

下顎片側遊離端義歯の支台装置が 支台歯の挙動に及ぼす影響

関根 貴仁

Influence of Retainers of Lower Unilateral Distal-extension Removable Partial Dentures on Abutment Tooth Movement

Takahito SEKINE

Objectives : The purpose of this study was to make a guideline for unilateral design of lower distal-extension removable partial dentures.

Materials and methods : Three types of chrome-cobalt removable partial denture castings were fabricated on a mandibular test model simulating a free-end saddle. The direct retainers of castings were an Akers'clasp, an RPI clasp and an embrasure clasp. The castings were seated with a 2 kgf load by a loading apparatus. The movement of the abutment tooth was measured and analyzed by Sirognath analyzer system.

Results : The directions of abutment tooth movement by the load were dependent on the design of direct retainers. The magnitude of the movement was the smallest in the casting with an embrasure clasp.

Conclusions : These results suggested that embrasure clasps would be the most suitable as a direct retainer for unilateral removable partial dentures with a free-end saddle.

Key words : distal-extension removable partial denture, abutment tooth movement, unilateral design of removable partial denture

緒 言

部分床義歯では、失われた歯や歯周組織の形態と機能を回復するとともに、残存組織を保全することが求められる。そのためには、機能時における義歯の動揺を最小にし、機能圧を支台歯と顎堤に対して適正に配分する必要がある。特に遊離端義歯においては、機能時に義歯床の動揺を生じやすいため、設計や処置において十分な配慮を要する。これらを達成する条件を明確にするために、

支台歯の挙動¹⁻⁷⁾、支台歯に対する機能圧分布⁸⁻¹³⁾、義歯床の変位¹⁴⁻¹⁶⁾、および顎堤形態の影響^{17,18)}について検討、報告されてきた。これまで下顎片側遊離端義歯において、大連結子を介した間接支台装置の設置が重要な役割を果たすことが報告されている¹⁸⁻²⁰⁾が、異物感や発音障害により大連結子の設置が困難な症例も存在する。これらの症例に対して部分床義歯による欠損補綴治療を行う場合、片側性の設計による義歯を装着することになるが、その際の設計指針は明確に示されていない。

受付：平成25年11月26日，受理：平成25年12月9日
奥羽大学歯学部歯科補綴学講座
(指導：山森徹雄教授)

Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University
School of Dentistry
(Director : Prof. Tetsuo YAMAMORI)

本研究では、下顎左側第一、第二大臼歯欠損に対する部分床義歯の直接支台装置として、エーカースクラスプ、RPIクラスプ、双子鉤を選択した場合に想定される片側性の設計における第二小臼歯の挙動をシミュレータにより計測し、これに基づく設計指針を提示することを目的とした。

材料と方法

1. 実験用模型 (図1-a, 1-b)

実験用模型は、顎模型 (E-18-OHP-8, ニッシン) を改変して製作した。下顎左側第一大臼歯と第二大臼歯が欠損し顎堤の高さが第二小臼歯の歯根長の2/3になるように設定した。下顎左側第一小臼歯と第二小臼歯には、後述の実験用義歯それぞれの設計に合わせた3種類の全部鑄造冠を12%金銀パラジウム合金により製作し、仮着用セメント (テンポラリーセメントハード, 松風) で仮着して実験に供した。第一、第二小臼歯舌側、第二小臼歯遠心には各支台装置に合わせてテーパー 2° のガイドプレートを付与した。浅井²¹⁾らの方法に準じ、人工歯には疑似歯根膜を設置、欠損部顎堤には疑似粘膜を設置した。これらの材料として軟性裏装材 (ジーシーリライン ウルトラスフト, ジーシー) を使用した。

2. 実験用義歯

1) 実験用義歯1 (図2-a)

下顎左側第一小臼歯に間接支台装置として近心レストのエーカースクラスプ、第二小臼歯に直接支台装置として遠心レストのエーカースクラスプを設置した。維持腕の幅径は鉤尖部で0.9mm, 鉤肩部で1.8mm, 厚さは幅の80%とした。舌側腕は把持力を向上させる目的で幅2.0mmとした。

2) 実験用義歯2 (図2-b)

下顎左側第一小臼歯に間接支台装置として近心レスト, 第二小臼歯に直接支台装置としてRPIクラスプを設置した。第一、第二小臼歯に設置したレストの小連結子は、全部鑄造冠に付与したガイドプレートに接触するよう設定した。隣接面板は支台歯の歯冠長径の歯冠側2/3に接触するよう設定し、幅は咬頭頂間距離の2/3とした。

