^{32}P の追跡実験によるポーセレンジャケット クラウン支台歯の生物学的研究

大 木 一 三*

Biological Study on the Abutment Teeth for Porcelain Jacket Crown by Means of ^{32}P Tracer Tests

Katsuzō Ohki

目 次

第 I 章 緒言

第 II 章 実験材料および実験方法

第 I 節 実験材料

第 1 項 実験動物

第 2 項 補綴材料および歯髄保護剤

第 II 節 補綴実験方法

麻酔：スタディモデルの作製：普通写真および X
線撮影診査：支台歯冠形成：印象および咬合採
得：ポーセレンジャケットクラウンの調製：テン
ポラリークラウンの調製：合着：

第 III 節 放射能実験液およびその注射方法

第 IV 節 対照歯および実験歯群・実験期間

第 1 項 対照歯および実験歯群

1) 第 1 群：対照歯群

2) 第 2 群：切削速度比較実験歯群

A) 低速切削実験歯群

B) 超高速切削実験歯群

3) 第 3 群：歯髄保護および歯髄無保護比較実 験歯群

A) 歯髄保護実験歯群

B) 歯髄無保護実験歯群

第 2 項 実験期間

第 V 節 観察方法

第 1 項 臨床的観察

第 2 項 放射能値測定による観察

1) 放射能値測定方法

A) 実験資料

a) 資料歯

b) 資料歯の区分

B) ^{32}P 放射能値測定方法

第 III 章 実験成績

第 I 節 実験歯の全組織の測定値

第 1 項 対照歯と歯髄無保護実験歯との測定値の 比較

第 2 項 低速と超高速切削実験歯との測定値の比 較

第 3 項 歯髄無保護と歯髄保護実験歯との測定値 の比較

第 II 節 歯冠部と歯根部硬組織および歯髄の各全量 の測定値の比較

第 1 項 対照歯の歯冠部と歯根部硬組織および歯 髄の測定値の比較

第 2 項 歯髄無保護実験歯の歯冠部と歯根部硬組 織および歯髄の測定値の比較

第 3 項 歯髄保護実験歯の歯冠部と歯根部硬組織 および歯髄の測定値の比較

第 3 節 歯冠部、歯根部硬組織の一定量および歯髄 の全量の測定値の比較

第 1 項 対照歯と歯髄無保護実験歯との比較

1) 対照歯の歯冠部と歯根部歯質との測定値の

* Graduate School (Major in Prosthetics) Nihon
University School of Dentistry (Director: Prof.
Setsuzō Okino)

日本大学大学院歯学研究科補綴学専攻
(指導 沖野節三教授)

比較

- 2) 歯髄無保護実験歯の歯冠部と歯根部歯質との測定値の比較
- 3) 対照歯と歯髄無保護実験歯との歯冠部歯質の測定値の比較
- 4) 対照歯と歯髄無保護実験歯との歯根部歯質の測定値の比較
- 5) 対照歯と歯髄無保護実験歯との歯冠部、歯根部歯質の各測定値比の比較
- 6) 対照歯と歯髄無保護実験歯との歯髄の測定値の比較

第2項 歯髄保護実験歯と歯髄無保護実験歯との測定値の比較

- 1) 歯冠部歯質における測定値の比較
- 2) 歯根部歯質における測定値の比較
- 3) 歯髄における測定値の比較

第四章 総括および考察

第五章 結論

参考文献

第 I 章 緒 言

外観に触れる歯冠補綴は、審美的に修復することが要求されて、主としてポーセレンジャケットクラウンの適用で臨床効果をあげている。その支台歯は精密に形成されて歯質を犠牲にすることが多いので、削除手術、台着用セメントおよび飲食物等による器械的、化学的ならびに温度的刺激、障害によつて、支台歯が生物学的に如何に影響されるかは臨床的に重要な問題であり、特に近年、歯科用切削器の超能率化および補綴手術の短縮化が著しく進んだ現代において再研究を要する。従来、歯質切削後、歯牙補綴に関連して、Salvas¹²⁾、Wustrow¹⁰⁾、Vogelsang¹³⁾、Reist¹¹⁾、Fish¹⁴⁾、Palazzi¹⁵⁾、田原¹⁶⁾、入山¹⁷⁾、関根¹⁸⁾、武石¹⁹⁾、Sullivan¹⁰⁾、吉井¹⁵⁾、武石¹⁰⁾等によつて臨床的所見あるいは病理組織学的歯髄変化について、また、堀江¹⁸⁾はエアータービンにより窩洞形成後の歯髄影響について報告している。しかし、これらの報告はいずれも硬組織内に現われる反応機序よりも歯髄の反応機序を主対象として、その病変および回復について追究しているが、支台歯の歯質全体としての生物学的反応の経時的連続長期観察についての詳細報告を欠いている。1922年、Hevesy⁴⁰⁾が生物の新陳代謝の研究に天然放射性同位元素(ThB, RaD)およびRaEを初めて応用して以来⁴⁰⁾、1934年、人工放射性同位元素の発見に端を発し、多数の既知元素のRadio Isotopeがつく

られ⁴⁰⁾、また、放射性同位元素が安定な非放射性同位元素と全く化学的性質を同じくし、しかも物理的に放射能を追跡試験することができる³⁰⁾ことが分つてから、人工放射性同位元素をTracerとして応用すれば各種の同位元素の生体内各種臓器に対する集積率、なかんずく特定臓器に対する集積特殊性を追跡できると同時に、その生体内変化を時間的に、量的に測定できるために、従来の研究方法では未解決な問題も解明できる画期的進歩を促した。じらい、歯、口、顎領域においても人工放射性同位元素を応用した基礎的または臨床的研究、あるいは臨床診断、治療に関する成績が逐年多く発表されている。例えば：(1) 生体内に投与された⁴⁵Ca, ³²P, ¹⁸F, ¹³¹Iの歯または骨への移行に関しては、Falkenheim⁴¹⁾、Armstrong⁴²⁾、Underwood⁴³⁾、Belanger⁴⁴⁾、Durbin⁴⁵⁾、Myers⁴⁶⁾、Harris⁴⁷⁾、茂田⁴⁸⁾、Kumamoto⁴⁹⁾、足立⁵⁰⁾、Dixon⁵¹⁾等によつて研究報告されており、しかし、³²Pは投与後数時間後に、歯、骨に最も多量に集積され、肝臓その他の臓器にも分散して集積されるが、時間の経過とともに放射性同位元素は他臓器から減つて、歯、骨には増して移行することを証明している。(2) 健全な歯、骨および栄養性、内分泌性、あるいは外傷性障害歯、骨の新陳代謝の研究に、⁴⁵Ca, ³²P, ¹⁸FをTracerとして、Hevesy⁴⁰⁾、原⁴⁾、荒川²¹⁾、呉¹⁰⁾、Belanger⁴⁹⁾、Myers⁷⁵⁾、中沢⁷²⁾、三輪¹⁰⁾、片岡⁷³⁾、足木⁷⁴⁾、石西¹³⁾、並木²⁰⁾、山本³⁹⁾、村田²¹⁾、奥川⁷⁵⁾、鈴木³¹⁾、新井⁴⁾、日高⁷⁷⁾、鈴木³²⁾等の報告がある。かれらは⁴⁵Ca, ³²P, ¹⁸Fの追跡によつて健全な歯、骨に対比して、障害の強弱およびその治癒、回復に相応して障害歯、骨のCa, P, Fの代謝消長を明らかにした。(3) 人の齲蝕歯について、Going⁴³⁾、Gilling⁴⁶⁾等は放射性同位元素⁴⁵Ca, ³Hを応用して脱灰区域の証明を報告している。(4) 歯牙充填物の窩縁と歯質あるいは根管充填材と根管壁との密着封鎖性に関して、Kreudenstein⁴⁷⁾、Crawford⁴⁸⁾、Going⁴³⁾、Zahradka⁴⁹⁾、Phillips⁴⁰⁾、Swartz⁴⁹⁾等は⁴⁵Ca, ³²P, ¹³¹I, ²⁴S, ²²Naを応用して、いずれもTracerの浸入するLeakageを証明している。(5) 放射性同位元素の歯質内浸透に関して、Myers⁴⁷⁾、Wainwright⁴⁸⁾、Sauer⁴³⁾、Marthaler⁴⁷⁾、板井¹⁰⁾、Pecchioni^等⁷⁹⁾は⁴⁵Ca, ³²P, ¹⁸F, ³⁵S, ²⁰³Hg等をTracerとして応用し、各放射性同位元素の硬組織歯質内浸透および歯髄内移行を報告している。充填窩洞または支台歯冠形成等の歯質切削後に補綴象牙質の形成促進、歯髄保護の目的で亜鉛華ユージオールセメントを応用した実験的研究で、Hess⁶²⁾、関根²⁷⁾、山下¹⁰⁾等

は臨床病理組織学的に亜鉛華ユージノールセメントの効果を実証している。また近年、武石³²⁾、関根ら³³⁾、北野ら³⁴⁾等は金冠装着に燐酸亜鉛セメント、亜鉛華ユージノールセメント、パラホルム含有のプロテクトセメントを応用して支台歯の歯髄内生活反応を臨床的および病理組織学的に研究して、燐酸亜鉛セメントに比して亜鉛華ユージノールセメント、殊にプロテクトセメントの適用が歯髄組織に対して生物学的に遙かに優れていることを報告している。著者は、歯学領域におけるRI(放射性同位元素)利用に関する基礎的ならびに臨床的総合研究班の一環の研究として、人工放射性同位元素燐を応用する追跡実験によつて、ポーセレンジャケットクラウン支台歯の歯髄および硬組織内に集積される燐量を健康対照歯の燐量に対比して、その所見から支台歯に現われる生物学的反応を経時的に連続長期観察した。同時に歯質切削速度の高低および歯髄保護処置の有無の影響による反応機序をも比較検討して得た成績についてここに報告する。

第 II 章 実験材料および実験方法

第 I 節 実験材料

第 1 項 実験動物

実験に使用した動物は、生後 12~18 カ月、体重 7~8 kg で、正常発育した永久歯を有する雄犬 204 匹(実験失敗犬は除く)を使用した。

第 2 項 補綴材料および歯髄保護剤

ジャケットクラウン用としては松風陶歯製造株式会社製低熔陶材を使用し、テンポラリークラウムの用としては石福金属興業株式会社製歯科用金銀パラジウム合金を使用した。永久台着用セメントは而至化学工業株式会社製クラウン・ブリッジセメントを、歯髄保護の目的には仮着材としてネオ製薬株式会社製亜鉛華ユージノールセメントを、同時に永久台着材としてネオ製薬株式会社製プロテクトセメント¹⁶⁾を使用した。歯牙切削用具としては松風ダイヤモンドディスク(No. 60, 61)、ダイヤモンドホイール(No. 130, 131)、ダイヤモンドポイント(No. 11, 12, 13, 23, 24, 25)、エンドカッティングバー(No. 957, 958, 959)、そしてサンドペーパーディスクを、また松風 F,G 用ダイヤモンドポイント(No. 301, 311, 401, 411)、切削器は 7,000 rpm、帝国電気エンジンおよび 300,000 rpm、長田気圧タービンを使用した。

