人下顎大白歯の髓室床における象牙細管の走向

石 川 健 祐

東京大学医学部解剖学教室 (指導 大江規玄教授)

(受付: 昭和 43 年 10 月 15 日)

The Course of the Dentinal Tubules in the Floor of Pulp Chamber of the Human Mandibular Molar.

Kensuke Ishikawa

Department of Anatomy, University of Tokyo, Faculty of Medicine.

(Director: Prof. Dr. Tadahiro Ooe)

歯髓腔は歯冠部では拡つて髓室と呼ばれる。単根歯の髓室は根尖に向って細くなり根管に移行するが、多根歯の場合には髓室床が生ずる。髓室床は歯を根の方からみた場合には根の分岐部に相当する。髓室床象牙質は研磨標本でみると図 1 に示すように染色性が悪く、尖を髓室の方に向けた円錐形を呈している。Everett et al. (1958)¹⁾ はこれを象牙質円錐 dentin cone, Kovacs (1963)²⁾ は癒痕 cicatrice と呼んでいる。しかし詳しい組織学的検討はなされていない。

象牙質の研究は非常に数が多い³⁾⁻⁷⁾。しかしすべて総論的のもので、歯牙の部位的特長、特に髓室床象牙質を取扱ったものはほとんどない。故に筆者はこの部の象牙質の組織像を詳しく調べた。そして興味ある知見を得たので、本論文では髓室床における象牙細管の走向について論述する。

材料と方法

研究対象は人の下顎第一、第二大臼歯に限定した。材料は歯種のはつきりした抜去歯と個体歯で、根の癒合及び過剰根などのない正常形態のものを選んだ。

次に標本の作成方法と材料の数を表示する。

(1) 研磨標本

	hematoxylin 染色		carbol-fuchsin 染色	無染色
	第一 大臼歯	第二 大臼歯	第一 大臼歯	第二 大臼歯
頰舌断	16	9	3	4
水平断	8	0	2	0
近遠心断	0	0	0	1

(2) 脱灰連続切片標本

Formalin 固定, 5% HNO₃ 脱灰, celloidin 包埋の後、頰舌断、水平断、近遠心断の連続切片標本を作成し、大部分は hematoxylin eosin 染色、一部は thionin picrin 酸 (Schmorl) 染色を行った。

	H. E. 染色		Schmorl 染色	
	第一 大臼歯	第二 大臼歯	第一 大臼歯	第二 大臼歯
頰舌断	10	7	1	2
水平断	3	3	0	0
近遠心断	2	0	0	0

以上の切片標本を検鏡して象牙細管の走り方を立体的に検討した。

所 見

髓室床象牙質の歯髓に面する側には第二象牙質がみられることが多いが、第二象牙質はすべて考慮外においた。

以下切片の作成方向別に分けて所見を記述す

図1 第一大臼歯の歯冠中央部の頬舌断研磨標本 hematoxylin 染色 $\times 6.8$

図2 第一大臼歯の髓室床中央部の頬舌断 脱灰連続切片標本 H.E. 染色 $\times 28$

る。はじめに第一大臼歯について一般的所見を詳細に記載し、次に標本による差にふれ、第二大臼歯の特長を補足する。

1. 頬舌断による観察

図1は歯冠中央部の頬舌断で、歯冠象牙質では細管はS状にほぼ平行に走っている。歯冠象牙質

に属する細管のうち、頬側及び舌側下端から起つたものは、歯髓面では互に近寄って髓室床に楔状の区域をのこしている。髓室床では尖を髓室側に向けた楔状の染色性の悪い区域が目につく。この部分が Everett et al. が名付けた象牙質円錐であり、その区域内では細管が少いことが目につく。

図2、図3aは歯冠中央部の頬舌断の髓室床部

図3a 第一大臼歯の髓室床中央部の頬舌断 研磨標本 hematoxylin 染色 $\times 19.7$

図3b 図3aの頬側の強拡大 $\times 40$ 象牙細管の横断像が著明である

図3c 図3aの舌側の強拡大 $\times 40$ 細管の横断像斜断像がみえる

図4a 第一大臼歯髓室床の近心寄りの頬舌断 脱灰連続切片 H. E. 染色 ×52

図4b 図4aの頬側の一部強拡大 ×52
象牙細管の横断像、斜断像の幅が広がっている

の中拡大を示す。図2は脱灰切片、図3aは研磨標本である。髓室床象牙質には研磨標本及び脱灰切片標本の多くに hematoxylin に濃染する線条がみられる。この線条は歯冠象牙質の外形とほぼ同じ輪廓を示して髓室全周を囲み、根間稜（根の対向面の間を結ぶ稜, Jørgensen (1950)⁸⁾, Everett et al. (1958)¹⁾, 石川 (1965)⁹⁾）に相当する処ではこれに応じた下方え向った突出を示している。これは分界線 line of demarcation (Orban)⁶⁾と同じ性質と思われるので以下分界線と記載する。髓室床では、その内の一本が特に顕著であり、この線により髓室床は上部と下部に分けられる。

