鉛塩注射による硬組織内時刻描記法を応用した 歯槽骨の修復過程に関する研究

小林 英 和 宮 下 元
遠 藤 信 武 横 田 誠

東京医科歯科大学第2歯科保存学教室（主任指導：木下四郎教授）

（昭和47年10月16日受付）

Repair Following Periodontal Osseous Surgery according to the labeling with lead acetate

Hidekazu Kobayashi, Hajime Miyashita,
Nobutake Endo, Makoto Yokota

Dept. of Periodontology, School of Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University

(Chief director: Prof. Shiro Kinoshita)

要旨：歯槽骨自体に標識をつけて歯槽骨の修復状態を経時的に把握する手段として、岡田、三村による酢酸鉛法¹⁾が応用できるか、また応用する場合の問題点を明らかにする目的で、5頭の雑犬の犬歯頰側歯槽骨を用いて実験を行なった。犬歯頰側の歯槽骨頂を一辺とする3mmの正方形の歯槽骨をノミで切除し、削除断端の歯にノミでノッチをつけて、酢酸鉛法を応用して手術後の歯槽骨修復状態の経時的な変化を比較検討した。

酢酸鉛の注射によって得られる鉛線は術後1週間目頃より歯槽骨頂に出現し、術後2週間目には明瞭な黒紫色の線（金鍍金による）としてみえるようになった。しかし術後1週と2週に静注した鉛塩の沈着線は分離しておらず、この間における歯槽骨頂の骨形成はほとんど進行していなかったことが示された。

術後1, 2, 8週間目（56日目）に鉛塩を静注し、8週間目（57日目）に屠殺したものでは、新生骨表層に鉛線が出現し、8週間目の鉛線と、ほとんど歯槽骨頂でかさなっている術後1, 2週の線との間隔がひろくなり、この間にかなりの骨新生がみられた。術後8週間目の鉛線は歯槽骨削除断端の標識として歯につけたノッチまで修復していた。

サルと犬の歯間部歯槽骨に水平性、二壁性、三壁性骨欠損をつくって鉛線の標識をした所見を観察できた。

酢酸亜鉛でも酢酸鉛と同様に歯槽骨の修復過程を観察することが可能であり、鉛線と識別可能な沈着線として新生骨組織に沈着することがわかった。

I. はじめに

歯周疾患には歯槽骨のいろいろな形状の退縮がおこる。このような歯槽骨について様々な研究が行なわれており、外科的療法後の歯槽骨の修復についても数多くの動物実験^{2) 3) 7) 8)}、ならびに臨床

報告^{5) 9) 10)}がある。

外科的に骨削除を行なった後、歯肉弁の再付着や歯槽骨の修復などに関する研究として歯にノッチをつける方法を応用した報告はStones²⁾ (1934)以来、Linghorne³⁾ (1950), Morris⁴⁾ (1953), 伊藤⁵⁾ (1953), 柳田⁶⁾ (1958), Marfino⁷⁾ (1959),

小林⁸⁾ (1971) らによるものがある。

またこの修復状態を計測しようとする 試みも近年臨床的に行われており、最近では Wood⁹⁾ (1972) らが Full Thickness Flaps と Partial Thickness Flaps のそれぞれについて、頬側の歯槽骨頂の減少値をノギスで測定している。

また Osseous Surgery 後の骨については Wil-derman¹⁰⁾ (1970) らがノミで歯につけたノッチを基準点としている。これらの実験は計測しやすい頬側の歯槽骨について行なわれているが、ノミでノッチをつける方法は比較的、正確に手術時の歯槽骨を描記できその後の修復過程に障害となりにくい利点があると考えられる。

しかし、临床上、多様な骨欠損の形態を示す歯間部歯槽骨についての修復過程を追跡するためには、ノミによるノッチ記録法を用いる事ができず、今まで行なわれて来た^{2), 8)} ように歯科用バーによるノッチにたよるらざるをえなかった。その場合には、前回、著者⁸⁾ が行なった実験でも指摘したように、骨の修復過程に不利な状態となることもあり、またノミによるノッチにくらべて、歯科用バーのノッチはやや不正確な場合があった。

そこで今回の実験で、著者らは歯槽骨自体に標識をつけて、歯槽骨の修復状態を把握したいと思い、岡田、三村の鉛塩注射^{1), 11)} による硬組織内時刻描記法の応用について検討し、またこれを歯槽骨の修復過程に応用する場合の問題点を明らかにする目的で以下に述べる実験を行なった。