第 II 節 補綴実験方法

実験用犬は、実験前約 1 週間飼育環境に馴らした後に、予備実験および本実験に使用した。上顎左側第三切歯を実験歯とし、また対側歯を対照歯とした。

麻酔：先ず、実験用犬に 1% の塩酸モルヒネ(注) 1 ml

を基礎麻酔として背部皮下に注射し、約 5 分後固定台に犬を固定し、10% のイソミタールソーダ(注射用アモバルビタルナトリウム粉末 0.5 g×5 Amp. 注射用蒸溜水 5 ml×5 Amp.) 1 cc を平均 10 秒程度の速さで、4~5 ml 後肢の小伏在静脈(Vena saphena parva)または前肢の副頭静脈(Vena cephalica accesoria)内に注射して全身麻酔を施し、木製開口器で上・下歯牙間を離開、固定した。

スタディモデルの作製：口腔内を H₂O₂ 綿球で清掃し、実験歯を中心とした前後数歯の印象採得を行い、これに石膏を注入して後のポーセレンジャケットクラウン調製およびテンポラリークラウン調製時のスタディモデルとした。

普通写真およびX線撮影：支台歯冠形成前に実験歯および対照歯を普通写真、X線撮影し、診査を行なつた。予備実験では、歯牙に何等処置することなく、後記のように背部皮下に注射された³²P が健康第三切歯に集積されたその放射能の測定を行なつた。本実験では、次のように支台歯冠形成、ポーセレンジャケットクラウンのセメント台着(図 1, 2) 後³²P の放射能の測定を行なつた。

支台歯冠形成：臨床的に人の歯にジャケットクラウン支台歯冠形成を行なうと同様の方法で消毒器械を使用し、温水(約 35°C)を滴下しつつ、低速および超高速切削によつて支台歯冠形成を行なつた。支台歯冠形成法については、Evans³⁵⁾、矢崎³⁶⁾、Mathe³⁷⁾、Levy³⁸⁾、Koller³⁹⁾、細野⁴⁰⁾、Schwartz⁴¹⁾、Tylman⁴²⁾、Johnston ら⁴³⁾、並川⁴⁴⁾等の報告があつて、おのおの優劣があるが、本実験では、Tylman 氏の形成法に従つて次のように行なつた。まず、低速切削器使用の場合は、

図 1 上顎左側第三切歯を実験歯としてポーセレンジャケットクラウン台着(←印)。対側歯を対照とした

図2 図1のX線像：上顎左側第三切歯の実験歯(←印)にポーセレンジャケットクラウン合着、対側歯(⇒印)を対照歯とした

ダイヤモンドホイール (No. 130, 131) で切端歯質の削除を行ない、次いでダイヤモンドディスク (No. 60, 61) で両隣接面の歯質を削除した後、唇・舌面歯質をダイヤモンドポイント (No. 23, 24, 25) で削除し、円筒形ポイント (No. 11, 12, 13) で歯頸部を削除およびショルダーを段階形成し、エンドカッティングバー (No. 957, 958, 959) でショルダーを歯肉縁下約1mmの深さに削り、最後にショルダー縁以外の鋭利な角度をなしている部分をサンドペーパーディスクで支台歯冠表面を滑らかに仕上げた。また、超高速切削器使用による形成時には、切端にはF,G用ダイヤモンドポイント No. 330, 両隣接面には No. 301, 311, 唇舌面には No. 330, 歯頸部およびショルダー部には No. 301, 311, 歯肉縁下には No. 401, 411 を使用して歯質削除を低速切削器使用の場合と同じ形成順序で行ない、支台歯冠形成を完了した。支台歯冠形成完了後、既製の35%クロール亜鉛糸^{77) 78)}で支台歯冠の歯頸歯肉縁を圧排し、止血と印象の正確を期した。

印象および咬合採得：印象採得はモデリングコンパウンドとラバベース併用の連合印象^{79) 78) 80) (4) 30) 12)}を採用した。まず、ブラックコンパウンドを軟化し局部トレーにもり、支台歯を中心とした前後数歯を含んだ印象を採り、次いで支台歯冠の印象内面を平均2mm (厚さ) 削除し、ラバベースを内面に適用し精密印象を行なった。対合歯はアルギン酸印象材で印象し、パラフィンワックスでチェックバイトを採り、印象および咬合採得を完了した。

ポーセレンジャケットクラウンの調製：作業模型は通法によりダイの作製から行い、完成ダイを印象面にもどし、石膏を注入して作業模型を作製した。対顎の模型が完成した所でチェックバイトを咬合させ、咬合器に附着

した。模型が咬合器に附着された後、ダイを作業模型から取り出し、白金箔 (厚さ $\frac{1}{1000}$ inch : 0.020~0.025 mm) を使用し、通法に従いダイに巻き付け、圧接、メトリックスを調製した。焼成は松風低熔陶材と松風低熔陶材用電気炉を使用してポーセレンジャケットクラウンを窯焼調製^{85) 41)}した。これらのポーセレンジャケットクラウン調製に際しては、歯頸部の適合を良くして歯肉縁炎を誘発しないように注意し、また、特に対咬歯との咬合関係を正常に調製し、支台歯に咀嚼負担が過重にならないように作り上げた。

テンポラリークラウンの調製：実験支台歯冠形成完了後、歯髄に保護処置をする実験に際しては、これに完成したポーセレンジャケットクラウンを合着するまでの間、歯髄の保護および歯肉弁がショルダー縁におおいかぶさるのを防ぐ必要がある。その目的のために直接法により蠟型採得、即時、金銀パラジウム合金で鑄造して、テンポラリークラウンを調製した。対合歯との関係は、約2mm位の間隙を残して咀嚼圧でテンポラリークラウンが脱離しないようにした。

合着：ポーセレンジャケットクラウンを合着するに際しては、次のように二つの実験群に分けた。1) 支台歯冠形成後、歯髄に保護処置を行わず直ちに燐酸セメントで合着した実験歯 (以下歯髄無保護実験歯と記す) 群。2) 支台歯冠形成後、支台歯にテンポラリークラウンを亜鉛華ユージノールセメントで仮着 (図3A) し、4日経過後

図3 A図：歯髄保護処置してテンポラリークラウンを仮着(二印)。B図：その後テンポラリークラウンをポーセレンジャケットクラウンに代えて合着(一印)した

テンポラリークラウンをはずしてポーセレンジャケットクラウンをプロテクトセメントで合着 (図3B) して、歯髄の保護処置を行なった実験歯 (以下歯髄保護実験歯と記す) 群。テンポラリークラウン仮着に際しては、歯頸部約2mm位残して冠の内面をわずかにバーで削り取

り、歯髄保護剤が幾分厚い層で利用できるようにした。クラウン台着後、食餌は栄養の点に十分考慮したが、堅い固形物は避けた。また、時にはマスクをかけてクラウンの脱落を防いだ。

第 III 節 放射能実験液およびその注射方法

AEC (米国原子力委員会) 提供の ^{32}P を含む $\text{H}_2^{32}\text{PO}_4$ を水溶液として用いた。すなわち、ポーセレンジャケットクラウンを台着した後、それぞれ一定期間において犬の背部皮下に $200 \mu\text{c/cc}$ ($4.44 \times 10^5 \text{ c\text{ount}/min.}$) ずつ注射した。

第 IV 節 対照歯および実験歯群・実験期間

第 1 項 対照歯および実験歯群

本実験に際しては次のような実験歯群に分けた。

1) 第 1 群：対照歯群

各実験歯群の実験歯の各対側歯を対照歯群とした。

2) 第 2 群：切削速度比較実験歯群

A) 低速切削実験歯群：低速切削によつて支台歯冠を形成し、即日ポーセレンジャケットクラウンを台着した実験歯群

B) 超高速切削実験歯群：超高速切削によつて支台歯冠を形成し、即日ポーセレンジャケットクラウンを台着した実験歯群

3) 第 3 群：歯髄保護および歯髄無保護実験歯群

A) 歯髄保護実験歯群：低速切削によつて支台歯冠を形成し、4日間テンポラリークラウンを亜鉛華ユージョールセメントで仮着し、次いでポーセレンジャケットクラウンに代えてプロテクトセメントで台着して、歯髄保護処置を行なつた実験歯群

B) 歯髄無保護実験歯群：低速切削によつて支台歯冠を形成し、即日ポーセレンジャケットクラウンを台着した実験歯群

第 2 項 実験期間

前記の各群について、図 4 に示すようにおのおのポーセレンジャケットクラウン台着後、1 日、2 日、4 日、

図 4 実験期間

6 日、8 日、11 日、18 日、25 日、34 日、64 日、94 日、124 日、184 日の 13 期間の実験期間に分けて経時的に観察した。

第 V 節 観察方法

第 1 項 臨床的観察

ポーセレンジャケットクラウン台着後は、臨床的にポーセレンジャケットクラウンの口腔内台着状態、実験歯および対照歯の歯周組織の状態を連続観察した。また、あわせて実験歯および対照歯の普通写真および X 線撮影を行ない、根周病巣の有無を検査し、資料歯を得た。

第 2 項 放射能値測定による観察

1) 放射能値測定方法

A) 実験資料

a) 資料歯

各資料歯はポーセレンジャケットクラウンを台着してから前記の実験期間飼育して、 ^{32}P 溶液を注射し、4 日後に実験犬を硝酸ストリキニーネ 0.3 mg/kg を皮下注射して殺し、直ちに実験歯および対照歯を顎骨からメスおよびマイセルを使用して取り出した。取り出した資料歯はその歯牙表面に付着している軟組織を小さな骨起子で歯牙の表面を損傷しないように特に注意して丁寧に剝離した。なお、実験歯の歯冠部に台着されているポーセレンジャケットクラウンは撤去し、台着用セメントをスケラーで可及的に除去した。ポーセレンジャケットクラウンおよび歯牙表面の付着物がきれいに除去された上顎左側第三切歯の実験歯および対側の対照歯は、歯科用抜髄針を使用して歯髄を可及的丁寧な抽出し、その全組織(出血液も含めて)を葉方紙上に薄くのぼし、歯髄の資料とし、また硬組織は鉄のこぎりで歯冠部、歯根部歯質に二分して各測定資料とした。

b) 資料歯の区分

i) 資料歯の硬組織を歯冠部、歯根部に二分して、おのおの乾性灰化し、メノー製乳鉢および乳鉢で細粉(約 2 百目篩)した。ii) 資料歯から前記のように歯科用抜髄針で歯髄の全組織を抽出した。