さらに象牙質円錐の頬側と舌側に hematoxylin に濃染する数本の線条がみられる(図2, 図3b)。

この線条は下外側より斜に上内側にのびていて、この線条下方は今のべた分界線に平行している。は舌側より頬側で目立つことが多い。以下これを濃染条と記載する。

興味ある所見は分界線と濃染条の領域には細管の横断、斜断及び小彎曲像よりなる帯状をなした部位があることである。この区域も舌側より頬側に著明である。図3b, 図3cは頬側及び舌側の一部の強拡大を示している。細管の横断像がはつきりとみられる。

髓室床下部の細管は中央ではほぼ鉛直に走り、より周辺側では表層から髓室に向って内上方にS状に彎曲して走り、分界線を横切る処で頬舌的に狭窄をうけた彎曲を示す。

髓室床上部では分界線の処で狭窄をうけた後、中央部の細管はほぼ鉛直に髓室に至る。中央部は比較的染色性がよいが、頬側寄りと舌側寄りの区域では細管が少く、染色性の悪い、髓室迄は達していない紡錐状の領域があり、これは象牙質円錐の外側壁をなしている。この領域を Everett et al.¹⁾は zone of dislocation と記している。図1にはつきりと見えている。この領域も舌側より頬側の方が明瞭である。

次に連続切片を近心及び遠心方向にたどって観察すると、象牙質円錐は漸次に細くなってくる。数本の濃染条と分界線に挟まれた区域にみられた細管の横断像は中央部に向って移動し、幅も広く

根間稜
図5 第二大臼歯の髓室床中央部の頬舌断
研磨標本 hematoxylin 染色 ×22

なってくる(図4a)。頬側と舌側下端では横断像と共に斜断像が多くなり(図4b)、髓室床上部においても横断像が多くなる。

さらに近遠心にたどると、近心根又は遠心根への移行部に至り、頬側と舌側の外下方に横断像が拡がり、根管壁に及んでいる。zone of dislocation も消失する。歯冠中央部で数本認められた濃染条

は次第に数が減り、頬側、舌側共に下端から短くなり、さらに根管壁に近ずくと消失する。

以上は第一大臼歯についての一般的記述であるが、標本によつては濃染条は著明でないことがある。また頬舌断中央部でみた細管の横断、斜断及び小彎曲像が著明でない例がある。第二大臼歯では第一大臼歯とほぼ同様の様相を示すが、細管の

図6a 二根が舌側だけついた高さの水平断 (m: mesial, d: distal)

図6a~e は第一大臼歯の脱灰連続切片標本の拡大図

図6b 二根が頬側と舌側でついた高さの水平断 (m: mesial, d: distal)

図6c 髓室床がほぼ円形を呈する高さの水平断 (m: mesial, d: distal)

図6d 図6c よりやや上の高さの水平断
(m: mesial, d: distal)

図6e 髓室床上部の歯髄面に近い高
さの水平断(m: mesial, d: distal)

彎曲の程度は少い。図5は第二大臼歯の頬舌断中央部で図2、図3aに比べて、細管の彎曲は少ないことが明らかである。

2. 水平断による観察

髓室床象牙質を表層から髓室に向って観察記載する。分岐部下方で、根がまだ二根に分れている高さの切片では、根の対向面側の象牙質は他の部位の象牙質より染色性が悪い。細管は表層から根管に向って互に平行に走っている。

次に頬側或は舌側で二根がついた高さになると(図6a)、根の対向面側と他の部位の象牙質との境には带状に細管の横断像がみえる。これは表層から一様に根管に向って走る細管の一部が根管に達しないためである。また遠心根の対向面側に於ても表層からやや内側に、頬舌的に細長い領域をなして横断像がみられ、縦断像に移行して根管に至る。この横断像に続いて舌側の結合部に於ても横断像がみられ、歯根象牙質との境の带状の横

