

髄床底部の穿孔の処置法に関する実験的研究

石田 達郎 浜口 雅明 斎藤 裕志
村上 直美 鈴木 哲男 武田 泰典*

岩手医科大学歯学部歯科保存学第一講座（主任：石橋真澄教授）

岩手医科大学歯学部口腔病理学講座*（主任：鈴木鍾美教授）

〔受付：1985年5月18日〕

抄録：髄床底付近の穿孔に対する適切な処置法ならびに封鎖材料についてのより深い知見を得ることを目的として、今回はまず、成犬の上下顎臼歯を用い、髄床底穿孔部を水硬性仮封材（Cavit®）、水酸化カルシウム（MPC®）、ガッタパーチャ（Obturation Gutta®）、アマルガム、酸化亜鉛ユージオールセメント（ユージダイン®）の各材料で封鎖し、27歯についてその治療経過を病理組織学的に観察した。

1. いずれの実験群にも、穿孔部付近の歯周組織には慢性的炎症性変化が生じており、また上皮の侵入増殖も多くみられた。
2. 水硬性仮封材（Cavit®）群では、長期間経過例で炎症性病変が進展していた。
3. 水酸化カルシウム製剤（MPC®）群、ガッタパーチャ（Obturation Gutta®）群、酸化亜鉛ユージオールセメント（ユージダイン®）群、対照群では、期間の経過と炎症性変化の程度に特に関連は認められなかった。
4. 炎症性変化の拡がりが最も小さかったのはアマルガム群で、水酸化カルシウム製剤（MPC®）群、酸化亜鉛ユージオールセメント（ユージダイン®）群、対照群では概して炎症巣の拡がりは広範であった。
5. 髄床底穿孔部を適切に封鎖することは難しく、穿孔部処置後の良好な予後を期待することは困難であると考えられる。

Key words : perforation, tooth furcation, histopathology

緒 言

抜髄および根管処置の際の偶発事故の一つに切削器具による人工的穿孔がある。この人工的穿孔に対する髄腔内よりの治療処置としては、従来、酸化亜鉛ユージオールセメント、ガッタパーチャ、アマルガム、水酸化カルシウム、水硬性仮封材（Cavit®）などによる穿孔部への封鎖処置が行われてきた。この処置の予後は、1) すみやかなる処置¹⁻¹²⁾、2) 穿孔部の十分

な止血¹³⁾、3) 穿孔部の無菌的な処置^{11, 12, 14)}、4) 適切な封鎖¹⁴⁾などの条件によって左右されるといわれている。従来、偶発症としての人工的穿孔に関しての処置法の研究は数多く見られ、撫養ら¹¹⁾もまた根管壁穿孔症例の予後成績について報告している。

髄床底付近の穿孔に対する処置に関しては、本邦では松宮ら¹⁵⁾が犬の歯を用いて実験を行い、その治療過程を病理組織学的に観察している。また、最近 Eldeeb ら¹⁴⁾は犬の臼歯の髄

Experimental study on endodontic treatment for the perforation in the region of tooth furcation.
Tatsuro ISHIDA, Masaaki HAMAGUCHI, Hiroshi SAITO, Naomi MURAKAMI, Tetsuo SUZUKI and Yasunori TAKEDA*

(Department of Endodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka 020)

(*Department of Oral Pathology, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka 020)

岩手県盛岡市中央通 1-3-27 (〒020)

*岩手県盛岡市内丸19-1 (〒020)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 10: 85-93, 1985

床底を実験的に穿孔し、穿孔部をアマルガム、Cavit®, 水酸化カルシウムでそれぞれ封鎖した場合の3カ月後の穿孔部付近の変化をX線のならびに病理組織学的に観察している。その結果、髄床底部の穿孔の処置にはアマルガムが最良ではないかとの見解を述べている。しかしながら、この付近の穿孔による創傷は根管壁の穿孔とは異なり、歯周ポケットと交通して細菌感染を起こしやすく、このため治癒が難しく、適切な処置法がまだみつかっていないのが現状である。

それゆえ、我々は、髄床底付近の穿孔に対する適切な処置法ならびに封鎖材料についてのより深い知見を得ることを目的として、今回はまず、従来用いられてきた封鎖材料の利用価値について検討した。すなわち、成犬を用い、髄床底穿孔部を種々の材料により封鎖し、その治癒経過を病理組織学的に観察した。

