

歯科用 CBCT データを用いた 歯の根管の仮想内視鏡

村上秀明*

研究ノート

Virtual endoscopy of tooth root by dental CBCT data

Key Words : Virtual Endoscopy, CBCT, tooth root

1. はじめに

歯科診療の基本的処置のひとつである歯内療法、特に根管内処置は、根管を直視することが困難な症例では口内法デンタルエックス線画像を参照しながらも盲目的に行われ、そのため十分な経験と高い技術が必要となる。このように、根管内処置が困難な症例に対して、歯科用実体顕微鏡、歯科用 CBCT (コーンビーム CT)、根管用内視鏡などが応用され始めている¹⁻³⁾。

歯科用実体顕微鏡は、根管から離れた距離からの光学的拡大を利用したもので、根管の直視が困難な位置に存在する歯の場合は特に有効で、かつ拡大像が得られるため根管内の詳細な観察が可能である。しかしながら、歯科用実体顕微鏡と歯の位置関係から、根管内を直視できない症例も存在する。さらに、根管の形態によっては正確な診断と観察をしながらの処置が困難になることが少なくない¹⁾。

歯科用 CBCT は、エックス線を用いた断層画像のデータから、他の断面を再構築したり立体表示をすることによって、根管形態、隣接する歯周組織、歯根と上顎洞底や下顎管との関係などを三次元的に把握することが可能で、歯科治療には大変有用であるとのコンセンサスを得ている。このため、大学病院などの大型の施設はもちろんのこと、一般開業医

院にも多く導入され始めている。口内法デンタルエックス線画像と比較すれば、正確な術前診査・三次元的な診断が可能となるが、撮影時間が10秒以上かかるため、体動によるアーチファクトが出現し、有益な情報が得にくい場合もある²⁾。もちろん、観察をしながらの処置は不可能である。

根管用内視鏡は、胃や大腸の内視鏡検査で用いられているファイバースコープと原理的には同様であるが、狭い根管内に挿入するために内視鏡の直径がたいへん細くなるように改良されている。根管用内視鏡の第一の特長は、先端径を極力細くすることで、目視や歯科用実体顕微鏡での観察が不可能な根管深部においても詳細な視覚による情報が得られる点である。さらに診断の補助にとどまらず、レーザー用チャンネルを有する内視鏡を用いることで、観察しながらレーザーを併用して治療することも可能である³⁾。しかしながら現在の所、ファイバーの弯曲の限界や、機器が高額であることが問題で、根管用内視鏡が導入されている施設は少ない。

ところで、CTに関するハードウェア、特に検出器 (detector) の技術の進歩によって、1 mm 未満のスライス厚さで一度に複数枚の断層画像を得ることのできる MD (multi-detector) CT 装置が開発され、断面内の解像度が断面に垂直な方向の解像度と同じである等方性 (isotropic) スキャンが可能となった。この等方性スキャンの場合、1回のスキャンのデータから、解像度を低下させることなく、コンピュータ上で任意の方向に断面を作成することが可能となった。

さらに、CTワークステーションの開発が進み、体内の管腔内に視点を置き、あたかも内視鏡検査のごとく、任意の方向の管腔内面 (壁面) を観察することが可能となった。このような手法を CT 仮想内視鏡 (VE; virtual endoscopy) と呼んでいる⁴⁻⁸⁾。



* Shumei MURAKAMI

1962年11月生
大阪大学大学院 歯学研究科 博士課程
修了 (1992年)
現在、大阪大学大学院歯学研究科
准教授 博士 (歯学)
頭頸部の画像診断と放射線治療、口腔機
能時の f MRI
TEL : 06-6879-2967
FAX : 06-6879-2970
E-mail : shumei@dent.osaka-u.ac.jp

内視鏡検査は患者の苦痛を伴い、検査中の合併症も少なくないが、CT 仮想内視鏡では患者の苦痛も合併症もあり得ない。そこで、このCT 仮想内視鏡は多くの領域に応用され、鼻腔・副鼻腔⁴⁾、食道⁵⁾、心臓血管⁶⁾、胃⁷⁾、大腸⁸⁾などでその有用性が確認されている。

歯科用CBCTは、全身用のMDCTと比べると、等方性スキャンにおける1ボクセルの大きさが小さいことが大きな特長である。機器によっても異なるが、ボクセルサイズが100 μm 以下で撮影可能なものもあり、撮影範囲は小さいものの、高い解像度のCT画像をボリュームデータとして取得できる。