断像との間はS状にゆるく彎曲している縦断像がみえる(図6a)。

次に頬側と舌側で二根がついた高さでは(図6b)、髓室床の最下面は近心根と遠心根の対向面象牙質と二根の結合部の象牙質とによってつくられている。細管の走向は図6aで記載したこととほぼ同様であり、結合部に横断像がみられる。舌側では髓室床と歯冠象牙質との移行部の带状の横断像の端に濃染条の一部が二個みえる(図6b)。遠心側には歯冠象牙質が頬側と舌側表層より近遠心軸に向って走っている。

図6cはまだ髓室床下部に相当する高さの切片からの図である。髓室床はほぼ円型を呈し、周辺の歯冠象牙質との境は細管の斜断像でつくられている。頬側では象牙質円錐のやや中心側で細管が近心及び遠心根管に向って走り、その端は今のべた斜断像となり円錐の縁をなしている。遠心側には図6bと同様に根管との間に歯冠象牙質がある。舌側に於ても細管の走向は頬側とほぼ同様で

あるが、歯冠象牙質との境には細管の横断像がみえる。象牙質円錐の中心部には細管の横断像がみられ、特に中央には近遠心的に走る根間稜の部位に相当して帯状の横断像が著明である。この横断像の頰側には尚セメント質がみられる(図6c)。頰側の濃染条は二個みられ、近心の方が明瞭であり、彎曲して近心根管壁に至り、さらに舌側迄続いている。

歯冠象牙質は近心と遠心寄りでは、濃染条の外面に沿って、横断或は斜断像がみられ根管には至らない。濃染条よりやや離れた処では髓室床を囲むように彎曲して根管に達している(図6c)。

図6dはさらに上方の面を示している。濃染条は頰側に於ても連つてほぼ円形を呈し、髓室床は大きく拡っている。近心側は近心根管の内側壁にほぼ接しているが、遠心側では根管との間に頰側と舌側の表層から歯冠象牙質が入り込んでいて、頰舌の中央部で根管壁に至る。歯冠象牙質との境は細管が少なく染色性が悪い。

髓室床の細管は図6cについて記したこととほぼ同様で、中央部は横断像、周辺部は頰側舌側共に正中部から各々近心及び遠心根管の対向壁の中央部に向つて彎曲し、その先端は円形の濃染条の内側で斜断像を呈する。中央部には細管の横断像が、近心根と遠心根を結ぶ根間稜に相当してあり、これによつて髓室床は頰側半と舌側半とに分けられている(図6d)。

さらに髓室床上部との境に近くなると、髓室床の円は次第に小さくなると共に濃染条は処々で断絶して、はつきりしなくなる。

図6eは髓室床上部の高さからとつた図で、中央部で根間稜に相当した区域に細管の横断像が帯状にみられる。歯冠象牙質は頰側と舌側の表層から髓室床に入り、中央部で屈曲して根管の対向壁に達している(図6e)。

以上は水平断でみられる第一大臼歯の一般的所見であるが、頰舌断で記したように水平断に於ても、髓室床下部で歯冠象牙質との境がはつきりしない例、即ちこの境にみられる濃染条、細管の横断或は斜断像が不明確な例がある。これは髓室床

の頰側半より舌側半に於て多い。第二大臼歯に於ては頰舌断についてのべたのと同様に、濃染条、円錐、細管の斜断像などが著明ではない。

3. 近遠心断による観察

頰側或は舌側端から中央部に向つて髓室床の切片の観察所見の変化を記述する。頰側または舌側端では髓室床下部の細管は象牙質表層から上方に髓室に向つてほぼ鉛直方向に走るが、髓室床の上部は横断或は斜断像がみられる。

頰側或は舌側端よりやや内側で(図7は頰側寄りの切片を示す)、濃染条が現れる。濃染条を境にして髓室床上部と下部がはつきりと分れ、両方で細管の走向が変わる。濃染条より上部では中央部は歯冠象牙質がつくり、一様に髓室に向つて走る斜断像がみられる。髓室床下部では細管はやや細く、表層からまず鉛直方向に走り、次に近心方向または遠心方向に約90°彎曲して水平方向に走り、再び鉛直方向に強く彎曲して根管口よりやや下方の歯髓面に至る。第一の彎曲と第二の彎曲の間の水平走向は概して二条の濃染条に挟まれた領域内にある。歯冠象牙質との境は細管が少なく、染色性が悪い(図7)。

頰舌の中央部では(図8)髓室床下部は頰側端、舌側端に比べて上下に厚く、象牙質表層の近遠心径も大きくなる。頰側又は舌側にみられた細管の二つの彎曲の程度は小さくなり、細管は象牙質表層より髓室に向つて扇状に走り、分界線の処にわずかに横断像や小彎曲像がみられるだけとなる。髓室床上部の中央部では、細管は分界線の処で幾分近遠心的に狭窄を受けた後、ほぼ鉛直に髓室に至る。より近心と遠心に寄つた処では、濃染条の切れている処から、分界線を横切つて根管口の方方向に強く折れ曲がつた小彎曲像がみられ、髓室床の近心壁と遠心壁に達している。

