Reciprocal plane の設定基準に関する研究

(第1報) 歯冠の解剖学的条件に基づく垂直径について

関根 弘 岸 正孝 安達 康
根岸 康雄 高梨 公男 中村 光夫
上平 一晴 矢崎 秀昭 安達 登

Studies on the Planning Standard for the Reciprocal Plane of Removable Partial Dentures

(First report) The axial dimension based on the coronal contour

Hiromu Sekine, Masataka Kishi, Yasushi Adachi,
Yasuo Negishi, Kimio Takanashi, Mitsuo Nakamura,
Kazuharu Uwadaira, Hideaki Yasaki and Noboru Adachi

いての検討を行った。

I. 緒 論

Partial denture の maintenance にとって、支台歯の齧蝕ならびに歯周疾患に対する配慮はきわめて重要な意義を有する。ここで、義歯の維持力を clasp arm によって発揮させる場合には、plaque control の指導強化をはかると同時に、支台歯歯冠部の被覆を最小限に設定し、支台歯周辺組織に対する頬舌等による生理的刺激を活用する、いわゆる minimal coverage の概念が Krol らにより推唱されている。

しかしながら、このような歯冠の最小被覆を clasp により処理しようとする場合には retention が不足する例が多く、頬舌側に設定された2本の鉤腕による reciprocation を前提とした従来からの設計基準とは異なった retention に対する設計基準を確立する必要がある。

そこでわれわれは、支台歯の解剖学的条件に基づいた retention 発揮に必要な reciprocation の設定基準につ

II. 実験方法

1. 被験対象

被験対象としては、東京歯科大学病院補綴科を訪れた患者の中から、下顎第1あるいは第2小臼歯を床隣接支台歯とする遊離端欠如を有し、しかも支台歯の修復処置を必要としないと判断されたものを選択基準とした。

このような選択基準により得られた被験例は67例である。これらの被験顎に対して診断用模型をもとに各個トレーを作製し、弾性印象材を用いた単純印象による石膏模型を調製した。なお、印象採得にあたっては、頬側部および舌側部に中等度の筋形成を行った。

2. 計測方法

2・1 Surveyline 描記

まず、咬合平面に対して垂直方向を義歯の着脱方向として clasp surveyor に模型を装着し、surveyline を被験模型の支台歯に描記する。咬合平面は下顎中切歯近心切端隅角および下顎第1大臼歯遠心頬側咬頭を結ぶ平面としたが、大臼歯欠如の場合には後臼歯膨隆を基準とした。

Fig. 1 Plaster cast prepared for taking the standardized photograph

Fig. 2 One of the standardised photograph

A: u: 1/4 mm ~ SL までの上下的距離
B: u: 0.05 mm
C: u: 0.20 mm

D: 実効移動距離
E: Reciprocal plane の上下径
F: 隣接面の近遠心的削去量

Fig. 3 Reference points and measurements

A: Axial distance from 1/4 mm U.P. to surveyline

B: 1/20 mm U.P.

C: 1/10 mm U.P.

D: Effective axial distance of clasp arm

E: Mesiodistally cutting dimension of proximal surface

ついで、支台歯頬面の近遠心的中央部における 1/4 mm undercut 域を記入する。

2.2 規格写真撮影

支台歯の頬面および隣接面についての規格写真の撮影を行い計測資料とした。

写真の規格は、まず、図 1 に示すように、surveyor の水平面をカメラの水平面と一致させた後、一眼レフカメラのファインダーによるピント調節をカメラ下部に装着した微動装置によって行った。使用したレンズ系は、日本光学社製メディカル、ニコール 200 mm および、等倍クローズアップレンズである。

撮影方向は支台歯の頬面および隣接面の外形を得るために支台歯の近遠心軸、および頬舌側軸に対して垂直方向の 2 種とした。図 2 に支台歯隣接面規格写真の 1 例を

示すが、いずれの場合においても、写真視野内に義歯着脱方向を示す金属杆を記録した。

2.3 計測点および計測点間距離

規格写真撮影によって得られた film をもとに実寸の 5 倍大の写真を作製した。この写真上で、次に述べる各計測点間の距離を義歯着脱方向に対して、垂直もしくは、水平に計測し、実寸に換算した。

1) 1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離

支台歯頬面の近遠心的中央部における 1/4 mm undercut 部と surveyline との間の着脱方向投影距離を、1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離 (A) とした。