本稿では、この歯科用CBCTのデータを使ったCT 仮想内視鏡の技術を歯の根管内の観察に応用したので、その手法と画像を紹介する。

2. 撮影

腹部での大腸や胸部での気管支とは違って、歯の長軸は2cm程度と大変短いので、撮影には歯科用CBCTを用いることとした。撮影機は、朝日レントゲン工業(株)社製AUGE ZIOで、4種類のモードから最も解像度の高いDモードを選択した。このモードでは、撮影の対象は直径51mm高さ55mmの円柱形となり、ボクセルサイズが100 μm の等方性スキャンが可能である。管電圧を80~90kVp、管電流を10mA程度とした。撮影時間は8.5秒要した。

まず、正面方向と側面方向の単純エックス線画像を取得し、対象部位をそれぞれ2つの画像で指定した。これによって、撮影領域となる円柱の重心が自動的に決定された。

3. データ処理

得られたボリュームデータをDICOMフォーマットとし、GE Healthcare社製のワークステーションであるAdvantage Workstation VolumeShare 2に転送し、このワークステーションに装備されている仮想内視鏡用ソフトウェアを用いた。

このソフトウェアでは、視点の位置の設定、視野角の設定などが可能である。図1は上顎前歯のCT仮想内視鏡作成画面である。xが視点を、矢印は視

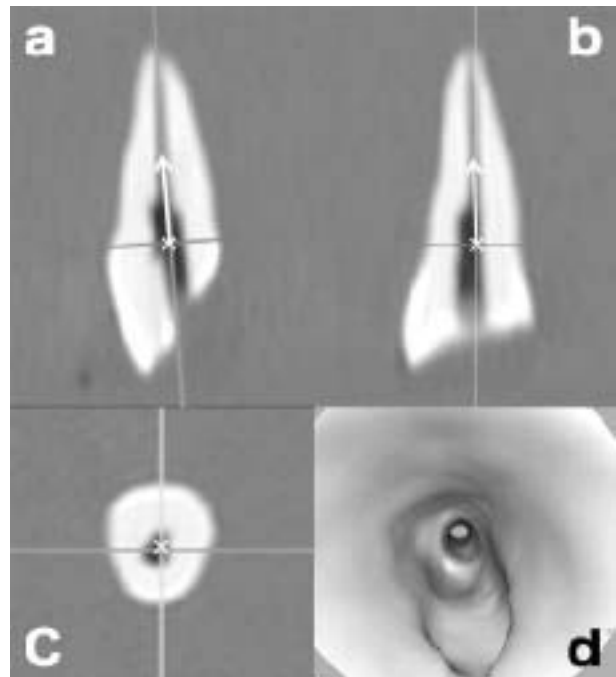


図1

線の向きを表し、矢状断(a)前頭断(b)水平断(c)でそれぞれを設定すると、dのごとくのCT仮想内視鏡画像が得られる。

通常は、3平面直交画像にて、視点(x)をまず決定する。歯科治療は歯冠側から根尖方向を観察するが、CT仮想内視鏡では、任意方向の観察が可能である。一般的には、歯冠部の歯髓腔に視点を設置する。

次に、根管口の位置を確認する。根管口の数は根管の数と同じで、歯の種類によって1個から4個と異なる。

そして、視線の向きを適宜変更しながら、根尖側へ向かってスライス毎に進んでいく。途中、分枝があったり、医原性の穿孔があればその末端まで進む。そのステップ毎を保存する。

最後に、AVIなどの動画として保存し、他の医師にも観察できるように処理する。

4. 症例の供覧

図2は上顎第一大臼歯の口蓋根を観察するための設定画面である。aは矢状断画像、bは前頭断画像、dは水平断画像で、それぞれの画面で視点の視線の方向を決定する。cは三次元立体表示である。図3は、図2で設定した際のCT仮想内視鏡画像である。

