

歯科放射線診断学序論

林 孝文

顎顔面放射線学分野
2023年10月6日(金)

1

(教科書の記述の確認) 第6版 歯科放射線学(医歯薬出版)

第1章 放射線と歯科医療

- はじめに
- 放射線医学の歴史と新たな展開
 - X線の発見とX線管
 - 放射能の発見
 - 放射線診療の展開
- 歯科におけるX線の利用と診療・教育ガイドライン
 - 歯科X線撮影法の発展
 - わが国における歯科放射線の歴史
 - 歯科X線の診療ガイドラインの設定
 - 歯科放射線学の教育ガイドライン



2

放射線医学の歴史(重要な節目)

- | | | |
|------|--|--------------------|
| 1880 | Pierre Curie と Jacques Curie | 圧電効果の発見 |
| 1895 | Wilhelm Conrad Röntgen | エックス線の発見 |
| 1896 | Antoine Henri Becquerel | 放射線の発見(ウラン) |
| 1898 | Marie Curie と Pierre Curie | ラジウムの発見 |
| 1906 | Jean-Alban Bergonié と Louis Tribondeau | ベルゴニー・トリボンドーの法則 |
| 1917 | Johann Radon | ラジウムの画像再構成則 |
| 1942 | Karl Theodore Dussik | 超音波の診断への応用 |
| 1979 | Allan M. Cormack と Godfrey N. Hounsfield | ノーベル生理学・医学賞受賞(CT) |
| 2003 | Paul C. Lauterbur と Sir Peter Mansfield | ノーベル生理学・医学賞受賞(MRI) |

3

歯科放射線学とは？

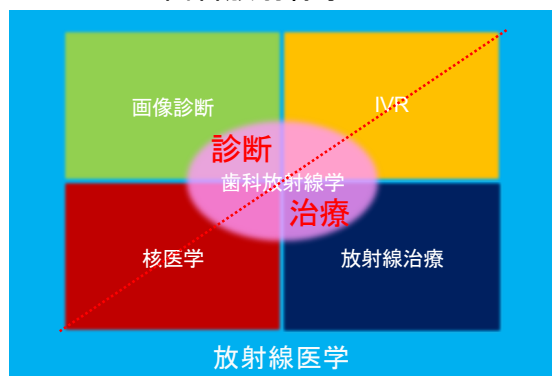
- 歯科における放射線医学を究める教育、研究、診療を行う分野

放射線医学とは？

- 放射線等を用いた診断と治療を行う医療分野

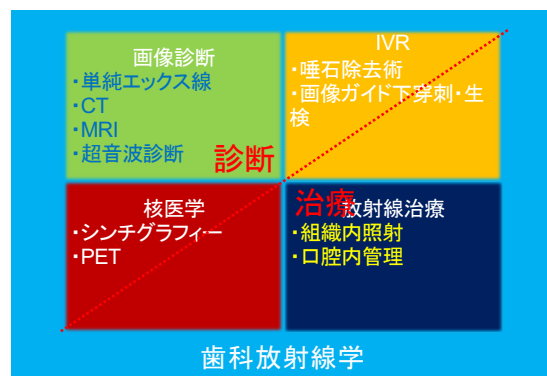
4

歯科放射線学とは



5

具体的には...



6

歯科放射線科の案内: 診断部門

- 各診療科からの依頼を受け、顎顔面領域の疾患の診断、治療方針決定、治療後の経過観察のための画像検査・診断を行っています。
- CT(医科用CT・歯科用コーンビームCT)、MRI、超音波診断、単純エックス線写真等の診断を行っています。
- 特に、口腔内超音波診断で口腔癌深達度評価を行っています。

7

歯科放射線科の案内: 治療部門 (口腔管理外来)

- 放射線治療や化学療法を受けられる患者さんの口腔管理を行っています。
- 各診療科のがん治療医、看護師、薬剤師と連携しつつ、歯や口腔と関連する副作用対策を行うとともに、化学療法や放射線治療中だけでなく、治療後の生活の質の維持のための歯科口腔管理を行っています。