実験材料および方法

実験には、体重10~15kgの成犬3頭(A, B, Cと呼ぶ)の上下顎臼歯計33歯を使用し、麻酔にはベントバルビタール・ナトリウム(Nembutal®) 25 mg/kgを用い、静注した。口腔内を十分に消毒し、可及的に防湿法を行いながらエアータービンおよび低速電気エンジンにて髄腔開拓を行い、通法通りに抜髄、根管形成後、ガッタパーチャポイントと根充用ユージノール糊剤(キャナルス®; 昭和薬品化工社製)を用いて根管充填を行った。なお、術前に肉眼所見ならびにX線所見にて被験歯の歯質および歯周組織に著変のないことを確認した。その後、#2($\phi 1.0\text{mm}$)または#5($\phi 1.6\text{mm}$)のラウンドバーにて髄床底部を歯根膜に達するまで穿孔し、X線撮影にて穿孔したことを確認した。滅菌生理食塩水で洗浄止血後、この部位をアマルガム(以下AMと略す)、水酸化カルシウム製剤(MPC®; Kerr社製、以下MPCと略す)、酸化亜鉛ユージノールセメント(ユージダイン®; 昭和薬品化工社製、以下EZと略す)、水硬性仮封材(Cavit®; ESPE

社製、以下Cavitと略す)、ガッタパーチャ(Obturation Gutta®; 東洋化学研究所、以下OGと略す)の各材料にて封鎖、その上をリン酸亜鉛セメントとアマルガムで二重仮封を行った。なお穿孔部を特に封鎖せず、そのまま二重仮封を行ったものを対照群とした。

実験期間は、施術後2月から16カ月で、実験終了後は、動物を全身麻酔下で屠殺した。被験歯のX線撮影後顎骨を鋸断し、直ちに10%中性ホルマリンにて固定後、Plank & Rychlo迅速脱灰液で脱灰、ツェロイジン包埋後、近遠心方向に連続切片を作製、ヘマトキシリン・エオジン染色を施し鏡検した。なお実験上の失敗例等を除き、実際に鏡検観察に使用したものは被験歯33歯のうち27歯であった。

炎症性変化の評価法

根分歧部における穿孔部封鎖後の歯周組織の変化を観察すると、程度の差はあれ、ほぼ同様の組織所見を呈する慢性炎症性病変が生じており、その程度を、炎症性細胞の種類、細胞浸潤の程度、歯槽骨の破壊、新生骨の添加、線維化のそれぞれの程度等によって判定することは困難であった。このため、今回は、炎症性病変の拡がりの程度を比較することによって歯周組織の炎症性変化を評価することにした。すなわち穿孔部の炎症性変化の拡がりをNikon社製Profile Projector V-12とDigital Counter CM-6Sを用い、まずProfile Projector V-12にて一定倍率で拡大投影した後、図1に示すように封鎖材料直下から炎症巣の拡がりの最大径をDigital Counter CM-6Sにて計測した。

実験結果

1. 実験期間と炎症巣の拡がり

1) Cavit群

表1に示すように、炎症巣の拡がりは4カ月経過例で0.59mm、9カ月経過例で0.58mm、13カ月経過例では1.40mmと2.34mmであり、13カ月経過例ではそれ以前よりも著しく拡大していた。また上皮の侵入は13カ月経過例の1例