B) ^{32}P 放射能値測定方法

資料の放射能測定値の測定は、歯牙硬組織の場合は細粉した粉末のおのおのを 0.1 g に秤量して資料皿に移し、70 % アルコールあるいはアセトンをピペットで 3~4 滴、滴下し、振動を与えて混和、均一な厚みにしてコロジオン 1~2 滴、滴下して、東芝フオトリフレクタランプ下で乾燥、固定し、資料表面にセルロイド性薄膜を形成し、資料が測定操作時に飛散しない状態で測定を行なつた。また歯髄は 0.1 g に秤量できなかつたのでその全組

織を測定した。測定器械は科学研究所製百進法ガイガー・ミューラー計数器 (Geiger Mueller Counter) を用い、測定時間は放射能数によりその誤差が0.1%以下とならぬように随時決めて測定し、この測定値から1分値 (Count/min. = c.p.m.) を求めた (0.1g 未満の資料は0.1g に相当する放射能に換算した)。なお、 ^{32}P の時間的 Decay を補正して計算値の正確を期した。測定値は Count 値および ^{32}P 注射総量の放射能値との% (以下%放射能値と記す) で現わした。

第 III 章 実験成績

各実験成績としてここに記載した測定値は、おのの同一実験群の同一期間実験歯および対照歯の各5歯の測定値の平均値である。〔予備実験の成績は、健常上・下顎第三切歯36歯 (犬9頭) の平均値を求めた。その平均値は0.0163%放射能値であり、上顎第三切歯の平均値は0.0167%放射能値であった。この値は正常犬の健常第三切歯に集積される ^{32}P の集積標準値として本実験の対照歯の集積値の参考にした〕。

第 I 節 歯の全組織の測定値

第1項 対照歯と歯髄無保護実験歯との測定値の比較

対照歯と歯髄無保護実験歯との1本の歯牙の全組織 (歯冠部、歯根部硬組織および歯髄を含む) について、術後経時的にそれぞれ ^{32}P %放射能値 (以下測定値と記す) を求めた。それらの測定値の比 (対照歯% : 歯髄無保護実験歯%で現わす) は、図5に示すように、対照歯の測定値曲線 (Co~Co) と歯髄無保護実験歯の測定値曲線 (L~L) にみられるように、術後1日 (0.0177 : 0.0222), 2日 (0.0182 : 0.0276), 4日 (0.0184 : 0.0318),

図5 対照歯と歯髄無保護実験歯との測定値
L ●——● L: 歯髄無保護実験歯の測定値曲線
CO ●——● CO: 対照歯の測定値曲線

6日 (0.0186 : 0.0358), 8日 (0.0187 : 0.0385), 11日 (0.0186 : 0.0382), 18日 (0.0183 : 0.0384), 25日 (0.0183 : 0.0365), 34日 (0.0176 : 0.0315), 64日 (0.0175 : 0.0214), 94日 (0.0171 : 0.0182), 124日 (0.0167 : 0.0172), 184日 (0.0164 : 0.0169) である。しかして対照歯の測定値を100とし、これに対する歯髄無保護実験歯の測定値の比率 (歯髄無保護実験歯%) をみると、支台歯冠形成、ポーセレンジャケットクラウン合着後、術後1日 (125.6), 2日 (151.8), 4日 (172.6), 6日 (192.5), 8日 (205.9), 11日 (205.2), 18日 (209.6), 25日 (199.5), 34日 (178.6), 64日 (122.3), 94日 (106.3), 124日 (103.3), 184日 (102.9) の測定値比を示し、術後8日ごろまでが上昇期間で急カーブの上昇線を示し、205.9%の測定値を示し、対照歯との測定値差を大きくし、頂点に達しており、8日~25日ごろまではほとんど同じ値 (205.9%~199.5%) で経過して極期間とみられる。25日以後からは漸次下降期間に入つて、34日 (約1カ月) ごろまでは比較的徐々に下降しているが、その後64日 (約2カ月) ごろまでは急に下降して、94日 (約3カ月) ごろには対照歯の測定値に近づいているが6.3%の差を現わしている。更に、94日 (約3カ月) 以後は安定期間となつて、ほとんど対照歯測定値曲線に接近して、平行曲線をたどつて184日 (約6カ月) 後に至つて約3%の差を示している。この成績からみれば、ポーセレンジャケットクラウン支台歯冠歯質の削除手術および合着セメントの刺激によつて、術後1日から実験歯に燐集積が急激に増加して、約8日で頂点に達し、8日~25日ごろまでの約3週間、ほとんど同じ測定値で燐集積が持続し、極期の期間を示している。その後は漸次下降しはじめて、34日 (約1カ月) ごろまでは比較的徐々に下降するが、その後は急に下降して、94日 (約3カ月) ごろでほとんど対照歯の測定値に近づくが、その燐集積が対照歯の測定値と同じように回復するのは、124日~184日、すなわち、4カ月~6カ月以後となり、また、その時期においてもわずかに燐集積を認める。

第2項 低速と超高速切削実験歯との測定値の比較

低速と超高速切削とによつて支台歯冠を形成した歯髄無保護実験歯との2群の測定値を術後経時的に対照歯の測定値を基準として対比すると、それらの測定値の比 (対照歯% : 低速実験歯% : 超高速実験歯%) は、図6に示すように、対照歯の測定値曲線 (Co~Co) と低速切削実験歯の測定値曲線 (L~L) および超高速切削実験歯の測定値曲線 (H~H) にみられるように、術後1日

図 6 低速と超高速切削実験との測定値

L ●——● L: 低速(7.000 rpm) 切削実験
歯の測定値曲線
H ●-----● H: 超高速(300.000 rpm) 切削
実験歯の測定値曲線
CO ●——● CO: 対照歯の測定値曲線

(0.0177 : 0.0222 : 0.0214), 2日(0.0182 : 0.0276 : 0.0266), 4日(0.0184 : 0.0318 : 0.0314), 6日(0.0186 : 0.0358 : 0.0355), 8日(0.0187 : 0.0385 : 0.0382), 11日(0.0186 : 0.0382 : 0.0385), 18日(0.0183 : 0.0384 : 0.0386), 25日(0.0183 : 0.0365 : 0.0359), 34日(0.0176 : 0.0315 : 0.0322), 64日(0.0175 : 0.0214 : 0.0255), 94日(0.0171 : 0.0182 : 0.0179), 124日(0.0167 : 0.0172 : 0.0171), 184日(0.0164 : 0.0169 : 0.0171)であり, 対照歯の測定値 100 に対する低速および超高速切削実験歯の比率(低速実験歯% : 超高速実験歯%)をみると, 術後1日(125.6 : 121.1), 2日(151.8 : 146.2), 4日(172.6 : 170.8), 6日(192.5 : 190.8), 8日(205.9 : 204.3), 11日(205.2 : 206.7), 18日(209.6 : 210.7), 25日(199.5 : 196.3), 34日(178.6 : 182.5), 64日(122.3 : 128.7), 94日(106.3 : 104.8), 124日(103.3 : 102.6), 184日(102.9 : 103.9)であり, 術後1日~184日に至る全経過を通じて, 低速および超高速切削による両実験歯の曲線は, ほとんど同じ経過を示して両者の間に特記すべき差を認めない。この成績からみると, 低速および超高速切削によつて支台歯に現われる燐集積量に特に差を生ずる影響を受けるとは考えられない。

第3項 歯髄無保護と歯髄保護実験歯との測定値の比較

低速切削によつて支台歯冠形成完了後の歯髄無保護と歯髄保護実験歯との測定値を術後経時的に対照歯の測定値を基準として対比すると, それらの測定値の比(対照歯% : 歯髄無保護実験歯% : 歯髄保護実験歯%)をみる

図 7 歯髄無保護と歯髄保護実験歯との測定値

L ●——● L: 歯髄無保護実験歯の測定値
曲線
L' ●-----● L': 歯髄保護実験歯の測定値
曲線
CO ●——● CO: 対照歯の測定値曲線

と, 図7に示すように, 対照歯の測定値曲線(CO~CO)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線(L~L)および歯髄保護実験歯の測定値曲線(L'~L')にみられるように, 術後1日(0.0177 : 0.0222 : 0.0186), 2日(0.0182 : 0.0276 : 0.0222), 4日(0.0184 : 0.0318 : 0.0253), 6日(0.0186 : 0.0358 : 0.0292), 8日(0.0187 : 0.0385 : 0.0326), 11日(0.0186 : 0.0382 : 0.0331), 18日(0.0183 : 0.0384 : 0.0318), 25日(0.0183 : 0.0365 : 0.0287), 34日(0.0176 : 0.0315 : 0.0211), 64日(0.0175 : 0.0214 : 0.0186), 94日(0.0171 : 0.0182 : 0.0173), 124日(0.0167 : 0.0172 : 0.0170), 184日(0.0164 : 0.0169 : 0.0166)である。しかして対照歯の測定値を 100 とすると, これに対する両実験歯の測定値の比率(歯髄無保護実験歯% : 歯髄保護実験歯%)をみると, 術後1日(125.6 : 105.0), 2日(151.8 : 121.8), 4日(172.6 : 137.7), 6日(192.5 : 156.9), 8日(205.9 : 174.0), 11日(205.2 : 177.9), 18日(209.6 : 173.6), 25日(199.5 : 157.0), 34日(178.6 : 119.5), 64日(122.3 : 106.8), 94日(106.3 : 101.2), 124日(103.3 : 101.8), 184日(102.9 : 100.8)であり, 術後1日~184日の全経過を通じて, 歯髄保護実験歯の測定値曲線は歯髄無保護実験歯の測定値曲線よりも明らかに低く, 対照歯の測定値曲線により近い。すなわち前者は術後1日で20%, 8日ごろまでの上昇期間をみると, 前者と後者の測定値曲線はほとんど平行して急カーブに上昇して頂点に達しているが, この頂点時期においても前者の測定値は後者の測定値に比較して約30%低い。またその極期日数も前者は術後8日~18日の約10日間