2) 1/4 mm Undercut 部・surveyline 間距離に対する

鉤端の実効移動距離の比率

鉤端の実効移動量 (D) を 1/4 mm undercut 部と、

1/20 mm undercut 部との間の着脱方向投影距離とした場合の、1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離 (A) に対する鉤端の実効移動距離の比率すなわち A に対する D の比率を算出した。なお、1/20 mm undercut 部は規格写真上で検出を行ったが、surveyline より 1/20 mm undercut 部に至る歯面形態が比較的単純なもの 27 例について計測を行った。

3) 支台歯隣接面の近遠心的削去量

Reciprocal plane の上下径は、義歯の回転離脱に対応する鉤端の移動量に比例するので、個々の 1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離より鉤端の実効移動量を算出し、次に回転軸・鉤端・reciprocal plane 間距離を設定した後に、reciprocal plane の所要上下径 (E) を算出した。さらにこの reciprocal plane の所要上下径を得るために必要な支台歯遠心隣接面の近遠心削去量 (F) を個々の写真上に reciprocal plane を記入し、その線より歯面最外点までの着脱方向に対して垂直方向距離を計測した。

4) 支台歯の解剖学的条件からみた MIP retainer の適応頻度

MIP retainer (Mesial rest, I bar, Proximal plate retainer) の適応頻度として、鉤端部に 1/4 mm 以上の undercut 量を有し、しかも遊離端床の挙上許容量を 3 mm、回転軸から床遊離端までの距離を 40 mm とした場合に、鉤端の実効移動量がこの床の回転角によって生じる鉤端の所要移動量に達しないものを適応可と判定した場合の適応頻度を算出した。

さらに、不適応の場合に、鉤端部に 0.1 mm の undercut の追加付与を行った場合を想定し、同様に適応頻度を算出した。

III. 実験結果および考察

1. 1/4 mm Undercut 部・Surveyline 間距離の発現頻度

支台歯頰側歯面中央に 1/4 mm の undercut 量が得られる頻度は被験 67 例中 50 例であり、被験総数の 76.4 % を示した。clasp arm の設計においては従来より鉤端に設計すべき undercut 量が支台歯歯面のどの部分に得られるかによって clasp arm の歯面に対する走行状態を決定すること、すなわち undercut 域の分布状態によって clasp arm の種類を選定することが行われているが、MIP retainer のような特定の clasp の形態についてその適応を調査した例は少ない。支台歯頰側面

Fig. 4 Distribution of axial distance from 1/4 mm U.P. to surveyline

中央に 1/4 mm の undercut 量が得られる頻度は約 3/4 と比較的大きな値を示しているものと思われるが、MIP retainer の適応性としてはここで述べた undercut 量とは別に支台歯歯槽部の形態的条件による適否の判定も必要なことは論をまたない。

1/4 mm の undercut が得られる 50 例の被験対象について計測した 1/4 mm undercut 部・surveyline 間の脱着方向投影距離は 1 mm 以下のものから 2.5 mm を越えるものまで存在するが、平均値は 1.64 mm であり、その発現頻度は図 4 に示すとおりである。

2. 1/4 mm Undercut 部・Surveyline 間距離に対する鉤端の実効移動量の比率

写真記録上での 1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離と鉤端の実効移動量すなわち 1/4 mm undercut 部・1/20 mm undercut 部間距離の比率は 50 % 以下のものから 70 % を越えるものまで存在したが、平均 58.1 % を示し、その発現頻度は図 5 に示すとおりである。

すなわち、義歯の離脱に伴い鉤端は歯面を移動し、すなわち undercut を消費し arm の弾性変形を生じる。その結果として維持力が発揮されることになるが、歯面の解剖的特徴から surveyline 付近は比較的平坦なものが多くみられる。そこで 1/4 mm undercut の点から 1/20 mm undercut の点までは維持力は著明に増大するが、1/20 mm undercut の点から surveyline までは、鉤端の移動距離の大きさに対して消費する undercut がきわめて小さい。このために実質上はこの 1/20 mm undercut 点から surveyline までの鉤端の移動に対して維持力はほとんど増大を示さないものと判断される。

つまり、1/4 mm undercut 部・1/20 mm undercut 部

Fig. 5 Ratio of the effective axial displacement of clasp arm and the distance from 1/4 mm U.P. to surveyline