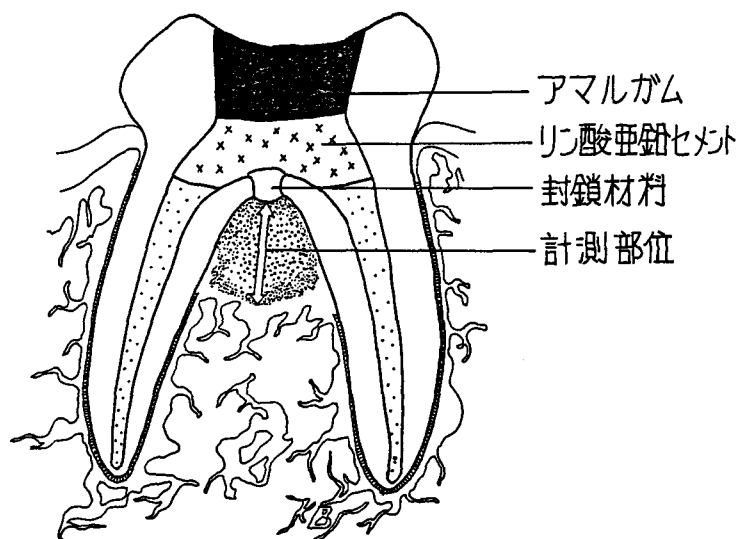


図1 炎症巣の拡がりの計測方法

表1 水硬性仮封材 (Cavit®) 封鎖群

実験期間	標本番号	歯種	炎症巣の 拡がり (mm)	上皮の 侵入	封鎖材料の 溢出 (mm)
4 カ月	A-9	8	0.59	(-)	+0.43
9 カ月	B-9	8	0.58	(-)	-0.41
13 カ月	C-10	9	1.40	(-)	+0.58
13 カ月	C-11	8	2.34	(+)	+1.50

表2 水酸化カルシウム製剤 (MPC®) 封鎖群

実験期間	標本番号	歯種	炎症巣の 拡がり (mm)	上皮の 侵入	封鎖材料の 溢出 (mm)
2 カ月	A-8	9	1.94	(+)	+0.62
4 カ月	A-1	9	1.52	(+)	0
12 カ月	B-7	8	3.00	(+)	0
14 カ月	C-8	9	2.95	(+)	+0.22
16 カ月	B-4	9	2.69	(+)	+0.55
16 カ月	C-4	9	1.70	(+)	0

にだけみられた。

2) MPC群

表2に示すように、炎症巣の拡がりは2カ月経過例で1.94mm、4カ月経過例で1.52mm、12カ月経過例で3.00mm、14カ月経過例で2.95mm、16カ月経過例では2.69mmと1.70mmであった。すなわち、実験期間と炎症巣の拡がりとの間には、特に関連は認められなかった。また、上皮の侵入はすべての症例にみられた。

3) OG群

表3に示すように、炎症巣の拡がりは2カ月経過例で1.42mm、4カ月経過例で0.72mm、16カ月経過例では1.90mmと0.80mmであった。すなわち、本群においても実験期間と炎症巣の拡がりには特に関連は認められなかった。また、材料の歯周組織への溢出がすべての症例にみられ、他群と比較してその程度は大きかった。しかしながら、OGの溢出の程度と炎症巣

表3 ガッタパーチャ (Obturation Gutta®) 封鎖群

実験期間	標本番号	歯種	炎症巣の 拡がり (mm)	上皮の 侵入	封鎖材料の 溢出 (mm)
2 カ月	A-7	8	1.42	(-)	+1.69
4 カ月	A-2	8	0.72	(-)	+2.03
16 カ月	B-3	8	1.90	(-)	+1.33
16 カ月	C-3	8	0.80	(-)	+1.63

表4 アマルガム封鎖群

実験期間	標本番号	歯種	炎症巣の 拡がり (mm)	上皮の 侵入	封鎖材料の 溢出 (mm)
9 カ月	B-10	9	0.51	(-)	+0.60
9 カ月	B-11	8	0.14	(-)	+0.54

表5 酸化亜鉛ユージノールセメント (ユージダイネ®) 封鎖群

実験期間	標本番号	歯種	炎症巣の 拡がり (mm)	上皮の 侵入	封鎖材料の 溢出 (mm)
2 カ月	A-6	7	1.95	(-)	+0.78
4 カ月	A-3	7	2.10	(+)	0
14 カ月	C-6	7	2.00	(+)	0
16 カ月	B-2	7	2.35	(+)	-0.68
16 カ月	C-2	7	1.32	(+)	+0.44

表6 対 照 (非 封 鎖) 群

実験期間	標本番号	歯種	炎症巣の 拡がり (mm)	上皮の 侵入	封鎖材料※ の溢出 (mm)
2 カ月	A-5	6	1.33	(+)	+0.48
4 カ月	A-4	6	1.65	(+)	+0.10
9 カ月	B-5	6	1.22	(+)	+0.80
14 カ月	C-5	6	1.60	(+)	+1.57
16 カ月	B-1	6	2.10	(+)	-0.76
16 カ月	C-1	6	1.80	(+)	+0.69