であつて、後者の8日～25日の約17日間に比して期間が短い。その後は下降カーブを示しているが、前者の下降カーブは後者の下降カーブよりも明らかにより速く下つて、34日(約1カ月)後では対照歯の測定値に対して、前者の測定値は19.5%との差を示しているのに比して、後者の測定値は78.6%との差を示して、両者の間に59.1%との大差を現わしている。64日(約2カ月)後には対照歯の測定値に対して、前者の測定値は6.8%との差を示しているのに比して、後者の測定値は22.3%との差を示して両者の間の差は15.5%を示し、前者はほとんど安定期に入っている。更らに、94日(約3カ月)後には、前者の測定値は対照歯と近似値(1.2%の差)を示して回復しているが、後者はこの時期においてもなお6.3%の差を示してようやく安定期に入っている。この成績からみると、前者と後者との間に現われる燐集積の差が明らかにみられる。すなわち、前者は後者よりも術後1日からすでに20%、極期においても30%、燐集積が少なく、しかも極期の期間も1週間短かく、また燐集積量が対照歯の測定値に近づくのもより速く経過して、1カ月後には後者と明らかに大差を現わして対照歯の測定値により早く近づいている。94日(約3カ月)後には正常に回復しているが、この時期は後者の124日～184日(約4カ月～6カ月)後の値とほとんど同じである。換言すれば、1カ月～2カ月早く燐集積量が対照歯の測定値に近づいている。

第II節 歯冠部と歯根部硬組織および歯髄の各全量の測定値の比較

一歯の平均重量は0.265gで、歯冠部は0.115g、歯根部は0.150g、歯髄は重量的に微量であるので全組織を使用した。

第1項 対照歯の歯冠部と歯根部硬組織および歯髄の測定値の比較

対照歯の歯冠部、歯根部硬組織および歯髄の各全量の測定値を1歯の全組織の測定値を基準として対比すると、各部の測定値の比(歯冠部%：歯根部%：歯髄%)をみると、術後1日(25.94：72.15：1.91)、2日(26.37：71.70：1.93)、4日(26.53：71.51：1.96)、6日(26.69：71.24：2.07)、8日(27.21：70.77：2.02)、11日(26.16：71.75：2.09)、18日(26.55：71.33：2.12)、25日(26.34：71.58：2.08)、34日(25.67：72.18：2.15)、64日(25.50：72.35：2.15)、94日(25.19：72.63：2.18)、124日(24.81：73.01：2.18)、184日(24.69：73.09：2.22)である。対照歯においては、1日～184日の全経過を通じて、歯冠部では26%内外、歯根部では72%内

外、歯髄では2%内外の値で、硬組織では歯冠部より歯根部の方が約2.8倍の値を示している。歯髄は全体の約2%の測定値を示しているに過ぎない。

第2項 歯髄無保護実験歯の歯冠部と歯根部硬組織および歯髄の測定値の比較

歯髄無保護実験歯の歯冠部、歯根部硬組織および歯髄の各全量の測定値を1歯の全組織の測定値を基準として対比すると、各部の測定値の比(歯冠部%：歯根部%：歯髄%)をみると、術後1日(29.40：68.88：1.72)、2日(32.06：66.39.39：1.55)、4日(33.50：65.00：1.50)、6日(32.48：66.02：1.50)、8日(33.74：64.90：1.36)、11日(33.13：65.56：1.31)、18日(33.29：65.51：1.20)、25日(33.54：65.29：1.17)、34日(34.39：64.30：1.31)、64日(30.55：67.58：1.87)、94日(28.37：69.51：2.12)、124日(25.65：72.10：2.25)、184日(25.20：72.54：2.26)であり、ポーセレンジャケットクラウン合着後、1日～8日ごろまでの放射能値上昇期間においては、歯冠部で29.40%～33.74%、歯根部で68.88%～64.90%、歯髄で1.72%～1.36%の値を示し、8日～25日ごろまでの極期間では、歯冠部で33.74%～33.54%、歯根部で64.90%～65.29%、歯髄で1.36%～1.17%であり、25日～94日ごろまでの下降期間では、歯冠部で33.54%～28.37%、歯根部で65.29%～69.51%、歯髄で1.17%～2.12%である。また94日～184日ごろまでの安定期間では、歯冠部で28.37%～25.20%、歯根部で69.51%～72.54%、歯髄で2.12%～2.26%である。上記の成績からみると、1日～184日の全経過を通じて、歯冠部は平均31.18%、歯根部は67.19%、歯髄は1.63%で、硬組織では歯冠部より歯根部の方が約2倍の測定値を示している。

第3項 歯髄保護実験歯の歯冠部と歯根部硬組織および歯髄の測定値の比較

歯髄保護実験歯の歯冠部、歯根部硬組織および歯髄の各全量の測定値を1歯の全組織の測定値を基準として対比すると、各部の測定値の比(歯冠部%：歯根部%：歯髄%)をみると、術後1日(26.70：71.33：1.97)、2日(30.73：67.55：1.72)、4日(29.91：68.43：1.66)、6日(30.13：68.25：1.62)、8日(32.47：66.18：1.35)、11日(31.47：67.24：1.29)、18日(32.27：66.43：1.30)、25日(31.12：67.42：1.46)、34日(28.68：69.49：1.83)、64日(26.77：71.19：2.04)、94日(25.49：72.34：2.19)、124日(25.17：72.61：2.22)、184日(24.74：73.00：2.26)であり、1日～8日ごろまでの放射能値上昇期間においては、歯冠部で26.70%～32.47%、歯根部で71.33%

～66.18%，歯髄で1.97%～1.35%の測定値を示し，8日～18日ごろまでの極期間では，歯冠部で32.47%～32.27%，歯根部で66.18%～66.43%，歯髄で1.35%～1.30%であり，18日～64日ごろまでの下降期間では，歯冠部で32.27%～26.77%，歯根部で66.43%～71.19%，歯髄で1.30%～2.04%である．また64日～184日の安定期間においては，歯冠部で26.77%～24.74%，歯根部で71.19%～73.00%，歯髄で2.04%～2.26%の値を示している．上記の成績からみると，術後1日～184日の実験全経過を通じて，歯冠部で28.90%，歯根部で69.34%，歯髄で1.76%の各平均値を示している．硬組織では歯根部よりも歯根部の方が約2.4倍の測定値を示している．

第III節 歯冠部，歯根部硬組織の一定量および歯髄の全量の測定値の比較

第5・6・7図で各実験歯の1歯の全組織の総量の測定値を観察したのであるが，歯冠部，歯根部硬組織および歯髄の各部分には量的差異があるので，更にこれらの各部分組織，すなわち，歯冠部，歯根部硬組織の等量(0.1g)および歯髄の全組織について比較観察すると次のようである．

第1項 対照歯と歯髄無保護実験歯との比較

1) 対照歯の歯冠部と歯根部歯質との測定値の比較

図8に示すように対照歯の歯冠部測定値曲線(C₀₁～C₀₄)と歯根部測定値曲線(C₀₂～C₀₅)を術後経時的に比較すると測定値の比(歯冠部%：歯根部%)は，術後1日(0.00399：0.00851)，2日(0.00417：0.00869)，4日(0.00424：0.00877)，6日(0.00432：0.00883)，8日(0.00443：0.00883)，11日(0.00423：0.00891)，18日(0.00423：0.00870)，25日(0.00419：0.00873)，34日(0.00394：0.00849)，64日(0.00387：0.00842)，94日(0.00374：0.00827)，124日(0.00360：0.00813)，184日(0.00353：0.00801)である．上記の成績から明らかに，対照歯においても歯冠部より歯根部の方が約2倍高い測定値を示している．すなわち，歯根部の方が歯冠部よりも約2倍の燐集積量を現わしていると考えられる．これは歯根部においては歯根膜から白堊質に対して，また比較的薄層の象牙質に対して歯髄腔が大きい状態で燐集積が行なわれているというような解剖学的条件によるためであろうと考えられる．

2) 歯髄無保護実験歯の歯冠部と歯根部歯質との測定値の比較

図8に示すように歯髄無保護実験歯の歯冠部測定値曲

図8 歯冠部歯根部硬組織の一定量および歯髄の全量の測定値

歯冠部 C ●——●C：歯髄無保護実験歯の測定値曲線
C' ○——○C'：歯髄保護実験歯の測定値曲線
C₀₁ ×——×C₀₁：対照歯の測定値曲線
歯根部 R ●——●R：歯髄無保護実験歯の測定値曲線
R' ○——○R'：歯髄保護実験歯の測定値曲線
R₀₁ ×——×R₀₁：対照歯の測定値曲線
歯髄 P ●——●P：歯髄無保護実験歯の測定値曲線
P' ○——○P'：歯髄保護実験歯の測定値曲線
P₀₁ ×——×P₀₁：対照歯の測定値曲線

線(C～C)と歯根部測定値曲線(R～R)を術後経時的に比較すると，測定値の比(歯冠部%：歯根部%)は術後1日(0.00568：0.01021)，2日(0.00769：0.01221)，4日(0.00925：0.01376)，6日(0.01011：0.01575)，8日(0.01131：0.01668)，11日(0.01104：0.01669)，18日(0.01110：0.01675)，25日(0.01064：0.01588)，34日(0.00942：0.01351)，64日(0.00567：0.00962)，94日(0.00448：0.00841)，124日(0.00384：0.00829)，184日(0.00371：0.00818)を示し，両曲線はほとんど同じように見えるが，歯冠部と歯根部歯質との測定値の比は，対照歯の場合では1：2の比であつたが，この実験歯の場合では約1：1.5の比である．すなわち，この実験歯においては対照歯に比較して，歯根部よりも歯冠部の燐集積比率が増大している．

3) 対照歯と歯髄無保護実験歯との歯冠部歯質の測定値の比較

歯冠部においては，図8に示すように，対照歯の測定値曲線(C₀₁～C₀₄)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線(C～C)を比較すると，測定値の比(対照歯%：歯髄無保護実験歯%)は，術後1日(0.00399：0.00568)，2日(0.00417：0.00769)，4日(0.00424：0.00925)，6日(0.00432：0.00925)，8日(0.00443：0.00925)，11日(0.00423：0.00925)，18日(0.00423：0.00925)，25日(0.00419：0.00925)，34日(0.00394：0.00925)，64日(0.00387：0.00925)，94日(0.00374：0.00925)，124日(0.00360：0.00925)，184日(0.00353：0.00925)である．