間距離を retention 発揮に要する鉤端の実効移動距離と設定した。この鉤端の実効移動距離が 1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離に対して小さいほど、鉤端の僅かな移動に対して大きな維持力が発揮されるが、この距離が大きくなると鉤端の移動量に対する維持力の増大率は小さくなることになる。すなわち、1/4 mm undercut 部・1/20 mm undercut 部間距離の比率は、もし、surveyline から 1/4 mm undercut 部までが直線である場合には 20% となる。しかし、surveyline 付近ではほぼ平坦である場合には、この比率は 20% より大きくなる。そこで本調査結果をみるならば、45% 未満から 76% 以上のものまで存在するが 56%~65% のものが最頻値を示している。

つまり比率 50% とは、1/4 mm undercut 部より Surveyline までの上下的中央に 1/20 mm undercut 部が存在する歯面の状況を示しているので、この例では鉤端が surveyline までの距離の中間に達した時に 0.20 mm の undercut 量を消費し所定維持力を発揮するが、残る距離については、0.05 mm の undercut を消費するにすぎず維持力の増大はきわめて僅かとなる。

いいかえれば鉤端が 1/4 mm undercut 部から surveyline までの距離の 1/2 まで移動するまでに維持力の大部分が発揮され義歯の離脱を防止していることになる。これに対して比率 75% は surveyline から 1/4 mm undercut 部までの間がほぼ直線とみなされる例であり、その維持力は鉤端の移動量にほぼ比例して増大するタイプと判断される。ここで図 5 にみられるように、このような retention 発揮という観点から 1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離に対する鉤端の実効移動距離の比率の発現状態を基にその代表値を選定するならば、中央値を示している比率 60% を採用することが

Fig. 6 Distribution of the effective axial displacement of clasp arm

適当であると判断される。従来より鉤端に設定された undercut 量に対して、その clasp arm がどの程度の維持力を発揮するかについて検討した業績はみられるが、鉤端の移動量に対して維持力がどのような推移をとるかについて、すなわち clasp の維持力発現機構についての実証的な調査は少なく、今後さらに詳細な検討が必要とされると思われる。

3. 鉤端の実効移動距離

前項で述べたように、1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離に対する鉤端の実効移動量の比率の代表値を 60% として被験 50 例について鉤端の実効移動距離を算出した結果を図 6 に示す。この図にみられるように鉤端の実効移動量は 0.75 mm から 1.25 mm の範囲にあるものが大部分であるものと判断される。

4. Reciprocal Plane の所要上下径の算出

前項において述べたように、床遊離端の挙上時、すなわち義歯が回転軸を中心に回転挙上した場合には鉤端もこれに対応して歯面を移動しその間に鉤端に設定された undercut を消費する。この鉤端が歯面を移動している間は、反対側の undercut 域を走行する arm すなわちもう 1 本の retentive arm あるいは reciprocal arm の存在が retention 上必要とされるが、MIP retainer においては舌側に arm を欠いているために、支台歯遠心隣接面に設定される隣接面板 (Proximal plate) と近心レストが歯面に接する部分とにより、この舌側 arm の作用すなわち reciprocal action を行わせることになる。

そこで proximal plate を reciprocal action の主た

Fig. 7 Simulation of denture lift-up

Fig. 8 Distribution of axial dimension of reciprocal plane

る作用源と考えるならば、この proximal plate に接して形成される proximal plane は、reciprocal plane と呼ぶべきであろう。この reciprocal plane は、床遊離端の挙上に伴い鉤端が歯面を移動する際に、常に歯面に接触していることが必要となる。そこで、義歯の回転軸を第1小臼歯の近心レストとするならば鉤端と reciprocal plane の位置的關係は図7に示すように 10 mm および 14 mm となる。この値を代表値として前述した鉤端の実効移動量に対応した reciprocal plane の所要上下径を個々に算出した結果は図8に示すとおりである。つまり隣接面に形成すべき reciprocal plane の上下径は、0.75 mm から 2.0 mm の範囲に及ぶが 1.5 mm 前後が中央値を示すと思われる。

5. 支台歯隣接面の近遠心的削去量

前項で述べた reciprocal plane の所要上下径を得るためには、支台歯の遠心隣接面を義歯着脱方向に対して

Fig. 9 Mesiodistally cutting dimension of proximal surface after preparation of adequate reciprocal plane