3) 実験用義歯3 (図2-c)

下顎左側第一、第二小臼歯に双子鉤を設置した。



図1-a 実験用模型

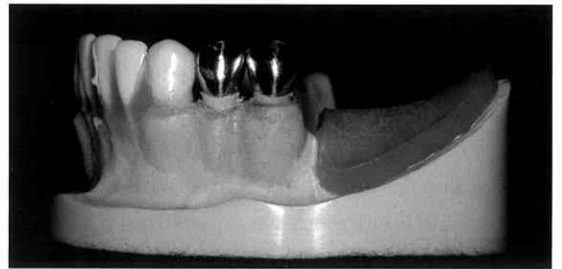


図1-b 実験用模型

維持腕, 舌側腕の幅, 厚さは実験用義歯1に準じた。

4) 荷重板 (図3)

荷重板は厚さが1.5mm, 一辺が8.0mmの正方形とし、高さを咬合平面に一致させた。荷重板の中心が第二小臼歯遠心面の12mm遠心とし、頬舌的に歯槽頂の真上となるように設定した。

すべての構成要素をコバルトクロム合金 (コバルタン, 松風) の一塊鑄造にて製作した。

3. 測定方法

1) 荷重点

下顎第二小臼歯の遠心面から12mm遠心の位置で、歯槽頂上を (b), その2.0mm頬側を (c), 2.0mm舌側を (a) の3点とした。

2) 荷重方法 (図4)

試作の荷重装置を用いて、荷重量は2kgf, 荷重方向は咬合平面に対して垂直とした。

3) 測定装置と方法: (図4)

支台歯の咬合面から咬合平面に対して垂直方向に延長した50mmの測定杆の先端にマグネット



図2-a 実験用義歯1
(エーカースクラスプ)



図2-b 実験用義歯2
(RPIクラスプ)



図2-c 実験用義歯3
(双子鉤)

を設置し、荷重時の動きを下顎運動測定装置（シロナソアナライザーⅣ，カノープス）を使用し測定した。測定回数は40回とし、変位方向、変位量を測定した。

4. 統計処理法

一元配置分散分析とSNK testによる多重比較を用いた。

結 果

1. 変位方向

1) 実験用義歯1 (図5-a)

頬側荷重では、遠心頬側方向へ変位した。歯槽頂荷重では、遠心頬側方向へ変位したが、頬側荷重時よりも変位方向は歯槽頂よりであった。舌側荷重では、遠心舌側方向に変位した。実験用義歯1では、全ての荷重点で遠心方向へ変位した。

2) 実験用義歯2 (図5-b)

頬側荷重では近心頬側方向へ変位した。歯槽頂荷重では近心頬側方向へ変位したが頬側荷重時よりも変位方向は歯槽頂よりであった。舌側荷重では、遠心舌側へ変位し、全ての実験用義歯の中で最も変位方向が広範囲にわたっていた。

3) 実験用義歯3 (図5-c)

頬側荷重で近心頬側へ変位した。歯槽頂荷重、舌側荷重では近心舌側方向へ変位したが、歯槽頂荷重より舌側荷重ではより舌側方向であった。

2. 下顎第二小臼歯の三次元的変位量 (図6)

1) 頬側荷重

頬側荷重では、実験用義歯1で $0.30 \pm 0.08\text{mm}$ 、実験用義歯2で $0.20 \pm 0.05\text{mm}$ 、実験用義歯3で $0.08 \pm 0.03\text{mm}$ 変位した。各実験用義歯間で有意差が認められた。

2) 歯槽頂荷重

歯槽頂荷重では、実験用義歯1で $0.14 \pm 0.04\text{mm}$ 、実験用義歯2で $0.15 \pm 0.12\text{mm}$ 、実験用義歯3で $0.07 \pm 0.03\text{mm}$ 変位した。実験用義歯1と3、実験用義歯2と3の間に有意差が認められた。

3) 舌側荷重

舌側荷重では、実験用義歯1で $0.13 \pm 0.05\text{mm}$ 、実験用義歯2で $0.15 \pm 0.04\text{mm}$ 、実験用義歯3で $0.10 \pm 0.04\text{mm}$ 変位した。実験用義歯1と3、実験用義歯2と3の間に有意差が認められた。