濃染条は近遠心断でみると、髓室に向つて凸形で、象牙質の分界線に一致した処にあり、髓室床を上下に二分しているが、下方は根管壁に沿つて根の対向面の象牙質内を下向して、根尖付近に迄たどることが出来る。

図7 第一大臼歯髓室床の舌側寄りの近遠心断 脱灰連続切片 H. E. 染色 $\times 52$

細管の横断像と小彎曲線

図8 第一大臼歯の髓室床中央部の近遠心断 脱灰連続切片 H. E. 染色 $\times 28$

第二大臼歯に於ては第一大臼歯でのべた細管の二つの彎曲は著明でなく、水平方向の走向はみられない。分界線の処で少し方向を変えるだけである。

考 察

髓室床象牙質には象牙質表層の輪廓とほぼ一致した hematoxylin に濃染する線条があり、その著明な一本により髓室床は上部と下部に分けられている。さらに髓室床下部と歯冠象牙質との境には、下方は分界線に沿って、やはり hematoxylin に濃染する線条がある。この濃染条は立体的に考

えると近遠心径より頬舌径がやや長く、高さの低い円錐形をなし、頬側と舌側の下端では帽子の底のように小突出をつくり、近心側と遠心側では根管壁に沿って根尖付近に迄下向している(図10、図11の破線で描いた処)。分界線と濃染条は同じ性質のものと思われるが、濃染条と記したのは頬舌断でみると、分界線より幅が広いため、水平断、近遠心断では明確に区別出来ない。

この円錐形以外の部位の象牙質では、細管は従来記されているように、象牙質表層より歯髓腔に向つてゆるくS状の彎曲を描いて走っている。Tomesはこの曲線を primary curvature と名付け

近心根管の入口

遠心根管の入口

図9 水平断の模型図

図10 頬舌断の模型図

た (Schour⁷⁾より引用)。

三方向に切った連続切片の観察所見から、髓室床部の細管の走向を立体的に考察する。図9、10は髓室床における細管の走向を模型的に表わしたものである。図9は歯冠の髓室蓋を取去って髓室床を歯髓腔の方からみた図で、近心根と遠心根の入口の間が髓室床である。これは象牙細管の終る面である。破線で描いたのは発生学的に一番初めに出来たと考えられる髓室床の輪廓であつて、従

図11 近遠心断の模型図

つて象牙細管の始まる面である。図10は頬舌断、図11は近遠心断の各々中央部の模型図で以下これらの模型図を基にして立体的に考察する。

図10右側で象牙質表層 a, b, c の○印から起つた細管は、矢印で示した如き曲線をつくつて歯髓面に終ることは、頬舌断 (図1, 2, 3) 水平断 (図6e)その他から明らかである。図9の下半分もこれらの細管を示している。これは歯冠象牙質の歯頸側えの続きであり、これを取去ると髓室床は円錐形となる。図11ではこの部はみえないわけである。

図9の上半分と図10の左側及び図11は歯冠象牙質を考慮外においた場合の図である。図10の象牙質表層の1, 2, 3, 4さらに、より近心或は遠心側の1', 2', 3', 4'の○印から起つた細管は図9上半分に模型的に示す如く、髓室床中央部 (図9と図10の1, 2及び図11の2)は髓室面に、周辺部 (図9の1', 2'及び3, 3', 4, 4'と図10の3, 4及び図11の2')の大部分は根管の入口近くの歯髓面に終る。

髓室床中央部では細管の彎曲は少く、分界線の処で方向を少し変えてほぼ真直に髓室面に走る。この点は水平断で中央部、特に根間稜の処で横断像、頬舌断と近遠心断では縦断像が現れるので明瞭である。図9と図10の1, 2及び図11の2な

どがこれに当る。

図9の3, 3'と4, 4'のように髓室床周辺部の頬側または舌側寄りから起る細管の走向はやや複雑であるが、分界線(図10, 図11の破線で描いた処)で方向を変えて根管口近くの方にずれる。頬側又は舌側に行くにつれて彎曲の程度は大きくなり、表層からの高さが低い位置で(図10の3, 4), 直角をなして水平に近遠心軸に向って走り、再び屈曲して根管口付近に走る。即ち2より3, 3より4の細管の方が屈曲が大きい(図9)。また近心或は遠心側寄りのもの、即ち3', 4'は3, 4より彎曲の程度が強い。これは近遠心断でみられる(図11で明らかである)。また舌側より頬側の方が強い。これは三方向から確認される。尚近遠心断で横断像が現れるのは、分界線の処だけであるから、頬舌方向への流れは少いと思う。

