。

我々はMEDLINE (OVID BIOMED)を1966年までさかのぼって検索した。線量・リスクのグループについては国際放射線防護委員会勧告60(2)において線量に対するリスクの計算方法を変更したので、この時点を出発点とした。以前のリスク計算は比較できなかった。加えて、Whiteによる標準的な総説論文は1990年以前の線量対リスクの論文をICRP60による方法を用いて再計算をしているので、その小グループでは1990年から検索を開始した。

我々はさらにキーとなる著者や論文の引用検索と国内・国際専門家集団のウェブサイトの検索を行った。プロジェクトチームの専門家の意見で発表されていない進行中の研究を見つけて活用した。非英語論文は翻訳がある場合にはそれらを取り入れた。

1.4. 関連性の評価

各グループは電子的な検索を通じて認定した論文のタイトルと抄録を審査する責任があった。その作業過程は各小グループメンバーによって個々に実施された。小グループの一人以上のメンバーによって、その領域に関連がある可能性が考えられた記録についての詳細は、全文論文で収集されてプロジェクトコーディネータに渡された。

この過程を通じて小グループのメンバーは他の領域に関係すると思われる検索結果が分かるように「旗」を立てておくように求められた。

1.4.1. データの抽出

検索から得られたすべての研究は関連する小グループのすべてのメンバーに配布された。論文は再検討され、データは個別に抽出された。抽出されたデータは研究計画・目的・方法・結果・考察の詳細を提供して、エビデンス表を作成するために用いられた。この領域で用いられた研究計画には様々なバリエーションがあるため、単一の妥当性評価は用いられなかった。しかしながら、個々の研究の強さ・弱さは記録され、論文の科学的価値の格付けがなされた。

1.4.2. データの生成と勧告の格付け

エビデンス表に作成された情報に基づいて、ガイドラインの草稿が各グループによって描

かれた。2002年10月の最終会議に先立って、その草稿は表とともに、ガイドライン作成チームのすべてのメンバーに配布された。グループでは知見の量、一貫性、普遍性を考慮してエビデンスについて検討した。






すでにあったエビデンスと、この分野の研究で用いられた研究様式を反映した SIGN 格付けシステムを導入して格付けに基づいて、勧告が作成された(1)。欧州指令がある場合にはそれらを付した(表 1.1、第 1 章を参照のこと)。

1.5 文献

1. May 2002. Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). A guideline developers' handbook. Report No.: SIGN 50.
2. **International Commission on Radiological Protection**. 1991. ICRP Publication 60. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the International Commission on Radiological protection Vol. 21, No 1-3. Pergamon, Oxford, UK.
3. **White, S. C.** 1992. Assessment of radiation risk from dental radiography. Dentomaxillofac Radiol **21**:118-26.

付録 2: 勧告／意見の要約:









勧告の格付けのために用いられた基準







使用する 記号	調査された論文に格付けを与えるために用いられた基準
	適用しなければならない EURATOM 指令の条項またはその他の要件
	メタアナリシス／システムチックレビューで、無作為化対照試験（RCT）や偏りのリスクの少ない実験研究（laboratory study）についてのもの または RCT
	メタアナリシス／システムチックレビューで症例対照研究についてのもの、ないしコホート研究で、偏りのリスクが高いもの または 症例対照研究ないしコホート研究で、混乱や偏り、偶然のリスクが低く、その関係が偶然である確率が中等度であるもの または 偏りや実験的誤りにより根拠がないかほとんどないものの良質な実験研究
	分析的ではない研究（例えば、症例報告や横断的調査） または 偏りや実験的誤りのリスクを伴う実験研究 または 専門家の意見または系統的ではない調査論文
	いくつかの EU 各国での国家的勧告。しかし、いくつかの場合では国としての要件がこの文書中での勧告と異なっていたり、勧告を無効とするようなこともあるだろう。

勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
2. 線量とリスク	
意見 2.A 基本的な歯科X線撮影（口内法、パノラマ及びセファロ撮影）における個々の線量は低く、数日分の自然放射線に相当する。より複雑な撮像法（CT及び複数スライスの横断層撮影）からの個々の線量はこれよりかなり高い。	
意見 2.B 歯科X線撮影における個々のリスクは小さいが、若年グループ（30歳以下）ではもっと大きく、（多くのEU加盟国では）歯科X線撮影はそれらのグループで最も高頻度で行われている。	
3. 正当化: 照会の基準	
勧告 3A あらゆるX線検査は患者にとってありうる損害をはるかに上回る利益があることを示すことによって、個々の患者ごとに正当化されねばならない。予期される利益とは、X線検査により患者の管理に益になる新たな情報が付け加えられることである。	
勧告 3B 病歴聴取と診察がなされない限り、X線検査を選択すべきではない。「ルーチン」検査は受け入れられない診療行為である。 *EUの指令で特に述べられていないが、意見／勧告は指令で定義しているように正当化の過程に本質的なものである。勧告を支持する無作為化対照試験はない。すなわち、そうした研究は計画することが不可能であり、実施することも倫理的でない。	 

勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
<p>勧告 3C</p> <p>患者を X線検査に照会する場合には、歯科医師は X線照射について責任のある実施者が、正当化を行うことを可能ならしめるよう病歴聴取と診察から得られた十分な診療情報を与えるべきである。</p>	
<p>勧告 3D</p> <p>う蝕の診断のための咬翼法 X線撮影はう蝕のリスク評価に基づいて、決めなければならない。個々の患者は時間経過に伴いリスクのカテゴリーを移動するので、咬翼法 X線撮影の間隔はそのたびごとに再評価しなければならない。</p>	
<p>勧告 3E</p> <p>高リスクとされた小児は 6 ヶ月間隔で臼歯部の咬翼法 X線撮影を受けるべきである。これは新たなう蝕がなく、う蝕の進行が止まり、低いリスクカテゴリーに入るまで継続されるべきである。</p>	
<p>勧告 3F</p> <p>中リスクとされた小児は 1 年間隔で臼歯部の咬翼法 X線撮影を受けるべきである。これは新たなう蝕がなく、う蝕の進行が止まり、低いリスクカテゴリーに入るまで継続されるべきである。</p>	
<p>勧告 3G</p> <p>低リスクの小児のう蝕診断のための X線検査は集団におけるう蝕罹患率を考慮にいれるべきである。12 - 18 ヶ月（乳歯列）ないし 24 ヶ月（永久歯列）の間隔で行うが、継続的に低リスクであれば、より長い間隔が適当である。</p>	

勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
<p>勧告 3H</p> <p>高リスクとされた成人は、新たなう蝕がなく、う蝕の進行が止まり、低いリスクカテゴリーに入るまで、6ヶ月間隔で臼歯部の咬翼法X線撮影を受けるべきである。</p>	
<p>勧告 3I</p> <p>中リスクとされた成人には、新たなう蝕がなく、う蝕の進行が止まり、低いリスクカテゴリーに入るまで、1年間隔で臼歯部の咬翼法X線撮影を受けるべきである。</p>	
<p>勧告 3J</p> <p>低リスクとされた成人には24ヶ月間隔で臼歯部の咬翼法X線撮影を行うことが勧められる。継続的に低リスクである場合にはさらに間隔を延長することも可能である。</p>	
<p>勧告 3K</p> <p>電離放射線の利用に代わるう蝕診断法はあったん、その診断学的な妥当性がはっきりと確立されたならば、考慮されるべきである。</p>	
<p>勧告 3L</p> <p>小児における成長中の歯列の管理においてX線検査を正当化するためには、矯正専門医のために作成されたX線撮影ガイドラインに沿うべきである。</p>	
<p>勧告 3M</p> <p>歯周病の管理において、X線検査が患者の管理や予後を変える可能性のある付加的な情報を与えるのであれば、X線検査を行うべきである。</p>	
<p>勧告 3N</p> <p>歯周病の診断と治療におけるX線検査の選択について、確固としたガイドラインを提案するにはエビデンスが不十分である。しかし、既存のX線写真、例えばう蝕の診断に用いられた咬翼法写真があれば、最初の段階でこれを利用するべきである。</p>	





勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
<p>勧告 3O</p> <p>歯内治療における次の段階でX線検査をすることを勧める。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 術前の評価 2. 作業長の測定 3. 術後 4. 1年後の予後評価時ないし症状が出たとき 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 術前の評価  2. 作業長の測定*  3. 術後  4. 1年後の予後評価時ないし症状が出たとき。  <p>*電氣的診断装置がないときには作業長の測定が必要になる。</p>
<p>勧告 3P</p> <p>成人有歯顎の新患に対して、X線検査は病歴、診察、表 3.4 に示されたような個人別の処方に基づいて選択されねばならない。</p>	
<p>勧告 3Q</p> <p>成人有歯顎の新患に対して、パノラマ撮影は限られた歯科治療、特に矯正治療の評価や下顎第3大臼歯の外科手術において適用だろう。</p>	
<p>勧告 3R</p> <p>インプラント治療、臨床所見ないし症候のような特別な適応がない限り、無歯顎患者のX線検査は正当化されない。</p>	
<p>勧告 3S</p> <p>インプラントにおいて術前の計画と術後の評価にX線検査は必須である。</p>	









勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
<p>勧告 3T</p> <p>抜歯前の X線撮影は次の場合が適応となる：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 困難な抜歯の既往がある ・ 解剖学的に通常ではないことが臨床的に疑われる ・ 合併症が起きた場合、患者が特にリスクのある状況になる医学的既往がある ・ 矯正治療における抜歯の前 ・ 埋伏している、または解剖構造（例えば、オトガイ孔、下顎管、上顎洞・上顎結節、下顎骨下縁）に近接していそうな歯や歯根の抜去 	
<p>勧告 3U</p> <p>歯科 X線のための通常の見積基準が、患者の妊娠の如何によって変更される必要があるというエビデンスは無い。</p>	 
<p>勧告 3V</p> <p>各国での必要性に応じて、X線撮影の前には患者からインフォームド コンセントをとるべきである。</p>	
<p>勧告 3W</p> <p>以前撮った X線写真を利用できれば、不要な被曝を避け患者の管理に役立てることができる。</p>	
<p>勧告 3X</p> <p>歯科 X線撮影前に患者に与える情報では、治療により得られる利益に比較して、リスクが非常に低いことを強調すべきである。</p>	
<p>4. 患者放射線量低減に関する装置の因子</p>	
<p>勧告 4A</p> <p>交流を用いた歯科用（口内法） X線装置において選択すべき管電圧として 65－70 kV、定電圧（‘直流’）の装置では 60 kV を推奨する。</p>	

勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
勧告 4B 新しいX線装置を購入する際、特にデジタル画像受像系を使う際には、定電圧（‘直流’）X線装置が推奨される。	
勧告 4C アルミニウムによるろ過は患者の皮膚線量を低減する基本的な方法である。	
勧告 4D 矩形絞りは、口内法X線撮影では非常に有効な線量低減方法である。矩形絞りは線束指示用具の付いたフィルム保持器と一緒に用いられる。フィルム保持器を用いることができない場合においても、矩形絞りは引き続き考慮すべきである。	
勧告 4E 利用できるならば、パノラマX線撮影法では、診断に必要な領域のみに照射野を限定するべきである。	
勧告 4F 可能ならば、側方向頭部X線規格写真では、照射野を診断に必要な領域に限定するべきである。製造業者は頭部X線規格撮影装置の設計にこの考えを取り入れるべきである。	
勧告 4G 口内法X線撮影では、最も感度の高いフィルム（グループ E またはそれ以上）のみが用いられるべきで、患者線量を有意に低減できる。	 
勧告 4H 口外法X線撮影法では、十分な診断結果が得られる最も感度の高い希土類増感紙／フィルム組合せ系が用いられるべきである。感度は少なくとも 400 とすべきである。	

勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
勧告 4I 口内法デジタルX線撮影法は線量低減の可能性を与える。線量低減のための最適化を行うために医学物理専門家の助言を得るべきである。	
勧告 4J パノラマデジタルX線撮影法と頭部デジタルX線規格撮影法は一般的な増感紙／フィルム組合せ系と比較して必ずしも線量を低減することはできそうではない。線量低減の最適化のため医学物理専門家の助言を得るべきである。	
勧告 4K 歯科X線撮影において腹部（生殖腺）に鉛エプロンをルーチンとして使用することを義務化すべき証拠は無い。	 
勧告 4L 甲状腺の鉛遮蔽は甲状腺が一次線束に含まれるかまたは非常に近接している場合には使用すべきである。	
5. 質的基準と質的保証	
勧告 5A 放射線医学 QA プログラムは歯科施設の所有者によって履行されるべきである。	
勧告 5B 最低限の目標として、不合格画質のX線写真は 10% 以下であるべきである。X線写真不合格率を次の審査毎に 50%低減することを目的にすべきである。	
勧告 5C 口内法撮影では可能な限り、平行法にて矩形絞りを容易にする線束指示用具をもったフィルム保持器を使用すべきである。	

勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
<p>勧告 5D</p> <p>パノラマX線撮影では、利用できるすべての位置付け補助用具を正しく使用し、使用者に適切な訓練を行うことによって、位置付けを正確に行なえるようになる。新しい装置を購入する時には光ビームの位置付け補助用具が付いていることを確かめることが重要である。</p>	
<p>勧告 5E</p> <p>頭部X線撮影法ではセファロスタットと固定した線源／患者／受像体関係を用いるべきである。</p>	
<p>勧告 5F</p> <p>医療放射線被曝に関する指令では診断参考レベル（DRLs）の確立が要求されている。作業部会は標準的な上顎大臼歯投影に対してスペーサーコーン先端で測定された空气中吸収線量 4 mGy の DRL を勧告する。</p>	
<p>勧告 5G</p> <p>作業部会はパノラマX線撮影の線量測定方法を確立するために更に研究を行うこと（おそらく線量・面積積（DAP）方法を採用して）および更に実際の現場の測定を実施し、それによって欧州の診断参考レベル（DRL）が採用できるようにすることを勧告する。</p>	
<p>勧告 5H</p> <p>作業部会は標準的な頭部X線規格撮影法に対する欧州の診断参考レベル（DRL）を設定するのを容易にするために、入射部位表面線量（ESD）と線量・面積積（DAP）の両者を用いて欧州内での線量調査を実施することを勧告する。</p>	
<p>勧告 5I</p> <p>歯科医師は彼らの線量を欧州／国の診断参考レベル（DRL）と比較するための審査をおこなう体制をとることを勧告する。</p>	
<p>勧告 5J</p> <p>すべての新たな設置では設置時検査を受けるべきである。また、使用に先立ち、職員、一般人、患者の放射線防護が最適化されることを確認する詳細な受け入れ試験を受けるべきである。</p>	

勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
<p>勧告 5K</p> <p>すべての歯科用X線装置は術者と患者の放射線防護が特に劣化しないことを保証するために、規則的な定期試験を受けるべきである。</p>	
<p>勧告 5L</p> <p>暗室と写真処理条件を監視する QA 体制は、歯科診療所ごとに設けるべきである。少なくとも、以下の事項を盛り込むべきである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フィルムの処理に先だって現像液の温度は確認すべきであり、現像時間は適切に調整すべきである。 ・ 自動現像機は、適性に清掃され、保守されるべきである。 ・ 定期点検で示唆される通り、処理液を定期的に交換すること。 	
<p>勧告 5M</p> <p>X線撮影に関係する全ての人は、放射線診療の目的のため、および放射線防護に関連した能力のために適切な理論的および実践的訓練を受けるべきである。資格認定の後も、継続的な教育と訓練が必要である。特に、新しい機器を導入した時は、教育訓練が必要である。</p>	
<p>勧告 5N</p> <p>QA プログラムの責任者は、12 ヶ月を超えない期間毎にプログラムの監査をすべきである。</p>	

勧告／意見	エビデンスに基づく格付け
6. スタッフの防護	
勧告 6A 歯科医師は、国の法律の要請に従って、適切な医学物理の専門家に諮問し、職員の防護に係わる取り決めに評価し、履行するよう確保すべきである。	 
勧告 6B 通常の歯科診療では、ALARA ‘合理的に達成できる限り低く’の原則を適用して年間 1 mSv を超える線量を職員が受けることのないようにすべきである。妊娠中の線量が 1 mSv である（歯科診療では通常はそうである）ことが確保されるなら、妊娠した職員に対する特別な事前の注意は通常は必要でない。	
勧告 6C 職員の線量が ALARA ‘合理的に達成できる限り低く’を確保するために必要な唯一の方法は、通常十分な距離を保つことである。これは職員が通常X線曝射中には中に入らない区域を定義することにより達成できる。	 
勧告 6D 認定専門家が職員の安全策に関して通常、助言をすべきで、仕事量の多い施設、頭部X線規格撮影装置を使用する施設、患者の介助がしばしば必要とされる施設では特にそうである。	
勧告 6E 職員の放射線防護のために実施することは全て指示書に明文化しておくべきである。	
勧告 6F 配置と防護上の構造を考慮することはどの歯科X線施設でも必須である。新たな施設を計画したり、重要な変更をするときには認定専門家の諮問を受けるべきである。	 
勧告 6G 歯科診療の被雇用者は彼らが被るリスクと払うべき注意事項を理解するように、放射線防護の訓練を受けるべきである。	