平行に削去する必要がある。そこで、個々の支台歯に与えるべき reciprocal plane を支台歯規格写真上に記入しその線より歯面最外点までの距離を計測した結果、まず、50 例中 11 例については隣接接触点部が平面状を呈し、しかもその上下径が reciprocal plane の所要上下径を満たしているために削去不要と判断された。つぎに、reciprocal plane の形成のために歯面の削去を必要とする 39 例については、最小値 0.01 mm、最大値 2.00 mm、平均値 0.09 mm を示した。すなわち、reciprocal plane の所要上下径を得るために行われる隣接面の削去量が 0.1 mm 未満のものは 77% と大部分をしめ、0.1 mm 以上の削去を必要とするものは 23% にすぎない(図9)。また前述した削去不要例も含めるならば、0.1 mm 以上の歯面の削去を必要とするものは 50 例中 9 例すなわち 18% にすぎない。

6. 支台歯の解剖的条件からみた MIP Retainer の適応頻度

MIP retainer の retention の条件として、床遊離端を特定挙上量に止めうることを適応可能例とした。ここで、図7に示すように義歯の回転軸より床後端までの距離を 40 mm、回転軸より鉤端までの距離を 10 mm とするならば、床遊離端の許容挙上量を 3 mm とした場合に鉤端は 0.75 mm 歯面を移動する。そこで鉤端の実効移動量 0.75 mm 以下を MIP retainer の適応と判定するならば、適応可能例は 50 例中 10 例すなわち 20% にすぎない。つまり、従来からの設計基準で求められている鉤端部の undercut 量 1/4 mm は得られているにもかかわらず、義歯の回転離脱を条件としてその適応をみるならば 20% であり、残りの 80% は床遊離端が 3 mm

以上挙上してしまうことになる。このような義歯の回転離脱時の床遊離端の許容挙上量をもとに retention についての適否を判定することが臨床上で必要であると思われる。

7. Dimpling による MIP Retainer の適応頻度の変化

前項までに述べたように、義歯の回転離脱を条件とした場合には支台歯の解剖学的条件から与えられる鉤端の実効移動量は大きすぎるものと思われる。すなわち義歯床の回転離脱に伴い鉤端が歯面を移動するが、特定の undercut 量を消費した時点すなわち鉤端の実効移動量は、0.75 mm から 1.25 mm の範囲に大部分が存在しているが、鉤端の実効移動量 0.75 mm および 1.25 mm の場合にはそれぞれ床遊離端の許上量は 3 mm および 5 mm であり歯面の解剖的条件からはほとんどの場合遊離端の挙上は 3~5 mm の値をとることになる。

ここで、遊離端の挙上を一定量以下に抑えるためには、鉤端の実効移動量を小さくする処置が必要となる。すなわち mouth preparation による undercut の追加付与を行うことにより鉤端部の undercut 域における歯面の形態を改善し、鉤端の微小移動に対してより大きな undercut の消費を得ることが好ましいと思われる。

そこで、規格写真上で 0.1 mm の undercut の追加付与を行い、これによる鉤端の実効移動量の変化を検討した。つまり、鉤端の実効移動距離は 1/4 mm undercut 部、1/20 mm undercut 部間距離すなわち 0.20 mm の undercut を消費するための着脱方向距離であるので、1/4 mm undercut 部に 0.1 mm の undercut の追加付与を行うならば、その点から 0.15 mm undercut 部までの着脱方向投影距離が、鉤端の実効移動距離であり、この値が 0.75 mm 以下であれば、床遊離端の挙上は 3 mm に抑えることが可能となる。このような判定基準により再検討したところ、不適応例は 5 例にすぎず、45 例が適応可と判定された (図 10)。

8. I bar の Retention 発揮に対する Reciprocation について

いわゆる I bar clasp の設計は大別すると Kratochvil, Krol および関根の 3 種類が提唱されているが、本論文の主題である reciprocation についてはいずれも支台歯隣接面に設計される proximal plate に対面するいわゆる guide plane にその役割を課している。

この guide plane は義歯に加わる咀嚼力を歯軸方向

Fig. 10 Adapterability of MIP retainer considered with denture retention

に誘導させる役割として Kratochvil²⁻⁵⁾ により I bar clasp の設計に導入されたものであり、また、Rudd⁹⁾ および Stewarts¹⁵⁾ は支台歯舌面に guide plane を設定することにより支台歯の動揺の防止を行い、義歯の維持安定がはかられるとしている。また Stern¹⁴⁾ は I bar の維持力に対応すべき guide plane は 3~4 mm 必要であると述べている。