8

歯科放射線専門医

厚生労働省が広告可能とした歯科専門医

1. 口腔外科専門医
2. 歯周病専門医
3. 歯科麻酔専門医
4. 小児歯科専門医
5. 歯科放射線専門医

- ① 高度な画像技術を用いて口腔・顎顔面疾患の画像診断を提供する専門家であること
- ② 一般歯科医師の紹介・希望に応える画像診断の専門家であること
- ③ 地域の歯科医師や医療行政組織に対して、放射線診療に関するさまざまな事項について適切な助言のできる専門家であること

9

歯科X線の診療ガイドラインの設定

- 特定非営利活動(NPO)法人日本歯科放射線学会による診療ガイドライン策定事業の一部として、根拠に基づいた医療Evidence-based Medicine(EBM)の手法に準じて策定が継続的に行われている
- インプラント画像診断ガイドライン 2008年9月1日
<https://minds.jcqhcc.or.jp/n/med/4/med0060/G0000166/> (Minds)
委員長: 林 孝文
- 歯科用コーンビームCTの臨床利用指針 第1版 2017年9月29日
https://www.dent.niigata-u.ac.jp/radiology/guideline/CBCT_guideline_170929.pdf
委員長: 林 孝文

10

歯科放射線学の教育ガイドライン

歯学教育モデル・コア・カリキュラム

E-1-2) 画像検査を用いた診断

臨床実習の内容と分類

- I. 指導者のもと実践する
 - 口内法X線撮影
- II. 指導者のもとでの実践が望まれる
 - パノラマX線撮影
- III. 指導者の介助をする
 - 口外法エックス線撮影、頭部エックス線規格撮影、歯科用CBCT
- IV. 指導者のもとで見学・体験することが望ましい
 - CT、MRI、超音波検査、造影検査

11

E-1-2) 画像検査を用いた診断

ねらい: 放射線等を用いた診断の特徴と適応並びに画像の解釈を理解するとともに、放射線の人体に対する影響と放射線防護の方法をあわせて理解する。

学修目標:

- ①放射線の種類、性質、測定法と単位を説明できる。
- ②放射線の人体(胎児を含む)への影響の特徴(急性影響と晩発影響等)を説明できる。
- ③放射線防護の基準と方法を説明できる。
- ④エックス線画像の形成原理(画像不良の原因と含む)を説明できる。
- ⑤エックス線装置とその周辺機器の原理と管理技術を説明できる。
- ⑥口内法エックス線撮影の種類と適応及びパノラマエックス線撮影の適応を説明できる。
- ⑦口内法エックス線画像とパノラマエックス線画像の読影ができる。
- ⑧頭部エックス線撮影の種類及び適応を説明できる。
- ⑨造影検査法、超音波検査法、コンピュータ断層撮影法(Computed Tomography <CT>)、歯科用コーンビームCT、磁気共鳴撮像法(Magnetic Resonance Imaging <MRI>)及び核医学検査法の原理と基本的特徴を説明できる。

12

歯科放射線学卒前教育のガイドライン NPO法人日本歯科放射線学会教育委員会

- 歯科放射線学教育の指針(2020年度改訂最終案)
https://isomfr.sakura.ne.jp/wp-content/uploads/2021/05/kvovikushishin_2020.pdf