水平断でみられた円錐の縁の細管の斜断像は、今のべた水平方向に走る部分が集ってつくられたものと思う。この水平走向の部分は先述の濃染条の間にある。

周辺部の細管の走向の特長は一次彎曲が甚だ強くなったもので、はじめ上方に、次に近心又は遠心方向に屈曲して水平に走り、さらに屈曲して斜上方に走って歯髓面に至る。

髓室床象牙質は、歯冠から象牙質が連続的にのびて来てつくられると、一般的に考えられている。しかし Jørgensen (1950)⁸⁾, 大江 (1966¹⁰⁾, 1968¹¹⁾によると、髓室床には別に象牙質核が生じ、これが歯冠象牙質と癒合して形成されるという。図10について言えば、従来の考えでは、細管は4→3→2→1の順に出来る訳であるが、大江によると、1→2→3→4の順に出来るのである。今のべた細管の走向はこの考え方から説明されると思う。即ち3, 4の細管の特殊性は、1, 2より後からつくられたためと考えられる。第一大臼歯と第二大臼歯の差異、頬側と舌側の差も発生学的の差によるものであろう。これらをさらに明確にするには、生体染色を試みなくてはならないと思う。

結 論

頬舌、近遠心、水平の三方向に切った脱灰連続切片と研磨標本を観察して、人下顎大臼歯の髓室床における象牙細管の走向の特長を明らかにした。

髓室床は分界線によって上部と下部に分けられ、さらに歯冠象牙質との境に、分界線に沿って、濃染条がみられる。これは頬側で著明である。

細管は髓室床の中央部では象牙質表層から髓室に向ってほぼ真直に走り、分界線で幾分屈曲して走向が変わる程度である。中央部より頬側又は舌側寄りに行く程、細管は分界線の処で近心又は遠心に屈曲して水平に走り、更に屈曲して根管入口近くの歯髓面にひらく。水平に走る部分は濃染条の間にある。この細管の二つの屈曲は一次彎曲の著しく強くなったものと考えられ、頬側又は舌側のもの程、程度が強く、また舌側より頬側で著明である。

この細管の走向の特殊性は髓室床象牙質が歯冠から連続してつくられるのではないことを物語ると思う。

第二大臼歯では、濃染条、細管の彎曲が著明ではない。従って髓室床の円錐形は第一大臼歯より目立たない。

稿を終るに際して、終始御懇篤な御指導御校閲を賜った大江教授に深く感謝致します。また種々御援助をいただいた解剖学教室の各位、ならびに写真作製の面で多大の御協力をいただいた福田保示技官に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Everett, F. G., Jump, E. B., Holder, J. D. & Williams, G. C.: The intermediate bifurcational ridge: A study of the morphology of the bifurcation of the lower first molar, J. D. Res., 37: 162-169, 1958.
- 2) Kovacs, I.: Contribution à l'étude de la morphologie odontogénétique des dents humaines, Bul. du group. intern. Rech. scient. Stomat., 6: 95-124, 1963.
- 3) 藤田恒太郎: 歯の組織学, 東京, 1961, 医歯薬出版.

- 4) Lehner, J. u. Plenk, H. : Die Zähne. Möllendorff's Handbuch d. mikrosk. Anatomie des Menschen; V/3, Berlin, 1936, Julius Springer.
- 5) Meyer, W. : Lehrbuch d. normalen Histologie u. Entwicklungsgeschichte d. Zähne, 2 Aufl. München, 1951, Carl Hanser.
- 6) Sicher, H. : Orban's Oral histology and embryology, 5ed., St. Louis, 1951, Mosby.
- 7) Schour, I. : Noyes' Oral histology and embryology, Philadelphia, 1962, Lea & Febiger.
- 8) Jørgensen, K. D. : Macroscopic observation on the formation of the subpulpal wall. Odontologisk Tidskrift, 2 : 83-103, 1950.
- 9) 石川健祐 : 人下顎大臼歯の根間稜の観察, 口病誌, 32 : 242, 1965, (抄録).
- 10) 大江規玄 : 髓室床の発生, 解剖誌, 41 : 185, 1966, (抄録).
- 11) 大江規玄 : 歯の発生学, 東京, 1968, 医歯薬出版.