※ リン酸亜鉛セメント

の拡がりの程度には特に関連は認められなかった。また、上皮の侵入はすべての症例においてみられなかった。

4) AM群

表4に示すように、炎症巣の拡がりは9カ月経過例でそれぞれ0.51mmと0.14mmであった。また、上皮の侵入はどの症例でもみられなかった。

5) EZ群

表5に示すように、炎症巣の拡がりは2カ月経過例で1.95mm、4カ月経過で2.10mm、14

カ月経過例で2.00mm、16カ月経過例の2例では2.35mmと1.32mmであった。すなわち、16カ月経過例(1.32mm, C犬)1例を除いては、炎症巣の拡がりとは同程度であり、期間の経過と炎症性変化の拡がりとの間には特に関連は認められなかった。なお、上皮の侵入は、2カ月経過例の1例を除いてすべての症例にみられた。

6) 対照群(非封鎖群)

対照群は穿孔部を封鎖せず、リン酸亜鉛セメントとアマルガムにて二重仮封を行った。その結果、表6に示すように、炎症巣の拡がりとは2

カ月経過例で1.33mm, 4カ月経過例で1.65mm, 9カ月経過例で1.22mm, 14カ月経過例で1.60mm, 16カ月経過例では2.10mmと1.80mmであった。すなわち, 本群においても実験期間と炎症巣の広がりとの間には特に関連は認められなかった。なお, 上皮の侵入はすべての症例にみられた。

以上, 実験期間と炎症巣の広がりと比較したが, 全体的には, MPC群, EZ群, 対照群の炎症巣の広がりの方が比較的大きかった。また, 炎症巣の広がり最も小さかったのはAM群であった。

なお, 今回の実験では, 穿孔に用いたバーの太さと炎症巣の広がりとの間には特に関連を見い出せなかった。

2. 病理組織学的所見

病理組織学的に根分岐部の穿孔封鎖部付近の歯周組織には種々の程度の慢性炎症性変化が認められた。

慢性炎症性変化が軽度のものは, 封鎖材料に接して菲薄な線維性結合組織の層がみられ, 一部には骨組織の形成も認められた(図2)。なお, 封鎖材料に接した線維性結合組織層内外で

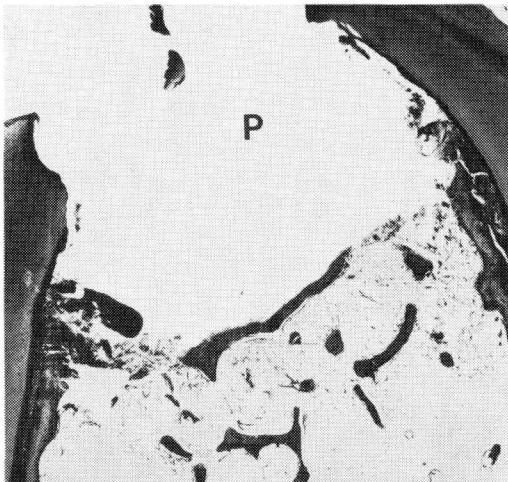


図2 慢性炎症性変化の軽度例
封鎖材料に接して菲薄な線維性結合組織と骨組織の形成をみる。
アマルガム封鎖群9カ月例(標本番号B-11)。
ヘマトキシリン・エオジン染色 ×20
P: 穿孔部

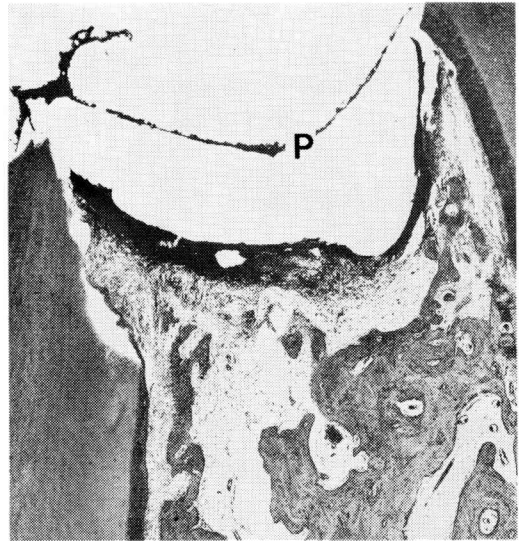


図3 慢性炎症性変化の中等度例
封鎖材料に接して炎症性肉芽組織がみられるが, 歯槽中隔部への炎症性変化の波及は著しくない。
酸化亜鉛ユージオールセメント(ユージダイン®)封鎖群2カ月例(標本番号A-6)。
ヘマトキシリン・エオジン染色 ×20
P: 穿孔部