いずれの荷重時でも実験用義歯3における変位量が最も小さかった。

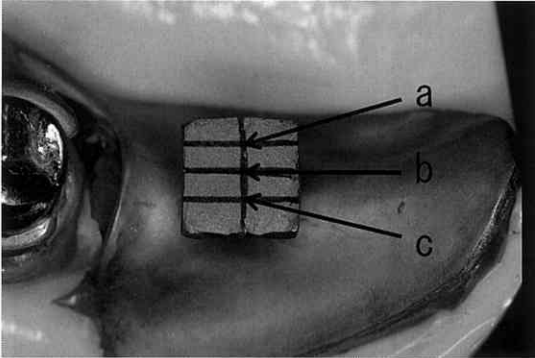


図3 荷重板 (a: 舌側, b: 歯槽頂, c: 頬側)

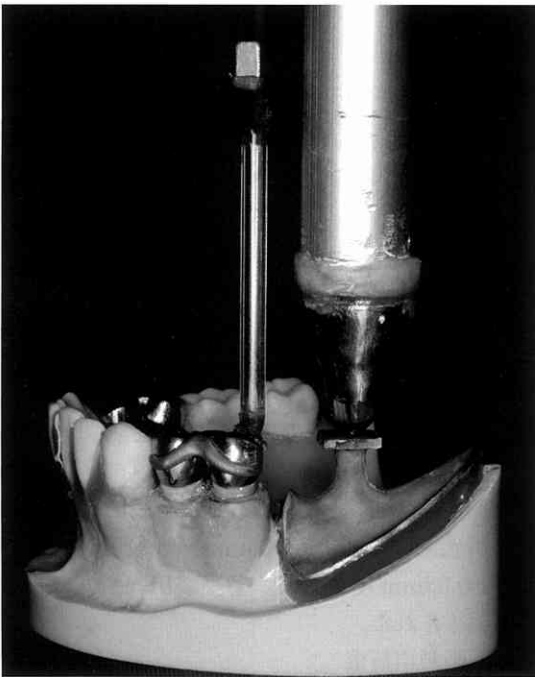


図4 測定装置

考 察

1. 実験装置の設定について

支台装置の種類と部分床義歯の挙動に関するこれまでの報告では、結果を明確に示すため単独の支台装置で検討したもの^{11,12,22)}や、間接支台装置を設置したもの¹⁴⁾が多く、片側義歯の設計を想定した設定の研究は少ない。岡崎^{23,24)}は、片側性設計を前提とした支台装置を有する実験用義歯による解析によりミリングやテレスコープの有用性を報告したが、義歯床を除外した設定であるため粘

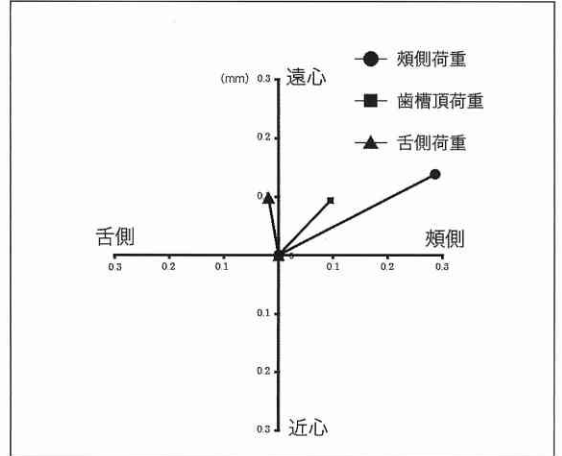


図5-a 変位方向(実験用義歯1, エーカースクラスプ)

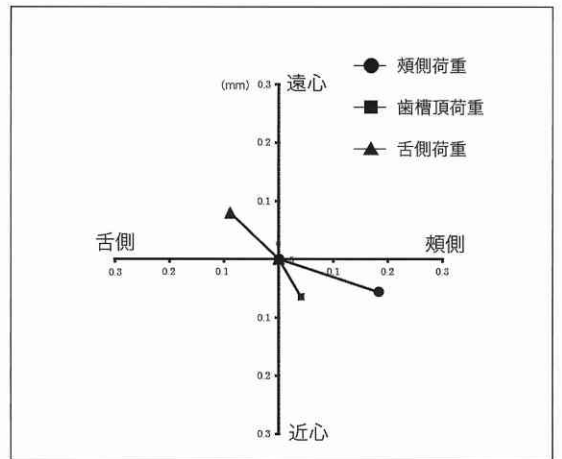


図5-b 変位方向(実験用義歯2, RPIクラスプ)