ここで、guide plane はその上下径が増大するとこれに接する proximal plate を介して支台歯に大きな回転力が伝達される^{10,11)}。そこで、Krol⁶⁻⁸⁾ はこの guide plane の下縁に proximal plate を接触させ、咀嚼力の作用時には guide plane から proximal plate が離れ、一方、義歯の離脱時には guide plane と proximal plate が接触し I bar の retention 発揮を求める方針、すなわち guide plane を reciprocation のみに利用する方針に修正を行っている。しかしながら、この設計方針に対しては Demer¹⁾ が当該部分の food impaction の可能性を指摘している。

これに対して関根^{12,13)} は I bar の reciprocation のために支台歯隣接面にいわゆる guide plane を形成する。すなわち支台歯の遠心隣接接触点を含んだ咬合面寄りの部分に、上下的に 1~2 mm、頬舌的に約 3 mm で舌側隅角を若干越えるように形成する、この形成面すなわち reciprocal plane に proximal plate が接し、離脱時の retention 発揮に対応させる。

このように、guide plane はこの面の存在による咀嚼力の歯軸方向への誘導あるいは義歯の動揺防止による維持・安定の向上を特に重視する考え方を除けば、近年はむしろ床の離脱に対する I bar の retention 発揮に対応する reciprocal plane としての機能が重要視されている。

Clasp の retention は undercut 部に置かれた clasp tip の弾性変形が基本となるが、従来の clasp arm の設

計基準では実際の床の離脱量に対応した retention に論及したものはみられない。そこで著者は、床遊離端の回転離脱に対応した retention の概念を導入し、この床の回転離脱量を一定値に限定した場合における reciprocal plane の所要上下径を検討し、さらに歯面の形態的条件に基づき、reciprocal plane 形成時の歯質削去量を算出した。また、I bar の retention についても床の回転離脱量を基にその適応性の検討を進めた。

これらの結果については前項までに述べたとおりであるが、MIP retainer においては retention の発揮に必要とされる reciprocal plane の上下径は 1 mm 前後で十分であり、しかもそれに要する支台歯隣接面の歯質の削去量は 0.1 mm 以下の微小量である。また、鉤端部 undercut 域に対する僅かな mouth preparation でその retention 効果は著明に向上することを認めた。

IV. 総括および結論

遊離端義歯の支台装置として用いられる Mesial rest-I bar-Proximal plate Retainer (MIP retainer) は力学的条件と同時に支台歯の最小被覆による生物学的条件が他の維持装置より優れているとされているが、反面従来の clasp の設計基準では retention が不足する例が多い。そこで、下顎小臼歯を支台歯とする 67 例の遊離端欠如顎を対象とし、支台歯の規格写真の特定点間距離の計測値をもとに、遊離端床の回転離脱に対する retention 発揮に必要な reciprocal plane の設定基準について検討を行った。

これらの結果の概要は下記のとおりである。

1. MIP retainer の鉤端に undercut 量 1/4 mm 以上が得られるものとして、被験 67 例中 75% が適応可能であった。

2. MIP retainer 適応例について、1/4 mm undercut 部・surveyline 間距離の 60% を鉤端の実効移動量とし、その量に対応する隣接面における reciprocal plane の所要上下径は最大値 2.32 mm、最小値 0.59 mm、平均値 1.35 mm であり、1 mm 以上のものが 80%、1 mm 以下のものが 20% の頻度を示した。この場合に要する歯質の削去量は最大値 0.19 mm、最小値 0 mm、平均値 0.07 mm であり、0.1 mm 未満が 76%、0.1 mm 以上が 24% を示し、きわめて微小量であることを確認した。

3. 第 1 小臼歯近心レストを軸として、第 2 小臼歯頰面に設定された鉤端の retention による床遊離端の挙

上許容量を 3 mm と設定した場合の鉤端の許容移動量は 0.75 mm であり、この量に対応する reciprocal plane の上下径は 1.10 mm となる。この reciprocal plane の上下径の範囲で所要維持力を発揮させるために mouth preparation により支台歯頰面に 0.1 mm の undercut を追加付与する場合には、床遊離端の挙上量を 3 mm 以下に抑えることの症例の頻度は MIP retainer 適応可能例の 90% の値を示した。

以上のことから、retention 発揮に必要な reciprocal plane の所要上下径は 1 mm 前後で十分であり、しかも僅かな mouth preparation によりその retention 効果は著明に向上することを認めた。

本論文の要旨は第 206 回東京歯科大学学会（昭和 54 年 3 月 10 日）において報告された。

Summary

When the denture base is lifted up by the functional force, the clasp arm moves up on the tooth surface and the deformation of the clasp arm makes the retentive force until the clasp arm reaches at surveyline. But, the tooth contour of the abutment tends to be very flat at near about surveyline. Therefore it is necessary to get more retentive force while to permit less axial displacement of the clasp arm to amount of the standard undercut. It produces a better retention to make the reciprocal plane which is prepared on the proximal surface of abutment tooth in order to be contacting during axial displacement of the clasp arm. Planning standard for reciprocal plane is examined with 67 cases of lower premolar abutment corresponding the effective axial displacement for exerting the retentive force.