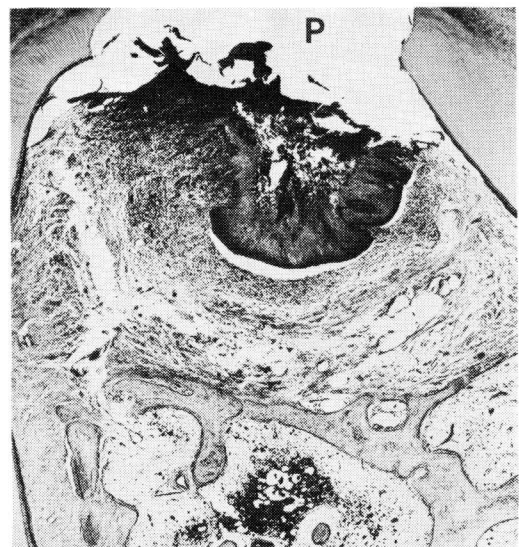


図4 慢性炎症性変化の高度例
封鎖材料に接して上皮の侵入を伴う炎症性肉芽の増生がみられ, さらに炎症性変化は歯槽中隔部深部へおよぶ。
水酸化カルシウム製剤(MPC®)封鎖群14カ月例(標本番号C-8)。
ヘマトキシリン・エオジン染色 ×20
P: 穿孔部

は、び慢性にごくわずかの小円形細胞浸潤がみられるのみであり、他に著変は認められなかった。歯槽中隔部骨組織は疎な梁状骨よりなっており、この部分への炎症の波及は認められなかった。

次に慢性炎症性変化が中等度のものは、封鎖材料に接して炎症性肉芽組織が密にみられ、しかも、下方の歯槽中隔部上部の骨組織にも炎症が波及していた(図3)。しかしながら、周囲骨組織には活発な反応性改造像がみられ、深部への炎症の波及はなかった。

慢性炎症性変化が高度な場合、穿孔部封鎖材料の直下には上皮の侵入を伴う炎症性肉芽の増生と、さらに歯槽中隔骨組織深部への炎症性変化の波及が顕著であった(図4)。骨組織の一部にはわずかながら新生像もみられたものの、それらの破壊、吸収が次第に進みつつあった。

考 察

今回の実験では、術後2カ月から16カ月と比較的長期間の観察であったため、各封鎖材料別の実験群とも病理組織学的所見ではいずれも程度の差はあるものの同じような慢性炎症性変化を示していた。このため今回の実験では、穿孔部歯周組織の障害の程度は、個々の実験例の炎症巣の最も深い部分を計測することにより判定した。

今回使用したCavitは、水硬性仮封材として用いられ、その成分はzinc oxide, calcium sulfate, zinc sulfate, glycol acetate, polyvinyl acetate などである¹⁶⁾。Harris¹⁾は、臨床的に根管の歯冠側1/3の穿孔部をCavitで封鎖した183歯について6カ月から10年にわたる観察の結果、その88%が予後良好であったと報告している。しかしながら、Cavitが被吸収性で、封鎖性も劣る材料だと述べている報告も多数ある^{14, 16, 17-19)}。実際、今回の実験でも表1に示すように、4カ月経過例ならびに9カ月経過例では炎症巣の拡がりや軽度であったが、13カ月経過例では炎症性変化は進展していた。これは、Cavitが短期間では良好な封鎖性を示した

が、長期間では封鎖性が低下したというDelivanisとTabibi¹⁹⁾の報告と一致すると思われる。しかしながら、本実験では、穿孔部付近に上皮の侵入増殖がみられたことから歯周病変の波及も考えられた。したがって、Cavit群の長期間例での炎症性変化の拡大は単に材料が被吸収性で、封鎖性も劣るという性質のためだけとは思われない。