付録3: 語彙解説

Absorbed dose 吸収線量: 組織の単位質量当たり吸収された放射線のエネルギー量。吸収線量の単位はGray (Gy)で、1 Grayは1 kgの組織に1 jouleのエネルギー吸収に等しい。

Additional filtration 付加ろ過: 固有ろ過に追加されるろ過で、主X線束の経路に置かれる。

ALARA (As Low As Reasonably Achievable) 合理的に達成できる限り低く: この記述は(個々の)線量は経済的、社会的因子を考慮して、合理的に達成できる限り低くすべきであるという原則を推奨している。

Aluminium equivalent アルミニウム当量: 問題とする物質と同じ減弱を示すアルミニウム合金の厚さ。(訳注:合金ではなく純度の高いアルミニウム)

Anode 陽極: X線管の陽極端。

Attenuation 減弱: 電離放射線が物質を通過するに従い、吸収と散乱によってエネルギーを失うこと。

Bisecting angle technique 二等分法: 口内法根尖投影法の1技術で、X線束を撮影する歯の長軸とフィルムとのなす角の二等分線に垂直に向ける。

Bitewing radiograph 咬翼法X線写真: 口内法X線写真の1つで、上下顎の左右の小白歯および大臼歯部の歯冠と歯槽骨頂を提示する。

Case-control study 症例対照研究: 問題とする結果をもつ患者(即ち、症例)と、それと同じ結果をもたない対照患者を同定し、彼らが問題とする被曝をもつかどうかについて後向きに研究する。

Case series 症例シリーズ: 問題とする結果をもつ一連の患者についての報告で、対照群が無い。

Cephalometric radiography 頭部X線規格撮影法: 頭蓋の再現性のある側方向及び後-前方向像を得る方法で、セファロスタットを用いて頭の位置を標準化する。Cephalometryセファログラフィ; teleradiography遠距離撮影法は同義語。

Cephalostat セファロスタット: 標準化された方法で患者の頭を位置づける固定具。

Cohort study コホート研究: 2つの患者グループ(コホート)を選び、一方を問題とする被曝を受けているグループ、他の一方を、被曝を受けていないグループとし、その両者に問題とする結果が現れるかどうかを追跡する。

'Coin' test ‘コイン’テスト: 暗室の安全光をテストする方法。コインまたは鍵のような物を一枚の露光していないスクリーンフィルムまたは包装していない歯科用フィルムの上に置き、安全光を点灯してフィルムの通常の操作時間中そのまま放置する。通常の写真処理をすると、コインがフィルムを光から遮蔽したフィルム上に、はっきりとした領域としてあるかどうかで、安全光によるかぶりが明らかになるであろう。同じテストが卓上の自動現像機で行える。注記. 歯科用フィルムを診療に用いない場合には、スクリーンフィルムがその高い光感受性のために、主にこのテストに用いられる。

Collimation 絞り: X線束の広がりを限定する方法。“照射野トリミング”の用語は同意語。

Collective dose 集団線量: 平均実効線量にその集団の人数を乗じたもの。尺度は man-sieverts 人-シーベルト。

Computed tomography (CT) コンピューター断層撮影法 (CT) :. 多方向投影によって患者の断層画像を再構成する撮像法。

Contrast コントラスト: 放射線画像の濃度差。

Constant potential ('direct current') X-ray generation 定電圧（‘直流’） X線発生装置: この装置は高エネルギー光子の比率が高いX線束を発生し、これはコンデンサーのスムージング、リップル抑制のための3極真空管、または三相供給によって達成される。

Controlled area 管理区域: 職員の安全を確保するために特別の規則の対象となる区域で、X線装置周囲のその区域には曝射中は立ち入るべきではない。

Dose area product (DAP) 線量-面積積 (DAP) : 線量と線束面積の積であり、大きい面積の電離箱を用いて測定することができる。

Cross-sectional survey 横断調査: 時間的に1時期または一定期間で、定義された集団を観察し、被曝とその結果を同時に求めるような調査。

Dental panoramic tomography 歯科用パノラマX線断層撮影法: 上下顎及びそれぞれの歯列の画像を1枚の口腔外のフィルムに写す技術。フィルムはパノラマX線写真として知られる。