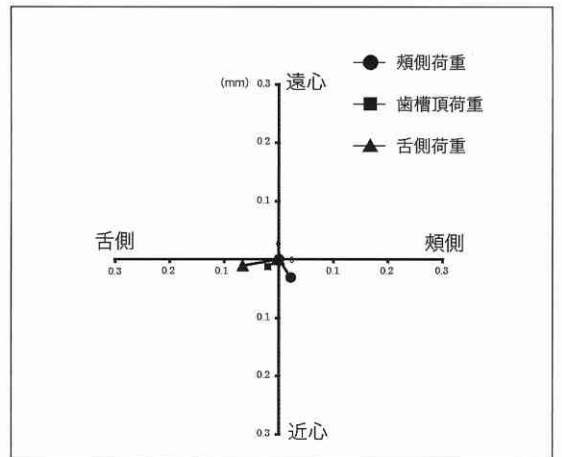


図5-c 変位方向(実験用義歯3, 双子鉤)

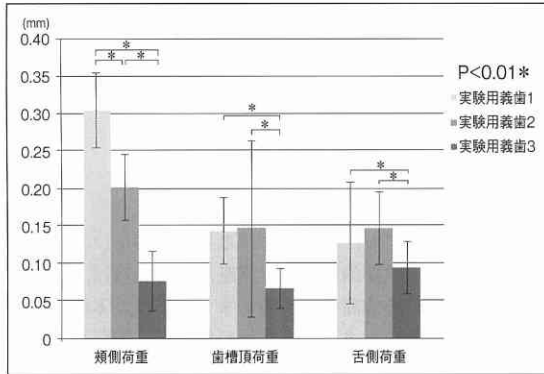


図6 三次元的変位量

膜支持の要素が加わる臨床例とは乖離がある。本研究では、臨床において遊離端義歯の直接支台装置として利用されると思われるエーカースクラスプ、RPI クラスプ、双子鉤を用いた片側性設計を想定した実験用義歯を製作した。すなわち、実験用義歯 1 では第一小臼歯に近心レストのエーカースクラスプ、第二小臼歯に遠心レストのエーカースクラスプ、実験用義歯 2 では第二小臼歯に RPI クラスプ、第一小臼歯に近心レスト、実験用義歯 3 では第一、第二小臼歯に双子鉤とした。以上の実験条件を設定することにより、臨床における設計に近似する状況下での支台歯の挙動を捉えているものと考えられる。

歯根膜の厚みは部位により異なり、0.13～0.21mm²⁵⁾ もしくは 0.25～0.35mm²⁶⁾ という報告がみられる。しかし、これらを実験用模型に再現するのは困難であるため、本研究では歯槽窩の影響を受けずに変位する環境を設定するため厚さを 0.7mm とした。また顎堤粘膜も部位により厚みが異なることが知られており、平均 3.7mm と報告されている²⁷⁾。これについても詳細な再現は難しいため、予備実験により義歯床の変位量を確認し、擬似粘膜の厚みを 3.0mm とした。

実験用義歯に設置された荷重板は、咬合力による負荷を想定しているため、咬合平面と平行で同じ高さとした。本研究では下顎左側第一、第二小臼歯欠損を想定しており、その近遠心的中央付近に荷重を付加するため、荷重点は第二小臼歯遠心面から 12mm 遠心とした。また荷重点は、歯槽頂とその頬側 2.0mm、舌側 2.0mm の位置として、

食物が人工歯咬合面の頬舌的に偏った位置に介在した場合の支台歯の挙動を計測した。

2. 支台歯の変位方向と変位量について

1) 変位方向

実験用義歯 1 に頬側荷重、歯槽頂荷重を付与した場合、支台歯は遠心頬側方向へ変位し、舌側荷重では、遠心舌側方向に変位した。直接支台装置がエーカースクラスプの場合、義歯に咬合力が付与された時の支台歯の近遠心的な変位については、義歯がレストを支点として回転し支台歯が遠心方向に傾斜すると報告されている²⁸⁻³⁰⁾。本研究での結果はこれらに一致しており、エーカースクラスプでは、遠心に設置されたレストに荷重が加わること、義歯の沈下に伴い維持腕鉤尖が咬合面方向に引き上げられることにより、下顎左側第二小臼歯に対して遠心方向に傾斜する外力が働いたことによるものと考えられる。また、実験用義歯 2 において、頬側、歯槽頂荷重で近心頬側方向へ変位したのは、RPI クラスプではレストが第二小臼歯の近心小窩に設置されているため支台歯の近心側に荷重されたこと、さらに義歯床が顎堤頂から近心頬側方向に滑走したことによるものと考えられる。舌側荷重で遠心舌側方向へ変位した理由としては、舌側顎堤は頬側より口腔底への傾斜が強く、義歯床が滑走せずに舌側方向へ沈下した結果と考えられた。また RPI クラスプは環状型クラスプに比較して把持作用が劣る³¹⁾ ことから、荷重部位の変化により支台歯の変位方向が大きく変化したものと思われた。実験用義歯 3 は、頬側荷重では近心頬側、歯槽頂、舌側荷重では近心舌側方向へ変位した。これは、レストが第二小臼歯の近心小窩にあることから、荷重による義歯床の沈下により支台歯に対する近心方向への力が付与されたことによるものと考えられる。またエーカースクラスプとは異なり、義歯床の沈下により維持腕鉤尖が歯頸部方向に移動するため支台歯を遠心傾斜させる外力が生じないことも関与していると思われる。