0.01011), 8日(0.00443:0.01131), 11日(0.00423:0.01104), 18日(0.00423:0.01110), 25日(0.00419:0.01064), 34日(0.00394:0.00942), 64日(0.00387:0.00567), 94日(0.00374:0.00448), 124日(0.00360:0.00384), 184日(0.00353:0.00371)であり, 対照歯の測定値を100としこれに対する歯髄無保護実験歯の比率(歯髄無保護実験歯%)をみると, 術後1日(142.4), 2日(184.5), 4日(218.0), 6日(234.2), 8日(255.4), 11日(260.8), 18日(262.7), 25日(253.8), 34日(239.2), 64日(146.6), 94日(119.7), 124日(106.8), 184日(105.0)である。この成績から明らかなように対照歯の測定値に比して, 術後1日ですでに142.4%の高値を示し, その後約1週間の上昇期間を経て, 8日~25日の極期間では255.4%~253.8%の高い測定値を示して, 燐集積で約2.5倍多く現わしているとうかがえる。25日ごろからは下降しはじめて94日(約3カ月)ごろまでは253.8%~119.7%となつて対照歯の値に近づいている。以後184日(約6カ月)までの経過をみると測定値比の値は安定しているが, しかし, 6カ月以後においてもなお5%の差があつて対照歯よりも極めて微量であるが燐集積が多いかとみられる。すなわちこの時期においても燐集積が極めて微量ながら対照歯よりも多く続いていると考えられる。

4) 対照歯と歯髄無保護実験歯との歯根部歯質の測定値の比較

歯根部においても第8図に示すように対照歯の測定値曲線($Co_2 \sim Co_3$)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線($R \sim R$)を比較すると, 測定値の比(対照歯%:歯髄無保護実験歯%)は, 術後1日(0.00851:0.01021), 2日(0.00869:0.01221), 4日(0.00877:0.01376), 6日(0.00883:0.01575), 8日(0.00883:0.01668), 11日(0.00891:0.01669), 18日(0.00870:0.01675), 25日(0.00873:0.01588), 34日(0.00849:0.01351), 64日(0.00842:0.00962), 94日(0.00827:0.00841), 124日(0.00813:0.00829), 184日(0.00801:0.00818)であり, 対照歯の測定値を100とし, これに対する歯髄無保護実験歯の測定値の比率(歯髄無保護実験歯%)は, 術後1日(119.9), 2日(140.5), 4日(156.9), 6日(178.5), 8日(188.8), 11日(187.4), 18日(192.5), 25日(182.0), 34日(159.1), 64日(114.3), 94日(101.7), 124日(120.0), 184日(102.1)である。上記の成績から観察すると, 実験歯と対照歯の歯根部測定値の比は, 術後1日で119.9%で, その後1週間の上昇期間, すなわち8日ごろまで急上昇し, 188.8%の値を示し, 8日~25日の極期間では

188.8%~182.0%の燐集積量を示し, 燐集積が強く現われている。その後, 測定値は漸次下降して, 25日~64日ごろまでは182.0%~114.3%の測定値を示し, その差が少なくなつて64日(約2カ月)ごろには14.3%の差となつて対照歯の測定値曲線に近くなり, 94日~184日ごろまでは101.7%~102.1%で測定値は安定しており, 対照歯の燐集積量と変らない状態に回復していると考えられる。

5) 対照歯と歯髄無保護実験歯との歯冠部, 歯根部歯質の各測定値比の比較

対照歯の歯冠部および歯根部硬組織の各測定値に対して歯髄無保護実験歯の歯冠部および歯根部の各測定値比を比較すると, 図9のようである。歯髄無保護実験歯の

図9 対照歯測定値(100)に対する歯冠部・歯根部・歯髄の測定値の比

対照歯の歯冠部・歯根部硬組織および歯髄の測定値に対する歯髄無保護および歯髄保護実験歯の歯冠部・歯根部硬組織および歯髄の測定値の比

- C_1 ●——● C_1 : 歯髄無保護実験歯の測定値曲線
- C_2 ○-----○ C_2 : 歯髄保護実験歯の測定値曲線
- R_1 ■——■ R_1 : 歯髄無保護実験歯の測定値曲線
- R_2 □-----□ R_2 : 歯髄保護実験歯の測定値曲線
- P_1 ▲——▲ P_1 : 歯髄無保護実験歯の測定値曲線
- P_2 △-----△ P_2 : 歯髄保護実験歯の測定値曲線
- B.L. ——— B.L.: 対照歯の測定値(100)とした基準線

歯冠部測定値曲線($C_1 \sim C_2$)と歯根部の測定値曲線($R_1 \sim R_2$)の比(歯冠部%:歯根部%)は, 術後1日(142.4:119.9), 2日(184.5:140.5), 4日(218.0:156.9), 6日(234.2:178.5), 8日(255.4:188.8), 11日(260.8:187.4), 18日(262.7:192.5), 25日(253.8:182.0), 34日(239.2:159.1), 64日(146.6:114.3), 94日(119.7:101.7), 124日(106.8:102.0), 184日(105.0:102.1)である。以上の成績からみると, 術後1日~8日までの上

昇期間において歯冠部の方が歯根部より22.5%～66.6%高い比率で燐集積が行なわれている。また、その極期間の8日～25日の燐集積量の比は66.6%～71.8%高い値を示している。すなわち、支台歯冠形成削除手術および合着セメント刺激に対する燐集積量が歯根部よりも歯冠部において66%～71%多量に、しかも急激に上昇している。また下降期間を比較すれば、34日、64日、94日に至るまでの測定値の比率は歯冠部の方が歯根部よりも80.1%、32.3%、18.0%高い測定値を示し、すなわち、歯冠部の方が歯根部よりも燐集積が緩慢に減退しつつ、対照歯の測定値に近づいている。94日の所見をみると、歯根部の測定値は対照歯のそれとほとんど同じで安定期に達しているが、歯冠部の方は19.7%高い。すなわち歯根部においては燐集積がほとんど正常に回復しているが、歯冠部においては燐集積がやや高く続行していると考えられる。その後124日～184日の所見においては、歯冠部も124日に至って対照歯と6.8%の差を示して、以後安定期に入っているが、184日の所見においても歯根部に比して約3%高い燐集積比がみられる。すなわちこの時期においても歯冠部の方が歯根部よりも燐集積が微量ながらも多いことが察せられる。

6) 対照歯と歯髄無保護実験歯との歯髄の測定値の比較

歯髄における測定値の成績をみると、第8図にみられるようである。ただし本実験では1本の歯牙の歯髄は非常に微量で、他の硬組織のように0.1g秤量できえなかつたので、歯冠部、歯根部硬組織歯質の0.1g等量の成績と比較検討することはできなかつた。対照歯の測定値曲線($C_0 \sim C_{03}$)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線($P \sim P_7$)を比較すると、その比(対照歯%：歯髄無保護実験歯%)は、術後1日(0.000338：0.000383)2日(0.000351：0.000428)、4日(0.000360：0.000477)、6日(0.000385：0.000536)、8日(0.000378：0.000523)11日(0.000390：0.000502)、18日(0.000387：0.000462)、25日(0.000381：0.000428)、34日(0.000378：0.000412)、64日(0.000376：0.000399)、94日(0.000372：0.000385)、124日(0.000365：0.000387)、184日(0.000365：0.000383)であり、また対照歯の測定値を100とし、これに対する歯髄無保護実験歯の比率(歯髄無保護実験歯%)は、第9図に示すように、歯髄無保護実験歯の測定値曲線($P_1 \sim P_7$)をみると、術後1日(113.3)、2日(121.8)、4日(132.5)、6日(139.2)、8日(138.1)、11日(128.9)、18日(119.2)、25日(112.4)、34日(108.9)、64日(106.0)、94日(103.0)、124日(106.2)、184日(104.9)であり、術

後1日で113.3%、その後4日ごろまでの上昇期間で113.3%～132.5%の高い比率で燐集積が行なわれ、6日で最高測定値139.2%を示し、その極期間は4日～11日でその間燐集積量は132.5%～128.9%を示し、歯冠部、歯根部硬組織よりも極期間が約10日間ほど短かい。その後の下降期をみると徐々に下降して、34日(約1カ月)で108.9%、64日(約2カ月)で106.0%、94日(約3カ月)で103.0%の測定値を示し、対照歯の測定値に近づいて安定期に入っているが、なお124日～184日に至っても約6%～5%多く燐集積が続いている。

第2項 歯髄保護実験歯と歯髄無保護実験歯との測定値の比較

歯髄保護実験歯と歯髄無保護実験歯との歯冠部、歯根等量硬組織の各測定値および歯髄の全量の測定値を比較観察すると、第8図に示すように、歯髄保護実験歯の各部の測定値曲線($C' \sim C'_7$, $R' \sim R'_7$, $P' \sim P'_7$)と歯髄無保護実験歯の各部の測定値曲線($C \sim C_7$, $R \sim R_7$, $P \sim P_7$)とに示す関係である。

1) 歯冠部歯質における測定値の比較

歯冠部における測定値曲線を術後経時的に比較すると、それらの測定値の比(歯髄保護実験歯%：歯髄無保護実験歯%)は、第8図に示すように歯髄保護実験歯の測定値曲線($C' \sim C'_7$)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線($C \sim C_7$)にみられるように、術後1日(0.00432：0.00568)、2日(0.00592：0.00769)、4日(0.00659：0.00925)、6日(0.00764：0.01011)、8日(0.00920：0.01131)、11日(0.00906：0.01104)、18日(0.00891：0.01110)、25日(0.00777：0.01064)、34日(0.00526：0.00942)、64日(0.00434：0.00567)、94日(0.00383：0.00448)、124日(0.00372：0.00384)、184日(0.00357：0.00371)であり、また対照歯の測定値100に対する各実験歯の比率(歯髄保護実験歯%：歯髄無保護実験歯%)は、図9にみられるように歯髄保護実験歯の測定値曲線($C_1 \sim C_7$)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線($C'_1 \sim C'_7$)に示すごとく、術後1日(108.1：142.4)、2日(142.0：184.5)、4日(155.3：218.0)、6日(177.1：234.2)、8日(207.7：255.4)、11日(214.0：260.8)、18日(211.0：262.7)、25日(185.4：253.8)、34日(133.4：239.2)、64日(112.1：146.6)、94日(102.3：119.7)、124日(103.3：106.8)、184日(101.0：105.0)である。この成績からみると、歯髄保護実験歯の方が歯髄無保護実験歯よりも全体的に30%～60%測定値が低い。すなわち燐集積量が少ない。またその燐集積上昇期間において、前者は後者より燐集積量が34.3%～47.7%低く、頂点に達する時

期も前者の場合は術後11日であるのに対し、後者の場合は18日であつて、前者の方が後者より燐集積の増加期間が短い。しかし燐集積極期日数も前者は約10日間(8日～18日)、後者は約17日間(8日～25日)で、その両者の間に約1週間の差がある。その後下降曲線を比較すると、前者の方が急カーブに下降し、術後64日～94日で12.1%～2.3%との差で対照歯の測定値に近づいているが、後者の曲線はこれよりも緩徐に下降して、94日～124日で19.7%～6.8%との差で対照歯の測定値に近づいて、両者の間に燐集積量の減退の緩急の差がみられて、前者は約64日、後者は約94日で約1カ月早く燐集積安定期に入っている。