Deterministic effects 確定的影響: 電離放射線の影響。それ以下では影響が起こらないしきい線量があり、影響の重篤度は受ける線量によって変化する。

Diagnostic Reference Levels (DRLs) 診断参考レベル (DRLs) : 最適化の過程の一部としての参考線量レベルを表わす尺度。入射部位線量調査に基づく。

Digital radiography デジタルX線撮影: アナログではなくデジタルで画像を提示する方法。

Dose limits 線量限度: 作業者と公衆の構成員に対する線量限度（即ち、実効線量または等価線量）は電離放射線からのデトリメントを最小にするために特定されている。特に、欧州の基本安全基準では、線量限度は作業者、見習生や学生、公衆の構成員の電離放射線に被曝する線量に対する最大参考値として定義され、それは特定期間に外部被曝で受ける関連のある線量と同じ期間での取り込みによる50年の預託線量（子供に対しては70歳までの合計に適用される）。

Dosimeter 線量計: 線量測定器具。フィルムバッジおよび熱蛍光線量計 (TLD) 参照。

Effective dose 実効線量: 実効線量は特定の組織における吸収線量で、遭遇する放射線の型とエネルギーの相対的影響、及び特定組織に関する確率的健康デトリメントに対する相対的放射線感受性から算出される。それはあるレベルの放射線に被曝した集団の生涯にわたって後に起こる確率的影響の増加する確率の指標である。（ICRP Publication 85. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. Ann ICRP 2000, 30 (2) Pergamon. Elsevier Science Ltd, Oxford, UK）これは確率的影響の起こる確率の指標で、電離放射線によって影響を受ける人体のすべての組織及び臓器における重み付けした等価線量の合計である。このように、様々な個々の被曝線量は、もし全身に均等に照射された場合には、同じ影響をもたらすような単一の放射線線量として表わされる。この測定値のSI単位はsievert (Sv)である。

Entrance surface dose (ESD) 入射部位表面線量 (ESD): 照射された構造物の表面で測定される線量で、一次放射線を含む。照射された物体からの背後散乱は含まれても、含まれなくてもよい。

Equivalent dose 等価線量: 吸収線量と、入射放射線の性質に対する放射線荷重係数との積。この測定値のSI単位はsievert (Sv)である。

eV エレクトロンボルト: 光子エネルギーを測定する単位。1エレクトロンボルトは1個の電子が1Vの電位差で加速されたときに獲得するエネルギーの量。X線エネルギーは通常、キロエレクトロンボルトで測定される。

Exposure 照射線量: 電離放射線によって単位質量当たりに放出される電荷として定義される。測定のSI単位はクーロン毎キログラム (C/kg)。

Field size 照射野の大きさ: 中心線束に対して垂直な平面へのX線束の投影。(訳注:field sizeはX線の入射面での大きさを意味する。)

Film フィルム: X線フィルムは放射線および光に感受性のある乳剤を、透明なプラスチ

ックシートに塗布したものである。“ノンスクリーンフィルム”はX線に特に感度が高く、一方“スクリーンフィルム”は光の吸収によるものであり、その光の吸収スペクトルは増感紙の放出する光のそれに一致するスペクトルを示す。

Film badge フィルムバッジ: 多様な厚さの異なるフィルターと両面乳剤フィルムから構成される小さい用具で、被曝する放射線を測定し、そのエネルギーとタイプを特定する。

Film holder フィルム保持器: フィルム保持用具とフィルム保持／線束指示用具に用いられる総称。フィルム保持用具は口腔内でフィルムを位置付け、フィルム保持／ビーム調整用具は口腔内でフィルムを位置付け、さらにそのフィルムに対するX線管（の方向）を調整する。

Film speed フィルム感度: 基準の画像濃度を与えるのに要するX線または光の照射量。

Filtration ろ過: 線束内に置かれた物質によって透過性の弱い放射線を選択的に吸収させる方法。X線管内部のろ過とその構造は**固有ろ過**として知られ、アルミニウム当量で測定される。付加ろ過 及び *K*吸収端フィルター 参照。

Focus-to-film distance 焦点－フィルム間距離: 焦点とフィルムとの間の距離。

Focus-to-skin (FSD) distance 焦点－皮膚間距離 (FSD): 焦点と皮膚表面との間の距離。

Fog かぶり: フィルムかぶりは一次ビーム以外の源によって、未露光ハロゲン銀が現像された結果による。X線フィルムは化学物質、光、ないし一次線以外のX線によって、フィルムの全体ないし部分が黒化することがある。