II. 実験方法

永久歯萌出の完成した成雑犬 5 頭を用いた。手術部位は犬歯頬側の歯槽骨とした。手術に先だつて Nembutal 30 mg/kg を後肢静脈より注入し全身麻酔を施し、手術部位に局所麻酔剤 (2%キシロカイン, 1/8万 エピレナミン含有) 2 cc を行なった。犬歯の近心、遠心の歯肉に縦切開を入れ、歯軸にほぼ平行にメスを当て歯肉辺縁に歯槽骨頂に達する切開を施した後、歯肉弁を剝離した。図 1 に示すような正方形の骨欠損を刀幅 3 mm の

図 1 歯肉弁を剝離して歯槽骨を露出させ、ノミで 3 mm 平方の骨欠損をつくり、矢印(→)の削除断端にノミでノッチをつけた。A は辺縁歯肉頂が歯に接していた位置である。

鋭利な骨ノミにより歯槽骨に形成し、歯槽骨削除底には同一のノミによりノッチを歯牙に形成し歯槽骨断端の標識とした。歯根面を平滑にして、歯肉弁を元に戻して犬歯の近、遠心の歯間部と縦切開線中央で縫合した。食物は通常の固形飼料をあたえ、一週間目に抜糸をして、表 1 のような各時期の歯槽骨形成状態を観察できるように酢酸鉛を 5 mg/kg 静注した。酢酸亜鉛¹¹⁾ (5 mg/kg) は表 1 の中で「ア」と記してある時期の歯槽骨形成状態を観察できるように静注を行なった。犬は表 1 にあるような各時期に屠殺し、犬歯を含む顎骨を 1 つのブロックとし、常法¹⁾ に従がって標本作製した。標本は頬舌側方向 15 μ で薄切し、0.1% 塩化金で金鍍金を行ない検鏡した。

また歯間部歯槽骨にいろいろな形の骨欠損をつくった場合の鉛線の標識について、著者⁸⁾ の 1 人小林⁸⁾ (1971) が発表したと同じ方法で 3 つの形

表 1 手術後の経過時間と鉛塩沈着線の観察部位

犬 週	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
0	LR	LL		UL	
1	LL	UR	UR LR	LR UR	UR LL
2	UL				UR _ア LL _ア
3			UR _ア LR _ア		
4		UR			
5				UR	
6					
7					
8					UR LL

LR:下顎右側 UR:上顎右側 ⇐ 屠殺した日
 LL:下顎左側 UL:上顎左側
 ア:酢酸亜鉛, その他は酢酸鉛の標識を示す。

の骨欠損（水平性骨欠損，二壁性骨欠損，三壁性骨欠損）をつくった後，酢酸鉛を注射し，歯間部の歯槽骨にどのような線として出現するものかしらべるため，Bohen による推定年齢で4～6歳のカニクイザル3例，成雑犬3例におこなった。常法¹⁾に従って標本作製した。標本は近遠心方向15 μ で薄切し，0.1%塩化金で金鍍金を行ない検鏡した。

III. 結果と考按

肉眼でみた治癒状態は各時期とも非常に良好で，炎症状態も少なかった。術後4週目頃に，炎症のいくぶん強くなる犬もあったが，術後6週目では，どの犬もほとんど変化がなく，歯肉縁の退縮もごくわずかであった。

頬舌側方向に薄切し，0.1%塩化金鍍金後の結果は次のようであった。

鉛線は図5に示すように手術直後に静注しても歯槽骨断端には認められなかった。

術後1週目に酢酸鉛を静注したものは，図6のように鉛線が歯槽骨断端に認められた。しかし，歯槽骨断端附近の鉛線は，その後の鉛線にくらべ一般にうすく，所々乱れている場合が多かった。

黒須¹²⁾(1960)は生活歯髓切断法における底蓋組織の形成においても，手術後10日以後にならないと鉛線がはっきりと見えにくいと述べている

図 2 術後1週目。治癒良好であった。

図 3 術後4週目，やや発赤が辺縁にのこり，腫脹もみられる。

が，歯槽骨の場合はこれよりもやや早い時期に鉛線が出現するようである。

術後2週目に酢酸鉛を静注したものでは図7のように明瞭に鉛線が歯槽骨外形にそって出現した。

図 4 術後6週間目、発赤も腫脹もなくなり術前の状態に近くなった。

図 5 術直後に酢酸鉛を注射した場合に、歯槽骨断端(→)には鉛線が認められない。CL はセメント質表層、PL は歯根膜側の歯槽骨表層の鉛線である。Lは歯根膜。Bは歯槽骨。標本の薄切は頬舌方向である。(原倍率100倍)