水酸化カルシウムは、この材料が被吸収性のもので、穿孔部の緊密な封鎖が得られない¹⁴⁾ことを考慮して、今回は、水酸化カルシウムとして封鎖性の良い硬化型のMPCを使用した。しかしながら、炎症巣の拡がりや、表2に示すように、特に良好な成績であったとは思われない。さらに、すべての症例の穿孔部直下に上皮の侵入増殖がみられ、炎症性変化の拡がりも広範であった。この原因としては、水酸化カルシウムは細胞毒性が強い²⁰⁾という問題の他に、歯周ポケットからの病変の波及や感染などによる影響が考えられる。

ガッターパーチャについては、LantzとPersson⁷⁻⁹⁾は、犬の臼歯の根管側壁を穿孔し、穿孔部をアマルガムまたはガッターパーチャで封鎖後、その変化をX線のならびに病理組織学的に比較し、その結果、ガッターパーチャの方がアマルガムよりも良好な成績であったと報告している。しかしながら、今回の実験では、表3に示すように、短期間例と長期間例を比較しても炎症巣の拡がりには特に関連は認められなかった。また、16カ月経過例の1例(標本番号C-3)で、軽度の骨新生像がみられるものもあったが、本群では、すべての症例において慢性炎症性変化が認められ、総合的にみて良好な成績であったとは思われない。なお、今回使用したOGは、従来のガッターパーチャポイントに比較してガッターパーチャの純度を増してあり^{21, 22)}、シリンジで注入するシステムのため操作性は良好であった。しかし、表3に示すように、このことはかえって本材料の過剰な溢出を招く結果となり、全例に歯周組織内への溢出が起こっていた。したがって、本群にみられる慢性的炎症

性変化はOGの歯周組織内への多量の溢出による機械的刺激がその一因となっていたのではないかと考えられる。

アマルガムに関しては、前述のように良好な封鎖性を有するとの報告が多くみられる^{13,14,16,17-19)}が、今回の2例の9カ月経過例でも炎症性変化は軽度であり、しかもアマルガムに接して一部に骨新生像が認められた。このことは穿孔封鎖部が良好な治癒経過をとり、ほぼ安定した状態にあるものと考えられた。また、表4のように、炎症巣の拡がり是他群と比較して最も小さかった。しかしながら、今回の実験では被験歯が少なく、本材料の有用性についてはさらに例数を増して検討を試みる必要があると考える。

酸化亜鉛ユージノールセメントは、従来、組織刺激性があるとの報告があり²³⁾、ときに強い組織反応が惹起される可能性がある。しかし、人工的穿孔の処置に対して用いられている報告^{5,12)}があるので、今回我々も比較対照のため実験材料として使用した。その結果は、表5に示すように、ほとんどの症例で上皮の侵入増殖ならびに穿孔部の深部にまでおよぶ慢性の炎症性細胞浸潤が認められ、炎症性変化の拡がりも広範であった。これらのことから、酸化亜鉛ユージノールセメントを髓床底穿孔部の封鎖材料として用いたものでは予後が不良であり、良好な治癒は期待できないと考えられる。

対照群について考えてみると、表6に示すように、実験期間と炎症巣の拡がりとの間には特に関連はみられず、全般的には穿孔部直下に慢性の炎症性病変が認められた。さらにすべての症例で上皮の侵入増殖がみられ、このことに関しては、穿孔部の上に填塞したリン酸亜鉛セメントそのものの刺激が加わったことも考えられるが、穿孔部が完全に封鎖されなかったため他の実験群よりも上皮の侵入増殖が起りやすくなったのではないかと考えられる。

今回の実験において、概して1年以上の長期経過例は、短期経過例に比べて炎症性変化の拡がりが大きかった。このことは、封鎖材料そのものの化学的刺激およびその溢出による機械的

刺激によって穿孔をうけた根分岐部付近の歯周組織の炎症が長く持続し、これが長期間経過後に歯周ポケットの形成を促進し、やがてここを介して上皮の侵入増殖が起り、また細菌感染も生じやすくなったためではないかと考えられる。また一方では、辺縁性歯周炎が進行して穿孔部まで波及した結果、穿孔部の炎症性変化をさらに高度とした可能性も考えられる。したがって、このような実験においては、実験動物の歯周疾患をコントロールすることがその成績に大きな影響をおよぼすものと思われ、今後この点に注意していきたい。