2) 歯根部歯質における測定値の比較

歯根部においても同様に、各実験歯の測定値の比(歯髄保護実験歯%：歯髄無保護実験歯%)は、図8に示すように歯髄保護実験歯の測定値曲線($R' \sim R'$)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線($R \sim R$)にみられるように、術後1日(0.00884：0.01021)、2日(0.00998：0.01221)、4日(0.01156：0.01376)、6日(0.01327：0.01575)、8日(0.01439：0.01668)、11日(0.01469：0.01669)、18日(0.01407：0.01675)、25日(0.01291：0.01588)、34日(0.00976：0.01351)、64日(0.00884：0.00962)、94日(0.00834：0.00841)、124日(0.00823：0.00829)、184日(0.00804：0.00818)であり、また対照歯の測定値100に対する各実験歯の比率(歯髄保護実験歯%：歯髄無保護実験歯%)は、図9に示すように、歯髄保護実験歯の測定値曲線($R_1 \sim R_1$)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線($R_2 \sim R_2$)にみられるように、術後1日(103.8：119.9)、2日(114.8：140.5)、4日(131.8：156.9)、6日(150.4：178.5)、8日(162.7：188.8)、11日(165.0：187.4)、18日(161.7：192.5)、25日(147.9：182.0)、34日(115.0：159.1)、64日(105.0：114.3)、94日(100.8：101.7)、124日(101.2：102.0)、184日(100.7：102.1)である。歯根部においても歯冠部におけると同様に、歯髄保護実験歯の方が歯髄無保護実験歯よりも全体的に20%～40%測定値が低い。すなわち燐集積量が少ない。また燐集積上昇期間において、前者は後者より燐集積量が16.1%～26.1%低く、その頂点に達する時期も歯冠部におけると同様、前者の場合は術後11日であり、後者の場合は18日で、前者の方が後者よりも燐集積量の増加期間が短い。しかして燐集積の極期間も、前者は約10日間(8日～18日)、後者は約17日間(8日～25日)で、その両者の間に約1週間の差がある。その後の下降期間の下降曲線を比較すると、前者は急カーブに下降し、34日～

64日で15.0%～5.0%との差で対照歯の測定値曲線に近づいているが、後者の曲線はこれよりも緩徐に下降して、64日～94日で14.3%～1.7%の差で対照歯の測定値に近づいて、前者の方が後者よりも約1カ月早く燐集積安定期に入っている。

3) 歯髄における測定値の比較

歯髄においても同様に、各実験歯の測定値の比(歯髄保護実験歯%：歯髄無保護実験歯%)は、図8に示すように歯髄保護実験歯の測定値曲線($P' \sim P'$)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線($P \sim P$)とにみられるように、術後1日(0.000367：0.000383)、2日(0.000381：0.000428)、4日(0.000421：0.000477)、6日(0.000473：0.000536)、8日(0.000439：0.000523)、11日(0.000426：0.000502)、18日(0.000414：0.000462)、25日(0.000419：0.000428)、34日(0.000387：0.000412)、64日(0.000383：0.000399)、94日(0.000378：0.000385)、124日(0.000376：0.000387)、184日(0.000374：0.000383)であり、対照歯の測定値100に対する各実験歯の比率(歯髄保護実験歯%：歯髄無保護実験歯%)は、図9にみられるように歯髄保護実験歯の測定値曲線($P_1 \sim P_1$)と歯髄無保護実験歯の測定値曲線($P_2 \sim P_2$)に示すように、術後1日(108.7：113.3)、2日(108.3：121.8)、4日(116.9：132.5)、6日(122.8：139.2)、8日(116.1：138.1)、11日(109.2：128.9)、18日(107.0：119.2)、25日(110.1：112.4)、34日(102.4：108.9)、64日(101.8：106.0)、94日(101.8：103.6)、124日(103.1：106.2)、184日(102.5：104.9)の測定値比を示している。上記の成績からみると、歯髄の場合においても歯髄保護実験歯の方が歯髄無保護実験歯よりも全体的に5%～19%測定値が低い。すなわち燐集積量が少ない。また燐集積上昇期間において、前者は後者より燐集積量が4.6%～15.6%低い。またその頂点に達する時期は両者とも6日ごろであり差はないが、極期間は前者は約4日間(4日～8日)、後者は約7日間(4日～11日)で、その両者の間に約3日の差がある。その後の下降期間の下降曲線をみると、両者ともに比較的緩徐に下降しているが、前者の方が後者よりも明らかに早く対照歯の測定値に近付き、安定期に入っている。すなわち前者は34日～64日で2.4%～1.8%との差で対照歯の測定値に近づいているのに対して、後者は124日～184日に至つても対照歯の燐集積量に比して6.2%～4.9%多い。以上の所見からみると、前者は64日以後に燐集積が正常に回復するが、後者の場合は124日～184日に至つてもなお正常よりも多く燐集積が続いているものと考えられる。

第 IV 章 総括および考察

以上の実験成績を総括し、これを考察すると：

(1) 実験群の対照歯(健康上顎第三切歯)においてを追跡した放射能測定値所見は、1日～184日の全経過において、前記の予備実験群の健状上顎第三切歯の測定値とほとんど同じ測定値を現わして、0.0164～0.0177%放射能値である。ただ術後3週間位までの期間では極くわずかながら測定値が多い。殊に、術後6日～11日ごろは0.0187%放射能値を示して燐集積が多い傾向の所見を現わしている。

(2) 歯髄無保護実験歯の全組織(歯冠部、歯根部硬組織および歯髄を含む)の³²Pの集積量に相当する燐放射能値は、対照歯の測定値に比較して、1日～184日の全経過において対照歯ではほとんど変動のない燐集積値を示しているのに比して、歯髄無保護実験歯では、急上昇、急下降の変動を示している。すなわち後者は前者に対比して術後1日で125.6%、その後急上昇して8日ごろに205.9%の値で頂点に達して、前者との最大差を現わす。すなわちこの時期が支台歯冠形成削除手術、ポーセレンジャケットクラウン合着セメント刺激に対する実験歯の生物学的反応の亢進期と察せられる。8日～25日ごろまでの約3週間は205.9%～199.5%でほとんど同じ高い反応を示して反応極期間を現わす。25日以後は測定値が下降しはじめて、反応減退期に入り、34日、64日、94日に至るに従って、178.6%、122.3%、106.3%とだんだん対照歯の測定値に接近して生物学的反応が正常に回復する過程を示している。すなわち25日以後94日(約3カ月)に至つて刺激に対する反応が明らかに正常に復帰しつつあるとうかがわれる。しかし184日に至つてもわずかであるが測定値差(約3%)を認めて全く正常復帰状態に達せず、生物学的反応機転がわずかながらも続いていると考えられる。これをもつて考察すれば、ポーセレンジャケットクラウンを燐酸セメント合着した歯髄無保護実験歯においては、刺激に対する反応が減退して生物学的反応が正常に近づくのは94日(約3カ月)で、全く正常に復帰するのは184日(約6カ月)以後に及ぶと察せられる。

(3) 低速と超高速切削による各歯髄無保護実験歯の燐集積値を比較すれば、両者の間にほとんど差を認めない。この所見から考察すると、低速、超高速切削のいずれによつても支台歯に現われる生物学的反応は差が認められないと考えられる。

(4) 歯髄保護実験歯と歯髄無保護実験歯との燐集積測定値は、対照歯の測定値に対比して、前者は後者より

も全経過を通じて低い燐集積測定値比を示している。すなわち前者は後者よりも術後1日からすでに20%、反応極期においても30%低く、また極期間も約10日間以後者の場合よりも約1週間短かい。その後燐集積の下降過程を比較すれば、前者は後者よりも急速である。すなわち、34日(約1カ月)後に後者との間に59.1%との大差を現わして、64日(約2カ月)で対照歯の測定値にほとんど接近して刺激に対する反応が正常に復帰しつつあることがうかがわれる。この状態は後者に比して約1カ月早く現われている。これによつて考察すると、歯髄保護と歯髄無保護実験歯とに現われる生物学的反応の強弱の差が察せられる。亜鉛亜ユージノールセメントの仮着、プロテクトセメントで合着した歯髄保護実験歯においては、刺激に対する反応が歯髄無保護実験歯の場合に比して明らかに弱く、極期間も短かい。また、反応回復期もより速く約2カ月後に正常に近ずき、約3カ月以後には正常に復帰すると察せられる。

(5) 硬組織の全量と歯髄の全量に集積される燐量を比較すると、対照歯、実験歯いずれにおいても歯髄内の集積量は硬組織内の量に比してはなほ少量である。また硬組織を歯冠部、歯根部に二分して各部の燐集積量を比較すると、対照歯では歯根部の量が歯冠部の約2.8倍の値を示しているが、実験歯では約2倍の倍率に下つている。これらの所見から察すると、投与された燐の大部分は歯牙硬組織に集積される。また実験歯において、歯冠部の燐量の比率が増している所見は、支台歯の生物学的反応が歯冠部歯質においてより高率に現われていることが認められる。

(6) 対照歯と歯髄保護および歯髄無保護実験歯との歯冠部等量歯質内に集積される燐量を比較すると、歯髄保護実験歯の歯冠部歯質では極期において2.1倍、歯髄無保護実験歯の歯冠部歯質では2.6倍高い。この所見からみると、歯髄保護および歯髄無保護実験歯の歯冠部歯質のいずれにおいても生物学的反応が対照歯の2倍以上高いことがうかがえる。同時に、歯髄保護実験歯の歯冠部歯質に現われる反応が歯髄無保護実験歯におけるよりも明らかに低いことが考察される。

(7) 歯髄無保護実験歯の歯冠部歯質内における燐集積量を対照歯に対比して1日～184日の全経過を観察すれば、1日～8日ごろの上昇期間では142.4%～255.4%と急上昇し、18日で262.7%で頂点に達し、すなわちこの時期が歯冠部歯質内の生物学的反応の亢進期と察せられる。8日～25日ごろまでの約3週間は255.4%～253.8%でほとんど同じ高い測定値比を示して反応極期間とみられる。25日以後は測定値が下降しはじめて、す

なわち反応減退期に入り、25日～124日の経過において253.8%～106.8%に下り、対照歯の歯冠部歯質の値にだんだん接近して安定期に移行している。すなわち25日以後124日(約4カ月)にわたって刺激に対する反応が次第に減じ、正常に復しつつある経過がうかがえる。184日(約6カ月)に至っても対照歯の歯冠部歯質よりもわずかながら(約5%)高い燐集積が続いている。すなわち、約6カ月後においても生物学的反応が軽度ながら持続していると考察される。