Gray (Gy) グレイ (Gy): 吸収線量のSI単位。

Guideline ガイドライン: 体系的に作成された指針で、特定の臨床的状況における適切な健康管理について、臨床家及び患者の意思決定を補佐するために設計されたもの。

Half value layer (HVL) 半価層 (HVL): X線の照射（線量）を半分に減少させるために必要なアルミニウムの厚さ。

Heredity effects 遺伝的影響: 被曝を受けた個人の子孫に起こる影響。

Holder 所有者: 任意の放射線施設に対して、国の法律の下で、法的な責任をもつ人。歯科医療の状況では、放射線“施設”は歯科診療所／クリニックが相当する。

Image receptor 受像体: 減弱されたX線ビームによって運ばれたすべての情報を、観察に適した媒体に移す変換方式。変換方式はフィルム、輝尽性蛍光体または半導体検出器。

Inverse square law 逆二乗法則: この物理法則では強度は点線源からの距離の二乗に反

比例することを表わす。元来、光の物理法則に関するものであったが、電離放射線にも同様に適応される。

Ionisation 電離: X線光子が組織を通過するに従い、原子から電子を除去すること。細胞のどこで電離が起こるかによって、電離の影響は異なる。

K-edge filter K吸収端フィルター: 原子番号60以上の元素のK吸収端を利用するフィルター。有意に狭いエネルギースペクトルとなり、その結果、患者線量を低減し、画像コントラストを改善し、フィルムの感度スペクトルとほぼ一致させる。

Kilovoltage (kV) キロボルト (kV) : X線管の陽極と陰極間の電位差。

kVp: 照射中のX線管の電極間に与えられる最高 (peak, p) キロボルト (kV) 。kVp は結果的に、X線の最大エネルギーを決める。

Latitude 寛容度: 適正範囲の濃度を与える照射線量 (相対的対数) の範囲。寛容度が大きいとフィルムコントラストは低く、寛容度が小さいとコントラストが高い。広い寛容度フィルム (コントラストは低い) では広い範囲の被写体コントラストを写すことができる。

Lead apron 鉛エプロン: 放射線被曝線量を減少させる防護エプロン。

mAs: X線管を流れる電流 (mA) と曝射時間 (s) の積。

Meta-analysis メタアナリシス: 定量的方法を用いて複数の結果を要約する体系的総説。

Multiplicative risk projection model 相乗的リスク予測モデル: 経験的モデルで、寿命の終末に癌のレベルが高くなるように一定値因子を癌の自然発生頻度に乗じて用いられる。

Natural background radiation 自然バックグラウンド放射線: 自然の線源から生じる放射線。これには、宇宙放射線、地中ガンマ線、体内放射線、ラドンとトロン及びその崩壊生成物が含まれる。

Noise ノイズ: 画像信号強度の無作為な変動の存在。

Oblique lateral radiograph 側方斜位X線写真: 撮影領域は選ばれた投影法によって上下顎の左右いずれかを広い範囲で描出する写真。

Occlusal radiography 咬合法X線撮影: 咬合平面に位置づけたフィルムで撮影された写真。

PA: Posterior-Anterio (後-前方向) と同意語。 患者と受像体に対する一次線束の方向を定義づけるために放射線医学で用いる。例: 頭蓋PA、胸部PA。

Panoramic radiography パノラマX線撮影法: 上下顎とそれぞれの歯列を1枚の口腔外

フィルムに連続した断層撮像法を用いて撮影する。

Paralleling technique 平行法: この口内法技術では、フィルム平面を、対象とした歯の長軸と平行にして、線束を両者に直角に通過させる。

Penumbra 半影: 一次影を取り囲む二次影で、不鮮鋭帯。

Periapical radiograph 根尖投影X線写真: 側方向投影像で、歯冠と歯根および周囲骨を表示する。

Personal monitoring 個人モニタリング: 小さい放射線検出器（例；フィルムバッジ、TLD, ポケット線量計）を着用すること。これらの用具はその個人が受ける吸収線量または実効線量を記録するために用いる。