術後1週間目に酢酸鉛を、3週間目に酢酸亜鉛を静注したものでは、図8のように、鉛線と亜鉛線がほとんどかさなって表われた。しかし図9のように、歯根膜側の歯槽骨の部分と図8の頰側歯槽骨の一部に2本の線が分離してみえたものもあった。図9は骨欠損を行っていない部分の標本で、図8と同じ歯の標本である。頰側歯槽骨の表面は一度吸収された後、再び修復が行われた状態が示されたい。Wood⁹⁾ (1972) らは臨床的

図 6 術後1週間目に酢酸鉛を注射したもので、歯槽骨頂に鉛線がみられる。Cはノッチ、Tは歯(象牙質)、Bは歯槽骨、Lは歯根膜。(原倍率50倍)。

図 7 術後2週間目に酢酸鉛の注射をしたもので、明瞭な鉛線が歯槽骨頂に出現している。Cはノッチ、Bは歯槽骨、Lは歯根膜。Tは歯(象牙質)、(原倍率50倍)

に Full Thickness Flaps のみで 0.62 mm の歯槽骨頂の退縮がおこることを観察している。

次に術後1週間目に酢酸鉛を、2週間目に酢酸

図 8 術後1週間目に酢酸鉛を、術後3週間目に酢酸亜鉛を注射したもの。歯槽骨頂では一本の線として認められる。Cはノッチ、Bは歯槽骨、Lは歯根膜、Tは歯(象牙質)。(原倍率50倍)。

図 10 術後1週間目に酢酸鉛 (L₁)、術後2週間目に酢酸亜鉛 (L₂)、術後8週間目に酢酸鉛 (L₈)を注射した。L₁とL₂はほとんどかさなっているが歯根膜側で一部、分離している所もある。Bは歯槽骨、Lは歯根膜、Tは歯(象牙質)、Cはノッチ。(原倍率50倍)

図 9 図8と同じ標本で骨削除を行っていない部位。歯根膜側の歯槽骨に2本の線がみられる。術後における頰側歯槽骨表面の複雑な修復状態が鉛線によって示されている。Bは歯槽骨、Lは歯根膜、Tは歯(象牙質)。(原倍率50倍)

亜鉛を、8週間目(56日目)に酢酸鉛を各々静注して8週間目(57日目)に屠殺した場合の鉛線や

亜鉛線の状態を図10に示す。

歯槽骨縁に一本のよく染まる鉛線が認められる。これは術後8週間目に静注した鉛線であろう。この線は歯につけたノッチとほぼ同じ高さにあった。この線の内側でノッチより約1.25mm 根尖には赤紫色に染まる亜鉛線と、黒紫色に染まる鉛線が大部分かさなって濃く染まる線が見えた。これらの事からすると、歯槽骨は術後、削除断端より約1.25mm ほど退縮し、ほぼ1週間目頃より修復が始まり、歯槽骨の厚みを増すが、術後2週目では、歯槽骨頂部の歯冠方向への増加はほとんどなく、術後8週間目に、ほぼ歯槽骨削除断端の標識として歯につけたノッチまで回復したものと考えられる。

Wilderman¹⁰⁾ (1970) らは Osseous Surgery 後の骨の修復を臨床的に観察している。それによると手術1, 2週間目に平均1.2mm の骨の吸収があり、その後3週から18カ月後に平均0.4mm の骨が形成されるが、結局、平均0.8mm の減少として治癒するとしている、今回の実験では8週

間目にすでに骨が削除断端の高さまで回復しているのは、骨欠損の形がちがいが、今回の欠損が修復しやすい形だったためであろうと考えられる。

次に歯間部歯槽骨にいろいろな形の骨欠損をつくった場合の鉛線の標識についてのべる。

著者の一人、小林⁸⁾ (1971) が発表したと同じ方法で3つの形の骨欠損（水平性骨欠損、二壁性骨欠損、三壁性骨欠損）をつくった後、酢酸鉛を注射し、歯間部の歯槽骨にどのような線として出現するものかをしらべるため、サル3例、犬3例におこなった。その主な所見は次のようであった。