そもそも、根分岐部付近は不潔域として、また、歯肉の退縮によって炎症を起こしやすい、いわゆる抵抗減弱部として知られており、さらにこの付近は髓管を介して歯内一歯周疾患が起りやすいといわれている。この様に多くの悪条件が重なっている他に、髓床底穿孔部の処置は、どのような材料を用いても良好な封鎖を得ることが難しく、材料の溢出も起こしやすい。このため、髓床底部の穿孔に対する処置は、一時的に良好な結果が得られても穿孔部が硬組織の形成によって完全に閉鎖されることはなく、長期間経過後においては、不完全な封鎖や溢出した封鎖材料による化学的および機械的刺激が誘因となって歯周病変を誘発、あるいは悪化させることとなり、良好な予後を期待することは極めて難しいものと考えられる。

ま と め

犬の上下顎臼歯を用いて、実験的に髓床底を穿孔後、水硬性仮封材 (Cavit®)、水酸化カルシウム製剤 (MPC®)、ガッタパーチャ (Obturation Gutta®)、アマルガム、酸化亜鉛ユージノールセメント (ユージダイン®) の5種の材料で穿孔部を封鎖し、その治癒経過を27歯について病理組織学的に観察した。

1. 穿孔部では、封鎖材料が穿孔部より溢出していることが多く、特にガッタパーチャ (Obturation Gutta®) 群では他群に比較してその程度は大きかった。このことは、髓床

底部の穿孔に対する封鎖処置の難しさを示唆していた。

2. 水硬性仮封材 (Cavit®) 群では, 短期間例に比較して長期間例で炎症性病変が進展していた。
3. 水酸化カルシウム製剤 (MPC®) 群, ガッターチャ (Obturation Gutta®) 群, 酸化亜鉛ユージノールセメント (ユージダイン®) 群, 対照群においては, 期間の経過と炎症性変化の程度には特に関連が認められなかった。
4. 炎症性変化の拡がりが最も小範囲であったのはアマルガム群で, 水酸化カルシウム製剤 (MPC®) 群, 酸化亜鉛ユージノールセメント (ユージダイン®) 群, 対照群では概して炎症巣の拡がりは広範であった。

5. いずれの実験群にも穿孔部付近の歯周組織に慢性の炎症性変化が生じており, また, 上皮の侵入増殖がみられた。この原因としては, 封鎖材料の化学的刺激および機械的刺激などが考えられるが, 辺縁性歯周炎が進行して穿孔部に波及した可能性も考えられた。
6. 今回の実験結果からは, 髄床底部の穿孔に対する処置は, 一時的に良好な結果が得られても, 穿孔部が硬組織の形成によって完全に閉鎖されることはなく, 長期間経過後においては歯周病変を誘発, あるいは悪化させる恐れがあり, 良好な予後を期待することは極めて難しいものと考えられる。

なお, 本研究の要旨の一部は第78回日本歯科保存学会, 春季学会 (1983年度) において発表した。

Abstract: An experimental study was carried out on endodontic treatment for perforation in the region of tooth furcation.

After pulpectomy and root canal filling, the region of furcation was perforated using round burs. The perforated space was then filled with Cavit®, MPC®, Obturation Gutta®, Amalgam, and Eutedain®. Periodontal tissue adjacent to the perforated regions was examined histopathologically after certain durations of time with particular attention to the extent of chronic inflammatory changes.

Chronic inflammatory changes of the periodontal tissue in the region of the perforation were found in every experimental group and proliferation of the gingival epithelia was found in many cases. The extent of chronic inflammatory changes was slight in group filled with Amalgam, while in other groups which were filled with Cavit®, MPC®, Obturation Gutta®, and Eutedain® the extent of inflammatory changes was from moderate to severe.

In conclusion, the results of the present study suggest that repair of perforation in the furcation area is difficult.