一般目標: 歯科医療において、放射線を有効かつ安全に利用し、適切な画像検査と診断を行うために必要な知識、技能および態度を修得する。

(1)放射線とその防護

歯科医療において、放射線を有効に利用し、リスクを低減するために、放射線の性質と人体に対する影響を理解し防護の方法を修得する。

(2)歯・口腔顎顔面領域の画像検査

歯・口腔顎顔面領域の画像検査を適切に行うために、基本的な知識、技能および態度を修得する。

(3)歯・口腔顎顔面領域の画像診断

適切な歯科医療を行うために、歯・口腔顎顔面領域の画像診断能力を修得する。

(4)口腔顎顔面領域悪性腫瘍の放射線治療

口腔顎顔面領域悪性腫瘍の放射線治療および治療患者の口腔管理の重要性を認識するために、放射線治療の基礎と実際を理解する。

13

画像診断とは

- 診断機器を利用して、生体の内部情報を視覚的に診断していく方法
- 電磁波(光・エックス線)や超音波などの生体を透過する物理的性質を有するものを利用して、生体の内部構造を物理的性質に従った画像として表現し、疾患の診断を行うことをいう。

14

• エックス線診断

単純エックス線画像

CT、歯科用コーンビームCT

- 磁気共鳴画像法(MRI)
- 超音波検査(US, エコー)
- 陽電子放出断層撮影法(PET)

15

エックス線診断

- 目的: 人体内部を非破壊的に捉える
←治療上必要な情報収集
- 意義: 病巣の探索・病態の確認・
治療経過の判定・予後の観察
- 概念: 三次元の物体を二次元平面に投影した「影絵」
- 実態: 歯や骨などの硬組織の形態的・
質的変化

16

エックス線透過像・不透過像

エックス線透過像: エックス線画像上でより黒く見える像

- ①空気・水・脂肪・軟組織[陰性造影剤(ガス)]
- ②硬組織中の欠損・脱灰・空洞(例: 歯髓腔)
- ③正常像と比較して黒く見えるもの(例: 嚢胞・骨折)

エックス線不透過像: エックス線画像上でより白く見える像

- ①硬組織(骨・歯)・金属補綴物・根充剤[陽性造影剤]
- ②軟組織や海綿骨中の石灰化(例: 唾石・硬化性骨炎)
- ③正常像と比較して白く見えるもの(例: 上顎洞内の液体)

17

存在診断

- 異常所見の部位
- 大きさ
- 形
- エックス線透過性
- ↓
- 異常所見の分析
嚢胞か腫瘍か
腫瘍とすれば良性か悪性か
炎症性病変か否か
またはその他の病変か、大まかな鑑別
- 鑑別の必要な疾患が同時に疑われれば、背反する所見により除外する努力

18

質的診断

- 病変の境界・辺縁: 明瞭か不明瞭か(辺縁硬化像の有無)
整か不整か(円滑か不規則か)
- 病変の内部構造: 均一か不均一か
隔壁の有無(単胞性か多胞性か)
石灰化や骨化の有無など
- 病変と周囲組織との関係:
歯との関係(歯根膜腔との連続性など)
- 病変の周囲組織の状態:
歯根の吸収・離開の有無
下顎管や上顎洞壁の状態
周辺骨の硬化像の有無
骨皮質の状態(菲薄化・膨隆・断裂)
骨膜反応の有無, 軟組織陰影の有無など
- 病変が単発性か多発性か
- その他の情報(好発部位・年齢・性別・臨床所見など)

19

病変の엑스線透過性

- 엑스線透過性
– 歯や骨のミネラル分が脱出し엑스線透過性が高まり、画像上で黒っぽく見える
- 엑스線不透過性
– 歯髓腔や骨の石灰化が高まり엑스線が不透過となり、画像上で白っぽく見える

20

病変の内部構造や皮質骨の様相に関する表現・用語(1)

- 境界・辺縁
 - 明瞭な(well-defined), 不明瞭な(ill-defined), 硬化性辺縁(sclerotic margin), 鉛筆で描いた下絵状(preliminary pencil-sketch appearance)
- 多胞性不透過像
 - 蜂巢[高]状(honeycomb), 石けんの泡状(soap-bubble), テニスラケット[のガット]状(tennis racket), 帆立貝の殻状(scalloped margin)
- 骨構造
 - 骨融解性(osteolytic), 骨吸収性(absorptive), 骨硬化性(osteosclerotic), 骨の菲薄化(bone rarefaction), 膨隆性(expansive), 破壊性(destructive)