Pixel ピクセル: デジタル画像における最小の2次元画素。

Photon 光子: 電磁放射線の量子。

Photostimulable storage phosphor (PSP) 輝尽性蛍光体 (PSP): デジタルX線撮影に用いる受像体。

Poor film/screen contact フィルム／増感紙密着不良: これは2枚の増感紙とその間に置かれるフィルムの密着不良があるときに起こり、光がフィルムに到達する前に拡散するので不鮮鋭な画像の原因になる。しばしば、増感紙の裏打ち不良やカセット錠機構の損傷による。

Position indicating device (PID) 位置指示用具 (PID): 旧式のX線装置では砲弾型、または新式の装置では開放端型のいずれかの指示用具。両者ともX線管ヘッドに取り付け、中心線束を示す。PIDは患者の皮膚に着けた場合には焦点－皮膚間距離を示す。

Primary beam 一次線束: X線管から放射される放射線。

Protective screen 防護用遮蔽物: 放射線防護の目的で線束を減弱させたり、放射線被曝を低減させるために用いる障壁。

Qualified Expert / Medical Physics Expert 認定専門家／医学物理専門家: 放射線被曝に応用される放射線防護物理学または放射線技術の専門家で、その知識や訓練が資格のある当局によって認定され、放射線防護に関連することに働きかけたり、または助言するひと。

Randomised controlled clinical trial (RCT) 無作為化対照試験 (RCT): 1群の患者を意図的に無作為に対照群と実験群に割り当てる。これらの群を引き続き追跡し、変数と問題とする結果との関係を調べる。この方法は得られる結果の統計学的有効性を高める。

Radiation weighting factor 放射線荷重係数: 様々な種類とエネルギーの放射線に対して、吸収線量を等価線量に関連付けるために用いられる。X線の放射線荷重係数はすべてのエネルギーで1である。

Rare earth filtration 希土類ろ過: 希土類元素を用いたフィルター。

Rare earth intensifying screens 希土類増感紙: タングステン酸カルシウムよりもエネルギー吸収が大きく、有意に光変換効率の高い希土類元素を1ないしそれ以上含む増感紙。

Rectangular collimation 矩形絞り: 一次線束の寸法を口内法X線フィルムよりわずかに大きいだけのサイズに限定するのに用いる。これは線量低減を最適化し、口内法撮影に用いることができる。

Resolution 分解能: 小さな高コントラスト物質を識別する画像系の能力。

Scattered radiation 散乱放射線: 患者内の組織との相互作用によってその方向を変えられた放射線。この相互作用は通常、光子エネルギーの低下を伴う。

Screen artifacts スクリーンアーチファクト: 増感紙表面の埃や異物によって起こり、増感紙表面からの光放出を減少させる。

Sensor センサー: 患者を透過してきたX線から最終像を検出するための道具。

Sievert シーベルト: 等価線量と実効線量のSI単位。

Spatial resolution 空間分解能: 分解能を参照

Spectral sensitivity of direct film ノンスクリーンフィルムのスペクトル感度: 直接X線曝射に対するフィルムの感度はX線束のエネルギー (kVp) によって有意に変わる。およそ50 kVpでは、產生されるX線の平均エネルギーは銀及び臭素のK殻の結合エネルギーに近く、フィルムは最大の光電吸収を示す。このkV以上ではこの効率は急激に減少する。

Spectral sensitivity of film/screen combination フィルム/増感紙組合せ系のスペクトル感度: これらのシステムの最適効率を得るためには、増感紙の光放出とフィルムの最大感度が適合していなければならない。

Step wedge ステップウェッジ: 減弱体の厚さが段階的に増加するような道具で、それによってX線は一連のフィルム濃度を生成する。

Stochastic effects 確率的影響: 放射線の影響。起こる確率がしきい値のない線量の関数とみなされる影響で、重篤度を考慮しない。

Systematic review システムチックレビュー、体系的総説: 明白な方法を用いて完全な

文献検索を行うことによる医学文献の要約で、それでは個々の研究を批判的に評価し、これらの有効な研究を統合する適切な統計学的技術を用いる。

Thermoluminescent Dosimeter (TLD) 熱蛍光線量計 (TLD) : 被曝した線量の測定と特性分析をおこなうため、結晶化された固形物とフィルターを含む線量計で、感度は非常に高い。

Threshold Dose しきい線量: それ以下では確定的影響が起こらない線量。

Tissue weighting factor 組織荷重係数: 特定の組織または臓器の放射線感受性を表わす係数。

X-rays X線: 直接電離放射線を生じることができる光子エネルギーの電磁放射線。X線は電子と物質との相互作用によって生成する。