文 献

- 1) Harris, W.E.: A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J. Endod.* 2: 126-134, 1976.
- 2) Strömberg, T., Hasselgren, G., and Bergstedt, H.: Endodontic treatment of traumatic root perforations in man; a clinical and roentgenological follow-up study. *Sven. Tandlak. Tidskr.* 65: 457-466, 1972.
- 3) Frank, A.L., and Weine, F.S.: Nonsurgical therapy for the perforative defect of internal resorption. *J. A. D. A.* 87: 863-868, 1973.
- 4) Luebke, R.G., and Dow, P.R.: Correction of an endodontic root perforation; report of a case. *Oral Surg.* 17: 98-101, 1964.
- 5) Nicholls, E.: Treatment of traumatic perforations of the pulp cavity. *Oral Surg.* 15: 603-612, 1962.
- 6) Riggans, J.W., Jr.: The case history of a root perforation and a method for its prevention. *Dent. Digest.* 77: 275-279, 1971.
- 7) Lantz, B., and Persson, P.A.: Experimental root perforation in dogs' teeth; a roentgen study. *Odontol. Revy.* 16: 238-257, 1965.
- 8) Lantz, B., and Persson, P.A.: Periodontal tissue reactions after root perforations in dogs'

- teeth ; a histologic study. *Odontol. Tidsk.* 75 : 209-220, 1967.
- 9) Lantz, B., and Perssen, P.A. : Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforations in dogs' teeth ; a histologic study. *Odontol. Revy.* 21 : 51-62, 1970.
 - 10) Bhaskar, S. N., and Rappaport, H. M. : Histologic evaluation of endodontic procedures in dogs. *Oral Surg.* 31 : 526-535, 1971.
 - 11) 撫養勉成, 新田光朗, 野田和稔, 松元仁 : 根管治療における根管壁穿孔症例について—患歯の予後成績について—, 日歯保誌. 19 : 361-367, 1976.
 - 12) Seltzer, S., Sinai, I., and August, D. : Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J. Dent. Res.* 49 : 332-339, 1970.
 - 13) Grossman, L.I. : Endodontic Practice. ed. 10, Lea & Febiger, Philadelphia, 224-226, 1981.
 - 14) Mahmoud E. Eldeeb, Mohamed Eldeeb, Abbas Tabibi, and James R. Jensen. : An evaluation of the use of amalgam, Cavit, and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. *J. Endod.* 8 : 459-466, 1982.
 - 15) 松宮誠一, 光永友紀, 山本義茂, 山崎安三 : 歯髄並に根管治療に関する実験的研究 ; 根管処置時の偶発事故による附近組織の変化に就いて (其の一). 歯科学報. 49 : 119-133, 1944.
 - 16) Persson, G., Lennartsson, B., and Lundstrom, I. : Results of retrograde root-filling with special reference to amalgam and Cavit as root filling materials. *Swed. Dent. J.* 67 : 123-134, 1974.
 - 17) Finne, K., Nord, P.G., Persson, G., and Lennartsson, B. : Retrograde root filling with amalgam and Cavit. *Oral Surg.* 43 : 621-626, 1977.
 - 18) Flanders, D.H., James, G.A., Burch, B., and Dockum, N. : Comparative histopathologic study of zincfree amalgam and Cavit in connective tissue of the rat. *J. Endod.* 1 : 56-58, 1975.
 - 19) Delivanis, P., and Tabibi, A. : A comparative sealability study of different retrofilling materials. *Oral Surg.* 45 : 273-281, 1978.
 - 20) Spångberg, L. : Biological effects of root canal filling materials ; reaction of bony tissue to implanted root canal filling material in guineapigs. *Odontol. Tidsk.* 77 : 133-159, 1969.
 - 21) 大津晴弘 : Vertical Condensation に用いるガッタパーチャポイントの研究—特に Opian Carrier 方法に用いるガッタパーチャポイントの組成について—. 歯材器誌. 35 : 195-200, 1978.
 - 22) 石川文一, 渋井尚武, 石川力哉, 隅田百登子, 渡辺儀一郎, 今井隆 : 乳歯感染根管治療に用いる根管充填材の評価. 小児歯誌. 17 : 94-109, 1979.
 - 23) 吉田匡宏, 河津正文, 林宏行, 中庭寿朗, 薄孝, 白神正夫, 堀亘孝 : 根管充填用シーラーとしての酸化亜鉛・ノン・ユージノールセメントに関する研究. 日歯保誌. 22 : 93-106, 1979.