21

病変の内部構造や皮質骨の様相に関する表現・用語(2)

- 骨吸収像
 - 虫食い状(moth-eaten pattern), 打ち抜き像(punched-out), 皿状骨吸収(saucer shaped resorption), 地図状(geographic), 浸潤像(permeated)
- 不透過像
 - すりガラス状(ground glass appearance), 綿花状(cotton-wool appearance), 斑紋状(mottled pattern)
- 骨膜反応(perioosteal reaction)
 - タマネギの皮状(onion peel appearance), 陽[旭]光状(sun-ray appearance), コドマン三角(Codman triangle)

22

放射線防護の目的

1. 放射線被ばくを伴う行為であっても明らかに便益をもたらす場合には、その行為を不当に制限することなく人の安全を確保すること
2. 個人の**確定的影響(組織反応)**の発生を防止すること
3. **確率的影響**の発生を減少させるためにあらゆる合理的な手段を確実にとること

23

ALARAの原則とは?

- **As Low As Reasonably Achievable**
すべての被ばくは、**経済的及び社会的な要因を考慮に入れながら合理的に達成できる限り、低く保たなければならない**
- 放射線利用のための基本3原則 [2007年ICRPの勧告(Publ.103)]
 - ①行為の正当化
 - ②防護の最適化(ALARA)
 - ③線量限度の適用

24

放射線利用のための基本3原則
[2007年ICRP 勧告(Publ.103)]

- 正当化
いかなる行為も、その導入が正味でプラスの利益を生むものでなければ採用してはならない
- 防護の最適化
すべての被ばくは、経済的及び社会的な要因を考慮に入れながら合理的に達成できる限り、低く保たなければならない
- 線量限度の適用
医療被曝を除く、すべての計画被ばく状況では個人の被曝は線量限度を超えてはならない

25

自然放射線と人工放射線

- 自然放射線: 宇宙や大地、空気、食べ物から知らず知らずのうちに受けている放射線
- 人工放射線: 人間が作り出した放射線であり、原子力発電や農作物の品種改良のほか、病気の診断やがんの治療に利用されている

26

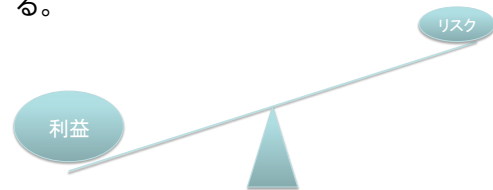
放射線被ばくの 카테고리 (ICRP)

- 医療被ばく (患者が受ける)
→ 線量限度なし
- 職業被ばく (医療従事者が受ける)
→ 線量限度あり
[100 mSv/5年かつ50 mSv/1年]
- 公衆被ばく (医療と関係なく自然界から受ける)
→ 線量限度あり [1mSv/年]

27

医療被ばくに線量限度がない理由

- 限度を決めてしまうと、必要な検査や治療が受けられなくなる。
- リスクを負う人と利益を受ける人が同じである。



正当化の条件: 利益がリスクを上回っていること

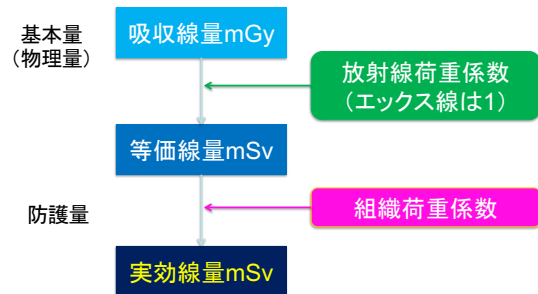
28

放射線の線量

- 吸収線量 (単位: グレイ Gy): 物質がどれだけ放射線のエネルギーを吸収したかを表した量。
- 線量当量 (単位: シーベルト Sv): 放射線が生体に及ぼす生物学的影響を含めた量 (等価線量と実効線量)。
 - 等価線量: 各臓器への生物学的影響 (単位: mSv)
等価線量 = 吸収線量 × 放射線荷重係数
(放射線荷重係数: エックス線、ガンマ線、ベータ線は 1、陽子線は 2、アルファ線は 20)
 - 実効線量: 全身への生物学的影響 (単位: mSv)
実効線量 = Σ (等価線量 × 組織荷重係数)
(組織荷重係数: 0.12 ~ 0.01 に分布し総計が 1、乳房・骨髄 0.12、生殖腺 0.08、唾液腺・脳 0.01 など)