サルの前歯部に水平性骨欠損をつくり術後51週間目に酢酸鉛を静注し、54週間目に屠殺した。その結果、図11のように歯槽骨頂に明瞭な一本の鉛線が骨外形よりやや内側に認められ、また歯根膜に接する歯槽骨にそって、根尖方向にも鉛線が出現していた。

サルに2壁性骨欠損⁸⁾をつくり術後2週間目に酢酸鉛を静注し、その後、4週間目に屠殺したも

図 11 サルの前歯部に水平欠損をつくって⁸⁾、術後51週間目に酢酸鉛を注射し、術後54週間経過した歯間部歯槽骨を示す。歯槽骨頂に1本の鉛線が骨外形よりやや内側にみえる。Tは歯(象牙質)、Bは歯槽骨、Cはノッチ。(原倍率30倍)。

図 12 サルに2壁性骨欠損⁸⁾をつくり、術後2週間目に酢酸鉛を注射し、その後4週間経過した歯間部歯槽骨を示す。Cは歯科用バーでつけたノッチ。Tは歯(象牙質)、Bは歯槽骨。(原倍率40倍)。

図 13 犬に3壁性骨欠損をつくり、5週間目に酢酸鉛を注射し、その後1週間経過したときの状態。新生骨小梁中に鉛線がみえる。Tは歯、B歯槽骨。(原倍率15倍)。

のでは、図12のように、歯槽骨頂に酢酸鉛静注後できた類骨様組織が歯冠方向にのびだしていた。

犬に3壁性骨欠損⁸⁾をつくり5週間目に酢酸鉛

を静注し、その後1週間目に屠殺したものでは図13のように新生骨小梁中、全体に鉛線がうすく沈着していた。歯科用パーによって歯の象牙質までも削除してしまったが、歯と新生骨との間には幅の広い歯根膜が存在していた。

以上の実験結果から推察して歯槽骨自体に時刻描記線を入れて歯槽骨の修復状態を把握しようとする時には、次のような実験計画がその一つとして考えられる。

まず術後2週間目に酢酸鉛を注射し、この時点まで歯につけたノッチから2週間目の鉛線(Iとする)までの距離を測定して、信頼できる値(Rとする)をもとめる(今回はRの値を得るに適当な例数ではなかったので、今後例数を増やして実験を行なっていかなければならないが、本実験例の結果ではほぼ1.2mm前後の値が多かった)。

次に知ろうとする修復日時に酢酸鉛(IIとする)を静注し、鉛塩が歯槽骨に沈着するに必要な時間をまて、(布施¹³⁾(1958)らは注射後30分以内に現在石灰化しつつある骨の部分に鉛が沈着するといふ。)動物を屠殺し、常法¹⁾のごとく標本作製する。標本上で2本の鉛線間の距離(IとII)からRを引いた値が歯槽骨削除断端からの歯槽骨の修復値となるわけである。その結果がプラスならば歯槽骨は削除位置より歯冠側に伸出したわけであり、マイナスならば削除位置より根尖に退縮したわけである。

また今回、酢酸鉛とともに酢酸亜鉛を用いた結果、塩化金で鍍金すると赤紫色を呈する亜鉛線がみられた。これは黒紫色の鉛線とは区別することができ、酢酸亜鉛も歯槽骨時刻描記法に使用できる可能性が示された。

なお手術直後から2週間のあいだのどの時点から歯槽骨頂に明瞭な鉛塩の沈着が始まるかについては、さらに短い時間間隔で鉛塩の静注を行なってその時期を知ることが必要であろう。鉛塩は硬組織の石灰化が起っている部位に沈着するといわれているので、手術後、鉛沈着線が観察され始める最短時期を明らかにすることは、骨の修復が開始される時期を知るうえでも重要だと考えられ

る。実験の結果からその時期が1週間前後であることは確実であるから先に実験結果からの考擦で述べた静注時期の2週間より多少早くなるものと考えられる。今後この点について検索を進め、鉛塩注射による硬組織内時刻描記法を歯槽骨の修復過程の研究に応用する方法を具体化して行く予定である。