Results

1. When "I" bar may apply to the abutment which has the undercut of more than 1/4 mm on the buccal surface, its adaptability is 75% of the cases.

2. When the effective axial displacement of the clasp arm is estimated to 60% of the distance from 1/4 mm undercut point to surveyline, the axial dimension of the reciprocal plane which should correspond to this displacement is from 0.59 mm to 2.32 mm on the proximal surface of the abutment, and its mean value is 1.35 mm.

3. When the rotation center locates the mesial rest

on the first premolar and "I" bar tip locates the second premolar, the value of the effective axial displacement of the clasp arm estimates 0.75 mm, which should control the lifting up of the free end within 3 mm, and the axial dimension of the reciprocal plane which should correspond to this displacement is 1.1 mm.

4. In order to control the lifting up of the free end within 3 mm, there is only 10% of the cases having the effective axial displacement of the clasp arm less than 0.75 mm, however, 90% of the cases may have this displacement when the additional compensative undercut of 0.1 mm is prepared on the tooth surface.

From above those results, it is considered that the effective axial dimension of the reciprocal plane on the denture retention is approximately 1 mm, and the retentive force increases with slight mouth preparation.

文 献

- 1) Demer, W.J. : An analysis of mesial rest-I-bar clasp designs, J. Prosth. Dent., 36 : 243~253, 1976.
- 2) Kratochvil, F.J. : Influence of occlusal rest position and clasp design on movement of abutment teeth, J. Prosth. Dent., 13 : 114~124, 1963.
- 3) Kratochvil, F.J. and Vig, R.G. : UCLA Removable partial denture syllabus, University of the California, Los Angeles, 1968.
- 4) Kratochvil, F.J. : Maintaining supportin structures with a removable partial prosthesis, J. Prosth. Dent., 25 : 167~174, 1971.
- 5) Kratochvil, F.J. and Caputo, A.A. : Photo-elastic analysis of pressure on teeth and bone supporting removable partial dentures, J. Prosth. Dent., 32 : 52~61, 1974.
- 6) Krol, A.J. : Removable partial denture syllabus, University of the Pacific, School of Dentistry, San Francisco, 1972.
- 7) Krol, A.J. : Clasp design for extention-base removable partial dentures, J. Prosth. Dent., 29 : 408~415, 1973.
- 8) Krol, A.J. : RPI (Rest, Proximal plate, I bar) clasp retainer and its modifications, Dent. Clin. N. Amer., 17 : 631~649, 1973.
- 9) Rudd, K.D. and O'Leary, T.J. : Stabilizing periodontally weakened teeth by using guide plane removable partial dentures : A preliminary report, J. Prosth. Dent., 16 : 721~727, 1966.
- 10) 佐久間重雄 : 遊離端義歯における維持装置の軸面設定条件が支台歯の回転力負担に及ぼす影響に関する実験的研究, 歯科学報, 79 : 2241~2270, 1979.
- 11) 澤 潤 : 遊離端義歯における義歯床の被圧変位による支台歯の回転力負担に関するクラスプの咬合力伝達特性について, 歯科学報, 76 : 1645~1670, 1976.
- 12) 関根 弘 : 遊離端義歯に用いる維持装置 "I" BAR-PROXIMAL PLATE について, 日補綴歯会誌, 14 : 242~243, 1970.
- 13) 関根 弘 : MIP 維持装置の設計, 歯科学報, 75 : 604~608, 1975.
- 14) Stern, W.J. : Guiding planes in clasp reciprocation and retention, J. Prosth. Dent., 34 : 408~414, 1975.
- 15) Stewart, K.L. and Rudd, K.D. : Stabilizing periodontally weakened teeth with removable partial dentures, J. Prosth. Dent., 19 : 475~482, 1968.
- 16) 山下 敦, 三谷春保 : RPI システムと下顎遊離端義歯, 続最新歯科補綴アトラス, 医歯薬出版, 東京, 1979.