29

放射線の線量単位の関係



※実効線量は、放射線の種類や部分被ばくか全身被ばくかといった形式に関係なく、「全身被ばく相当線量」と解釈し、どんな被曝も加算したり直接比較したりできる便利なもの

30

吸収線量と実効線量の特徴とその用途

各臓器・組織における吸収線量(Gy)

- 放射線から臓器・組織の各部位において単位重量当たりどれくらいのエネルギーを受けたのかを表す物理的な量
- 身体の影響とは無関係であり、物理的な量としてあらゆる用途に用いることができる

実効線量(Sv)

- 臓器・組織の各部位で受けた線量を、がんや遺伝的影響の感受性について重み付けをして全身で足し合わせた量で、放射線防護の目的に用いる線量
- 全身被ばくや部分被ばく、内部被ばくや外部被ばくが混在しても加算が可能

31

診断参考レベル(DRL)

- 標準的な放射線検査の線量調査に基づいてそれぞれの医療機関が最適化をはかる指標であり、被曝が異常に高すぎるか低すぎるかを判断するために用いるもの。
- 代表的な患者の皮膚表面における吸収線量とされているが、方法が示されてるのみで具体的な数値の決定は当該国の規制当局の業務である。
- DRLの値は、線量調査結果の75パーセンタイルなどを参考に設定される。

32

口内法エックス線撮影のDRL(日本・2020年)

撮影部位	PED (患者入射線量) (mGy)	
	標準的な体格の成人患者	10歳小児患者
上顎		
- 前歯部	1.1	0.9
- 犬歯部	1.3	0.9
- 小臼歯部	1.6	1.0
- 大臼歯部	2.0	1.2
下顎		
- 前歯部	1.0	0.7
- 犬歯部	1.1	0.8
- 小臼歯部	1.1	0.9
- 大臼歯部	1.5	1.0

PED (患者入射線量) : 患者の背面散乱を含まないコーン自由空中空気カーマ

33

DRL運用に関する注意

- DRLは患者個人の個別の被ばくに適用すべきではなく、現時点で通常の診断技術を正常に用いる場合の指針となる値である。
- ある施設の平均線量がDRLを常に超えるならば、その診断技術が正当化されない限り、ALARA(as low as reasonably achievable)の原則と一致するように、患者線量を低減するための是正行動を取らなければならない。また、その施設の線量がDRLと比較して極端に低いときには、画質が診断目的に叶っているか再調査・再検討すべきである。

34

歯科で利用される撮影法の実効線量

- 口内法エックス線撮影: 0.005mSv
- パノラマエックス線撮影: 0.02mSv
- 歯科用コーンビームCT(CBCT): 0.05~0.5mSv
- 医科用マルチスライスCT(MDCT): 1~10mSv
- PET, PET/CT: 5~10mSv

35

歯科エックス線検査における患者の被ばく

- 患者被ばくを適切に低く保つ配慮が撮影にあたる個々の歯科医師に強く求められる
- 正当化
 - エックス線撮影が診断や治療に直接役立つこと
 - 他の診断手段で置き換えられないこと
 - 直近に同様の検査が行われていないこと
 - 二重のあるいは不要の検査でないこと
- 最適化
 - 必要な診断情報を得るために被ばくの量と回数を達成できる限り低くすること
 - 不必要な部位への被ばくをできる限り低く保つ防護対策を講じること

36