IV. 結 論

歯槽骨自体に標識をつけて歯槽骨の修復状態を時間的に把握したいと思い、岡田、三村による酢酸鉛法が応用できるか、またこれを応用する場合の問題点を知る目的で、5頭の成雑犬を用い、犬歯頰側歯槽骨にノミで3mmの正方形の骨欠損をつくり、酢酸鉛法によりその修復過程を観察した。

1) 手術直後に酢酸鉛を静注しても、歯槽骨断端には鉛線が認められなかった。

2) 手術後1週間目に酢酸鉛を静注すると、歯槽骨削除断端にも鉛線がみつめられた。しかしこの鉛線はその後の新生骨組織に沈着した鉛線にくらべるとうすく、所々乱れている場合が多かった。

3) 手術後2週間目、3週間目に酢酸鉛を静注すると、歯槽骨削除断端にも鉛線が明瞭にみつめられた。

4) 削除した歯槽骨の修復は次のようであった。手術後、歯槽骨は削除断端より約1.2mmほど吸収され、ほぼ1週間目頃より修復が起り始める。術後2週間目までは、歯槽骨の歯冠方向への増加はほとんどなく、歯槽骨の厚みだけが増加して行く像を認めた。けれども術後8週間目にはほぼ歯槽骨削除断端の標識としたノッチまで修復した。

5) サルと犬の歯間部歯槽骨に水平性、二壁性、三壁性骨欠損をつくって鉛線の標識をした所見についてのべた。

6) 酢酸亜鉛でも酢酸鉛と同様に歯槽骨の修復過程を観察することが可能であり、鉛線と識別可能な沈着線として新生骨組織に沈着することが示された。

謝 辞

稿を終わるにあたり、終始、御指導と御校閲を賜った当教室主任木下四郎教授はじめ、歯科薬理学小椋秀亮教授、硬研薬理学麻生田亮教授、難聴研病理秋吉正豊教授、口腔病理学小守昭助教授、岩手医科大学第二歯科保存学上野和之助教授に衷心より感謝を捧げます。また種種御助力、御鞭撻下さった当教室岩見一男先生、芳賀健輔先生ならびに当教室員各位に心からの謝意を表します。

本論文の要旨の一部は、1971年9月25日第14回日本歯周病学会において発表した。

参 考 文 献

- 1) 小椋秀亮：鉛塩注射による硬組織の生体染色，歯界展望，35：893，1970.
- 2) Stones, H. H.: The Reaction and Regeneration of Cementum in Various Pathological Condition, Proc. Roy. Soc. Med., 27: 728, 1934.
- 3) Linghorne, W. J. & O'Connell, D. C.: Studies in the Reattachment and Regeneration of the Supporting Structures of the Teeth. I. Soft Tissue Reattachment., J. Dent. Res., 29: 419, 1950.
- 4) Morris, M. L.: The Reattachment of Human Periodonal Tissues Following Surgical Detachment: A Clinical and Histological Study., J. Periodont. 24: 220, 1953.
- 5) 伊藤秀夫：改良歯肉剝離搔爬手術について。実験的並に臨床的研究，口科誌，5：438，1956.
- 6) 柳田藤吉，土谷裕彦：失活歯の歯肉剝離創の治療に関する実験的研究，口科誌，7：235，1958.
- 7) Marfino, N. R., Orban, B. J. & Wentz, F. M.: Repair of the Dento-Gingival Junction Following Surgical Intervention., J. Periodont., 30: 180, 1959.
- 8) 小林英和：サルの歯槽骨にいろいろな欠損を与えた場合の修復過程について，口病誌，38：404，1971.
- 9) Wood, D. L., Hoag, P. M., Donnenfeld, O. W., Resenfeld, L. D.: Alveolar Crest Reduction Following Full and Partial Thickness Flaps., J. Periodont., 43: 141, 1972.
- 10) Wilderman, M. N., Pennel, B. M., King, K., Barron, J. M.: Histogenesis of Repair Following Osseous Surgery., J. Periodont., 41: 551, 1970.
- 11) 麻生田亮：硬組織における重金属塩の沈着機構に関する研究，お茶の水医学雑誌，8：510，1960.
- 12) 黒須一夫：水酸化カルシウム覆罩による生活歯髓切断法における庇蓋硬組織の形成機序に関する研究，口病誌，25：55，1960.
- 13) 布施貞夫，松田登：酢酸鉛による硬組織の生体染色法（その1），歯界展望，15：297，1958.