(8) 歯髄保護実験歯の歯冠部歯質の燐集積量と歯髄無保護実験歯の歯冠部歯質の燐集積量に対比して、全経過を通じてみると、前者は後者より上昇期間(1日～8日ごろ)で30%～50%低い。頂点に達する時期は約1週間早く、またその時期における燐集積量は約50%低い。極期間も約1週間短かく、その期間中における燐集積量は約50%低い。しかし、下降期から安定期に入る時期は約1カ月早く、94日(約3カ月)ごろであつて対照歯の歯冠部歯質の値と約2.3%の差に移行する。上記の所見から、歯髄保護実験歯の歯冠部歯質に現われる刺激に対する反応は歯髄無保護実験歯の歯冠部歯質の場合に比して、術直後から持続期に至るまで明らかに弱い。また、より早く回復すると察せられる。すなわち歯髄保護実験歯の支台歯冠に現われる生物学的反応がより軽く、より早く回復する。

第V章 結 論

上顎第三切歯に実験的にポーセレンジャケットクラウンを合着した犬に³²PをTracerとして、健常対側歯(対照歯)に集積される燐量を対照として、実験支台歯に集積される燐量を対比して得た成績にもとづいて、実験支台歯に誘発される生物学的反応を観察すると次のようである。

(1) 実験支台歯においては、対照歯に比べて術後1日～184日の全経過において、燐集積量が多く、放射能測定値が高い。術後1日～8日ごろまでの上昇期間では、実験支台歯の燐集積量は対照歯のそれよりも25%～105%高く、頂点において約倍量の燐が集積される。しかし極期間(8日～25日ごろ)では105%～99%より高い率を示し、ほとんど倍量の燐集積が続く、その後は下降期に移り、64日ごろまでは比較的急に燐集積量を減じて、94日ごろに6%の差で対照歯の測定値に近づく。しかし184日後においてもなおわずかながら(約3%)測定値が高い。

(2) 低速(7,000 rpm)と超高速(300,000 rpm)切削に

よる実験支台歯の燐集積に差を認めない。

(3) 歯髄保護実験歯の燐集積は歯髄無保護実験歯のそれよりも、1日～184日の全経過を通じて低い測定値を現わす。すなわち、前者は後者より1日～18日ごろまでの上昇期および極期間を通じて20%～30%低い。またその燐集積極期間は約10日間(8日～18日)であつて、後者の約17日間(8日～25日)に比して約1週間短かい。その後、両者の燐集積の減量は後者より急激に経過して、34日後にすでに後者のそれよりも59%少なく、64日で約6%の差で対照歯の測定値に近づく。この状態は後者の94日後の所見に相当する。

(4) 歯牙硬組織と歯髄との各全量における燐集積をみると、対照歯、実験歯のいずれにおいても投与された燐の大部分は歯牙硬組織に集積されて、歯髄内にははなはだ少量である。また歯冠部と歯根部との硬組織内の燐集積量を比較すると、対照歯では歯冠部が歯根部よりも約2.8倍高いが、実験歯では約2倍の倍率に下つている。換言すれば、実験支台歯では対照歯と異なつて歯冠部歯質内に燐集積比率が高まつている。

(5) 歯冠部等量硬組織に集積される燐量を対照歯と歯髄無保護および歯髄保護実験歯とについて比較すると、対照歯に対して歯髄無保護実験歯は2.6倍高く、歯髄保護実験歯は2.1倍である。すなわち歯髄無保護支台歯の歯冠部硬組織の方が歯髄保護支台歯のそれよりも燐集積量が高い。

考案：前記の燐集積成績から支台歯に誘発される生物学的反応の動向が考えられる。すなわち、歯髄無保護実験歯においては、術後1日～8日ごろまで生物学的反応が亢進し、25日ごろまで反応が持続し、その後反応が減退して、94日ごろに対照歯にほとんど近くなる。しかしながら、184日後においても極く軽度ながら反応が続いておつて全く正常に復帰していない状況がうかがわれる。以上の反応経過は補綴処置後の支台歯にみられる違和、不快感、軽度自発痛等の誘発およびそれらの緩快、機能負担の回復等の治癒経過を臨床的に示唆する意義があると思う。また、歯質切削の低速および超高速によつて、支台歯の生物学的反応の強弱が影響されないことは臨床的に高能率切削器の有利を示す。歯髄保護処置を行なえば、歯髄無保護支台よりも明らかに生物学的反応が軽度で、しかもその持続期間が約1週間短かく、さらに1カ月早く回復する所見は保護処置の臨床効果を証する。

本論文は昭和37年度文部省科学研究費を受く。本論文の要旨は昭和37年5月12日第14回日本大学歯学会、

昭和 37 年 6 月 10 日第 44 回日本補綴歯科学会、昭和 37 年 8 月 12 日日本口腔科学会第 10 回中四国地方部会において発表した。

稿を終るにあたり、本実験に際し御懇篤なる御指導および御校閲を辱うした日本大学大学院歯学研究科補綴学沖野節三教授に深甚なる敬意を表し、あわせて御援助を戴いた日本大学歯学部補綴学中沢靖助教授および日本大学歯学部放射性同位元素研究室西連寺永康助教授ならびに両教室員各位に感謝の意を表する。

文 献

- 1) 足立晋：人類歯牙基質に対する弗素の吸着，附， F^{19} 、 P^{32} 及び Ca^{45} の吸着比較，日大医誌，16 巻，2585，(1957)。
- 2) 荒川七郎：放射性同位元素 P^{32} による骨折治癒機転の研究，第 1 報，放射性同位元素 P^{32} による骨折骨の 燐代謝の研究，日大医誌，13 巻，2198，(1954)。
- 3) 荒川七郎：第 2 報，放射性同位元素 P^{32} による骨折血腫の燐代謝の研究，日大医誌，13 巻，2206，(1954)。
- 4) 新井登喜雄：耳下腺摘出 およびパロチン補給に伴う歯および骨の ^{32}P 代謝について，日大医誌 19 巻，2591，(1960)。
- 5) 芦田英之：上皮小体摘出後における歯と骨の ^{45}Ca の代謝について，日大医誌，17 巻，1774，(1958)。
- 6) 原治・孝久孝志・保田岩夫： P^{32} による骨折部位の燐代謝の研究，最新医学，6 巻，97，(1951)。
- 7) 日高英臣：ビタミン C 欠乏による歯および骨の ^{45}Ca 代謝について，日大医誌，19 巻，2604，(1960)。
- 8) 堀江英二・栗山純雄・竹内茂雄：エアータービンによる窩洞形成の歯髄に及ぼす影響に関する臨床病理組織学的研究，歯学報，60 巻，93，(1960)。
- 9) 細野来馬：歯冠補綴及架工義歯学，医歯薬出版，東京，78，(1954)。
- 10) 板井千年： Hg^{103} をトレーサーとしてアマルガム充填後の水銀の歯牙内移行にかんする実験的研究，歯月報，35 巻，55，(1961)。
- 11) 入山秀・岡部圭司：歯牙硬組織の人工的削除が歯髄並びに歯牙支持組織に及ぼす影響に関する実験的研究，日本之歯界，192 号，1041，(1935)。
- 12) 石原寿郎：鋳造冠，而至化学工業，東京，58 ページ，(1959)。
- 13) 石西伸・伊高三千男・渡辺勉：放射性同位元素 燐に由る家兎歯牙の燐代謝研究，医学研究，28 巻，3154，(1958)。
- 14) 北野晋一・高橋一祐・関根永滋：プロテクトセメントによる間接歯髄覆罩臨床成績，歯学報，59 巻，592，(1959)。
- 15) 北野晋一・高橋一祐・浅井康広・服部玄門・堀江英二・関根永滋：プロテクトセメントによる間接歯髄覆罩臨床成績，歯学報，61 巻，38，(1961)。
- 16) 北野晋一：間接型罩法に関する臨床病理学的研究，日保歯誌，3 巻，1，(1960)。
- 17) 是木悟：ビタミン C 欠乏による歯および骨の ^{32}P 代謝について，日大医誌，17 巻，1787，(1958)。
- 18) 呉修治・藤木芳成：歯牙硬組織に於ける燐の移動に関する研究，(A) 放射性同位元素を利用せる歯牙硬組織新陳代謝の研究，日口科誌，3 巻，147，(1954)。
- 19) 三輪盛文：上皮小体摘出後における ^{32}P 代謝について，日大医誌，15 巻，564，(1956)。
- 20) 森信胤：原子力と医学—アイソトープの医学的利用—，創元社，東京，45，(1953)。
- 21) 村田義純：弗素による斑状歯初発に関する実験的研究，日大医誌，19 巻，296，(1960)。
- 22) 中沢靖：人工放射性同位元素燐による歯と骨の燐代謝の実験的研究，日大医誌，14 巻，390，(1955)。
- 23) 並川淳一：ポーセレンクラウン，医歯薬出版，東京，10，(1960)。
- 24) 並木孝雄：人工放射性同位元素燐の応用による金冠支台歯の生物学的研究，日大医誌，18 巻，2285，(1959)。
- 25) 奥川幸二：甲状腺，副甲状腺摘出後における歯と骨の ^{45}Ca 代謝について，日大医誌，19 巻，715，(1960)。
- 26) 関根永滋・西条征男・森本優・武石義弘：窩洞形成の歯髄に及ぼす影響に関する（臨床病理学的）研究，歯学報，51 巻，309，(1951)。
- 27) 関根永滋・森本優・鈴木繁・北野晋一：亜鉛華ユージオールセメント (Neodyne) の歯髄鎮痛，鎮静並びに間接歯髄覆罩効果について，歯学報，53 巻，692，(1953)。
- 28) 関根永滋・西条征男・鈴木繁・北野晋一：亜鉛華ユージオールセメント (Neodyne) の仮封効果について，歯学報，53 巻，760，(1953)。
- 29) 茂田貫一・大岩弥生・佐久間正敏：放射性同位元素に由る歯牙硬組織の代謝に関する研究，(1) ^{32}P を白鼠及び家兎に皮下注射及び経口投与した際の歯牙への移動，日口科誌，4 巻，105，(1955)。
- 30) 茂田貫一・大岩弥生・佐久間正敏：歯牙硬組織に於ける燐の移動に関する研究，(3) 犬に ^{32}P を投与した際の歯牙硬組織への移動，日口科誌，4 巻，188，(1955)。
- 31) 鈴木寛二郎：甲状腺，副甲状腺摘出後における歯および骨の ^{32}P 代謝について，日大医誌，19 巻，1690，(1960)。
- 32) 鈴木康之：人工放射性同位元素燐の応用による継続歯の支台歯根の生物学的研究，歯月報，35 巻，194，(1961)。
- 33) 田原源太郎：金冠の装着後歯髄の態度に就て，

九歯誌, 2号, 103, (1934).