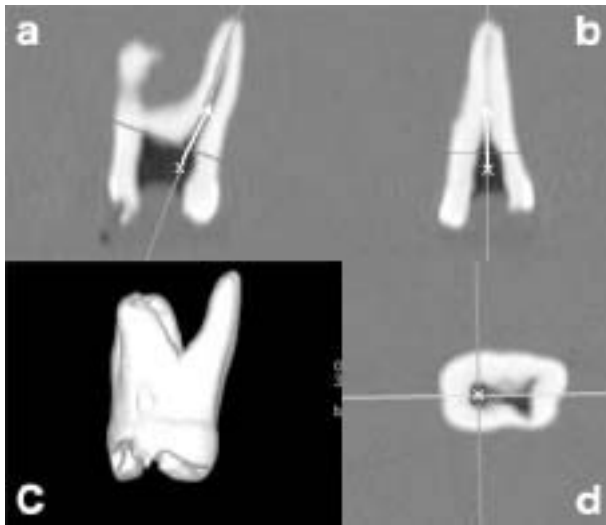


図2

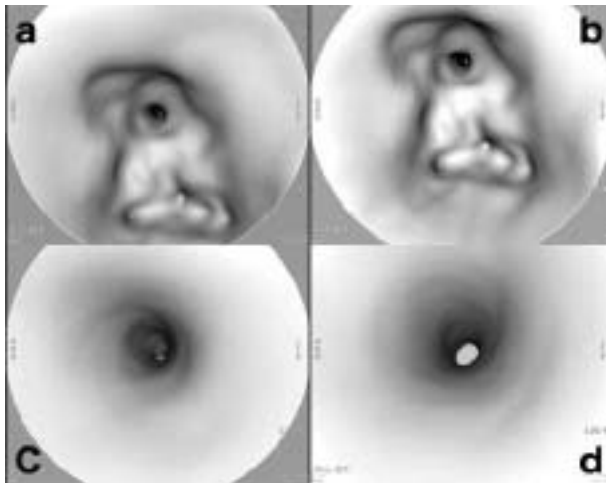


図3

aとbから、根は4つ存在することがわかる。そのうちの口蓋根において、さらに根尖側へ進んだのがcとdである。

図4は別の症例の歯髓腔から根尖方向を観た画像である。3根存在し、そのうち2根は根尖側で癒合していることが観察できる。

5. おわりに

歯科診療において、根管内処置を施すにあたって、口内法エックス線画像でまず根管の数を確認し、次に電氣的根管長測定器にて根管の長さを測定し、歯科用根管リーマや歯科用ファイルなどの根管治療器具を使って根管内の歯髓や充填物の除去や清掃を行う。この根管の長さを測定する際に、根管口を探す

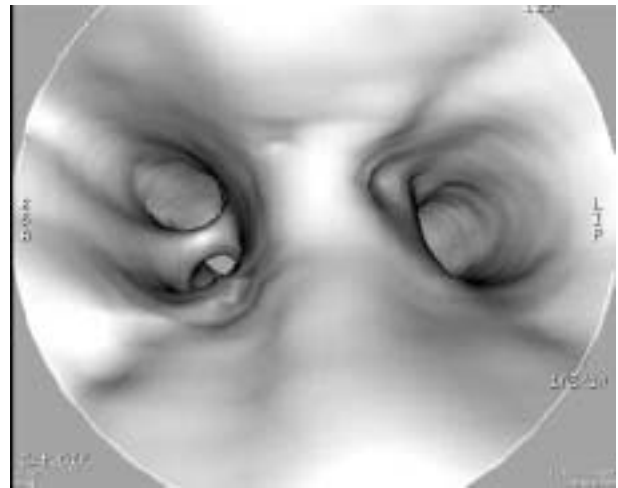


図4

のであるが、出血や根管口を覆う歯科材料などのせいで根管口の明示が困難な場合も少なくない。しかしながら、CT 仮想内視鏡は組織のCT 値の差を画像化するため、根管口の明示が不可能な症例はなく、根管口の位置が不明な場合には有用であると考えられた。

また、CT 仮想内視鏡を用いることによって、事前に根管の弯曲や変形を把握でき、根管内異物の位置、歯根の骨折などの状態の確認が可能で、根管処置がよりやりやすくなると期待される。

参考文献

- 1) Dawood A, et. al. Cone beam CT in dental practice. *Br Dent J.* 207(1): 23-8. 2009.
- 2) Del Fabbro M, Taschieri S. Endodontic therapy using magnification devices: a systematic review. *J Dent.* 38(4): 269-75. 2010.
- 3) 坂田篤信ら. 歯内療法への根管用内視鏡の応用. *日本歯科保存学雑誌.* 52(6): 505-12. 2009.
- 4) Anand SM, et. al. Virtual endoscopy: our next major investigative modality? *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 38(6): 642-5. 2009.
- 5) Mazzeo S, et. al. Multidetector CT and virtual endoscopy in the evaluation of the esophagus. *Abdom Imaging.* 29(1): 2-8. 2004.
- 6) Sun Z, et. al. CT virtual endoscopy and 3D stereoscopic visualisation in the evaluation of coronary stenting. *Biomed Imaging Interv J.*

5(4): e22. 2009.

7) Inamoto K, et. al. CT virtual endoscopy of the stomach: comparison study with gastric fiberoscopy. *Abdom Imaging*. 30(4): 473-9. 2005.

8) Kay CL, et. al. Virtual endoscopy-comparison with colonoscopy in the detection of space-occupying lesions of the colon. *Endoscopy*. 32(3): 226-32. 2000.