- 34) 武石義弘・森本優・関根永滋: 支台歯形成の歯髄に及ぼす影響に関する臨床病理学的研究, 日歯医誌, 6巻, 130, (1953).
- 35) 武石義弘・森本優・関根永滋: 支台歯形成後歯髄に及ぼすセメントの影響に関する臨床病理学的研究, 日歯医会誌, 第5回, 46, (1953).
- 36) 武石義弘: 支台歯形成後歯髄に及ぼす影響並びにその処置に関する臨床病理学的研究, 日保歯誌, 2巻, 1, (1959).
- 37) 武石義弘: 支台歯形成後の歯髄に対しプロテクトセメントが及ぼす影響に関する臨床病理学的研究, 日保歯誌, 1巻, 62, (1958).
- 38) 手塚長次郎: Rubber base 印象材使用時の注意, 歯科時報, 12巻, 43, (1958).
- 39) 山本正夫: P^{32} , Ca^{45} を用いた白鼠抜歯創治療に関する研究, 大阪大学歯誌, 4巻, 1139, (1959).
- 40) 山下久雄: アイストープの医学的応用, 第2版, 医学書院, 東京, 大阪, 86, (1960).
- 41) 山下又次郎・関根永滋・西条征男・森本優・石川達也・町田幸雄・武石義弘: 亜鉛華エッジノール糊剤を以てする間接歯髄覆罩法に関する臨床病理学的研究, (永久篇), 歯学報, 58巻, 340, (1958).
- 42) 矢崎正方: 最近継続及び架工術, 歯科学叢書, 第六篇, 歯科学報社, 75, (1920).
- 43) 横塚繁雄・嘉部良盛・青木保: 低熔陶材を用いた Porcelain jacket crown の焼成について, 日本歯科評論, 220号, 7, (1961).
- 44) 吉田恵夫: 弾性印象材の実用的精度について, 口病誌, 23巻, 377, (1956).
- 45) 吉井久: 金属冠装着による歯牙及び歯頸部附近組織の変化に関する病理組織学的研究, 歯学報, 57巻, (2号付録), 1, (1957).
- 46) 吉川春寿・江藤秀雄・寛弘毅: ラジオアイストープの医学的応用, 東西医学社, 東京, 75, (1953).
- 47) Armstrong, D. W.: Phosphorus metabolism in the skeleton, a symposium on phosphorus metabolism, William, D., McElroy & Glass, B., Vol. 2, 707, (1952).
- 48) Belanger, L. F.: Autoradiographic visualization of in vitro exchange in teeth, bones and other tissues, under various condition, J. D. R., Vol. 32, 168, (1953).
- 49) Belanger, L. F.: Autoradiographic detection of radiosulfate incorporation by the growing enamel of rats and hamsters, J. D. R., Vol. 34, 20, (1955).
- 50) Crawford, W. H. & Larson, J. H.: Fluid penetration of between fillings and teeth using Ca^{45} , J. D. R., Vol. 35, 518, (1955).
- 51) Dixon, A. O.: Studies of the growth of the upper facial skeleton using radioactive calcium, J. D. R., Vol. 40, 204, (1961).
- 52) Durbin, P. W.: The metabolism of fluorine in the rat using F^{18} as a tracer, J. D. R., Vol. 33, 789, (1954).
- 53) Evans, G.: A practical treatise on artificial crown-bridge and porcelain work, Philadelphia, P. Blakiston's son & Co., p. 535, (1920).
- 54) Falkenheim, M., Neuman, W. F. & Hodge, H. C.: Phosphate exchange as the mechanism for absorption of the radioactive isotope by the calcified tissues, J. Biol. Chem., Vol. 169, 713, (1947).
- 55) Fish, W.: The physiology of dentine and its reaction to injury and disease, J. B. D. A., No. 1, 11, (1928).
- 56) Gillings, B. E. D. & Beck, D. J.: Identification of decalcified areas by autoradiography of Neutron-bombarded tooth sections, J. D. R., Vol. 40, 382, (1961).
- 57) Going, R. E., Massler, M. & Dute, H. L.: Marginal penetration of dental restoration by different radioactive isotopes, J. D. R., Vol. 39, 273, (1960).
- 58) Going, R. E., Massler, M. & Dute, H. L.: Marginal penetrations of dental restorations as studied by crystal violet dye and I^{131} , J. A. D. A., Vol. 61, 285, (1960).
- 59) Going, R. E., Massler, M. & Dute, H. L.: Use of roentgenograms and lightgrams as supplements to autoradiographic of teeth section, J. D. R., Vol. 40, 232, (1961).
- 60) Going, R. E. & Massler, M.: Influence of cavity liners under amalgam restorations on penetration by radioactive isotopes, J. P. D., Vol. 11, 298, (1961).
- 61) Harris, N. O. & Hayes, R. L.: A tracer study of the effect of acute and chronic exposure to sodiumfluoride on the thyroid iodine metabolism of rats, J. D. R., Vol. 34, 470, (1955).
- 62) Hess, W.: Erkrankung der Pulpa, Klinik und Therapie, Die Zahn-Mund, und Kieferhbk. Vol. 2, 488, (1956).
- 63) Hevesy, G.: The absorption and translocation of lead by plants, A contribution to the application of the method of radioactive indicators in the investigation of the change of substance in plants, Biochem. J., Vol. 17, 439, (1923).
- 64) Hevesy, G.: Annual review of biochemistry, James Murray Luck, California, p. 641, (1940).
- 65) Johnston, J. F., Phillips, R. W. & Dykema, R. W.: Modern practice in crown and bridge prosthodontics, W. B.: Saunders Co., Philadelphia and London, p. 307, (1960).
- 66) Koller, K. C.: Zahnersatz durch Kronen/Briicken und partielle Prothesen, Verlag Wilhelm maudrich/Wien, p. 229, (1954).

- 67) Kreudenstein, Th. S. V. & Kayser, H. W. : Experimentelle und klinische Untersuchungen mit P^{32} über die Flüssigkeitspassage in gefüllten Wurzelkanälen, D. Z. Z., Jg. 1377, (1954).
- 68) Kumamoto, Y. & Leblond, C. P. : Radioautographic study of mineralization of growing teeth with labeled calcium, J. D. R., Vol. 35, 147, (1956).
- 69) Levy, I. R. : Acrylic inlays, crown and bridges, Lea & Febiger, Philadelphia, p. 57, (1950).
- 70) Levy, I. R. : Acrylic inlays, crown and bridges, Lea & Febiger, Philadelphia, p. 37, (1950).
- 71) Marthaler, T. M. & Mühlemann, H. R. : Das Eindringen von radioaktiv markiertem Schwefel-harnstoff inden Schmelz nach Natrium und Kalziumchloridvorbehandlung, Schw. M. Z., Bd. 70, 10, (1960).
- 72) Mäthe, J. : Inlay und Kronenarbeiten, Verlag Urban & Schwarzenberg/Wien, p. 304, (1948).
- 73) Myers, H. M., Hamilton, J. G. & Becks, H. : A tracer study of the transfer of F^{19} to teeth by topical application, J. D. R., Vol. 31, 743, (1952).
- 74) Myers, H. M. : The location of radiocalcium in the mandibular incisor and adjacent structures of the rat, J. D. R., Vol. 34, 217, (1955).
- 75) Myers, H. M. : The comparative turnover rate of P^{32} in normal and deficient rats' teeth and bone during recovery from phosphorus deficiency, J. D. R., Vol. 34, 255, (1955).
- 76) Ney, J. M. : Ney bridge & inlay book, The J. M. Ney Co., p. 81, (1958).
- 77) Ney, J. M. : Ney bridge & inlay book, The J. M. Ney Co., p. 72, (1958).
- 78) Palazzi, S. : Experimentelle Untersuchungen und histopathologische Betrachtungen über die Pulpa der mit sogenannte Jacketkrone überkappten Zähne, Schw. M. Z., Bd. 33, 343, (1928).
- 79) Pecchioni, A. : Les ciments au silicate et le problème de la pénétration dans la dentine de l'acide orthophosphorique, Recherches autoradiographiques, Schw. M. Z., Bd. 72, 57, (1962).
- 80) Phillips, R. W., Gilmore, H. W., Swartz, M. L. & Schenker, S. I. : Adaptation of restorations in vivo as assessed by ^{45}Ca , J. A. D. A., Vol. 62, 9, (1961).
- 81) Reist, M. : Klinische und Histologische Untersuchungen über das Verhalten der Pulpa bei Überkronungen der Zähne, Schw. M. Z., Bd. 33, 143, (1923).
- 82) Salvas, J. C. : Effects of crowing upon pulp- vitality, Dental Cosmos, Vol. 46, 246, (1904).
- 83) Sausen, R. E. : Electrophoresis in dentine with radioactive calcium, J. D. R., Vol. 34, 12, (1955).
- 84) Schwartz, J. R. : Inlay and abutments, Dental items of interest Pub. Co., inc., p. 185, (1956).
- 85) Skinner, E. W. : The science of dental materials. Fourth edition, Philadelphia, London, W. B. Saunders Co., p. 169, (1954).
- 86) Sullivan, E. J. : Cementation and esthetic problems in crown and bridge procedures, J. A. D. A., Vol. 51, 34, (1955).
- 87) Swartz, M. L. & Phillips, R. W. : In vitro studies on the marginal leakage of restorative materials, J. A. D. A., Vol. 62, 141, (1961).
- 88) Tylman, S. D. : Theory and practice of crown and bridge prosthodontics, The C. V. Mosby Co., p. 600, (1960).
- 89) Tylman, S. D. : Theory and practice of crown and bridge prosthodontics, The C. V. Mosby Co., p. 547, (1960).
- 90) Tylman, S. D. : Theory and practice of crown and bridge prosthodontics, The C. V. Mosby Co., p. 515, (1960).
- 91) Underwood, E. E. & Hodge, H. C. : Calcium exchange in enamel and dentine as shown by calcium⁴⁵, J. D. R., Vol. 31, 64, (1952).
- 92) Vogelsang, W. : Die Reaktion der Pulpa auf plötzlichen Schmelzmangel, D. M. Z., Jg. 40, 97, (1922).
- 93) Wainwright, W. W. : Time studies of the penetration of extracted human teeth by radioactive nicotinamide, urea, thiourea and acetamide, J. D. R., Vol. 33, 767, (1954).
- 94) Wustrow, K. : Über die Erhaltung oder Zerstörung der Pulpen bei der Überkronungen, D. Z. R., Vol. 20, 11, (1922).
- 95) Zahrádka, J. : Experimentelle Untersuchungen über die Abschlussdichtigkeit einiger erhärtender Wurzelfüllmaterialien mit P^{32} und I^{131} , D. Z. Z., Jg. 15, 946, (1960).