2) 変位量

下顎左側第二小臼歯の変位量は、いずれの荷重部位においても実験用義歯 3 で最も小さい値となった。双子鉤は Kennedy II 級や III 級症例の間

接支台装置として義歯の安定を向上させる³²⁾ことや、支台歯の連結固定としての応用³³⁾が述べられており、従来より把持作用に優れることが知られている。また間接支台装置を有する片側遊離端義歯を想定した研究により、齋藤³¹⁾は、水平方向の荷重に対する義歯床の変位量がエーカークラスプや双子鉤より RPI クラスプで大きいことを報告しており、浅井²¹⁾は直接支台装置を設置した支台歯の挙動から、エーカークラスプに対する双子鉤の優位性を示している。把持作用、二次固定効果の違いによって荷重による義歯の動揺の程度が異なり、これが支台歯の変位量における差となったものと考えられた。また、実験用義歯 2 の歯槽頂荷重で、他の条件に比較して SD 値が大きかった。その原因としては、上記と同様に RPI クラスプの把持作用が劣ることにより、荷重部位のわずかな違いによって義歯の動揺方向や大きさが異なったためと考えられた。

片側性の設計では、装置全体の把持作用に対する直接支台装置の役割が大きくなることから、浅井らの報告²¹⁾のように間接支台装置付きのものと比較して明確な差が生じたと推測される。部分床義歯の設計では、機能時における義歯の動揺を最小とすることが重要である³⁴⁾。したがって、本研究の結果に基づいて考えると、片側性の設計を必要とする下顎片側遊離端義歯の直接支台装置に用いるクラスプとしては、双子鉤が最も優れているといえる。

結 論

下顎片側遊離端義歯の片側性設計に対する指針を提示するため、実験用義歯とシミュレータを用いて支台歯の挙動を計測し、以下の結論を得た。

1. 歯槽頂荷重、頬側荷重、舌側荷重を付加した場合の支台歯の変位方向は、実験用義歯 1 (エーカークラスプ) で、それぞれ遠心頬側、遠心頬側、遠心舌側であった。実験用義歯 2 (RPI クラスプ) ではそれぞれ近心頬側、近心頬側、遠心舌側であり、実験用義歯 3 (双子鉤) ではそれぞれ近心頬側、近心舌側、近心舌側であった。

2. いずれの荷重部位においても、最も変位量が小さいのは実験用義歯 3 であった。

3. 以上のことから、実験用義歯 1 ~ 3 の中で片側性の設計に適するのは、双子鉤を直接支台装置とする実験用義歯 3 の設計であることが示唆された。

謝 辞

稿を終えるに際し、終始御懇篤なるご指導をいただきました奥羽大学歯学部歯科補綴学講座清野和夫教授、山森徹雄教授に深甚なる感謝の意を表します。また、本研究にあたりご協力いただきました生体材料学講座、歯科補綴学講座教室員各員の皆様に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) Tebrock, O. C., Rohen, R. M., Fenster, R. K. and Pelleu, G. B. : The effect of various clasping system on the mobility of abutment teeth for distal-extension removable partial dentures. *J. Prosthet. Dent.* 41 : 511-516 1979.
- 2) Browning, J. D., Meadors, L. W. and Erick, J. D. : Movement of three removable partial denture clasp assemblies under occlusal loading. *J. Prosthet. Dent.* 55 : 69-74 1986.
- 3) Browning, J. D., Jameson, W. E., Stewart, C. D., McGarran, H. E. and Eick, J. D. : Effect of positional loading of three removable partial denture clasp assemblies on movement of abutment teeth. *J. Prosthet. Dent.* 55 : 347-351 1986.
- 4) Eick, J. D., Browning, J. D., Stewart, C. D. and McGarran, H. E. : Abutment tooth movement related to fit of a removable partial denture. *J. Prosthet. Dent.* 57 : 66-72 1987.
- 5) Browning, J. D., Eick, J. D. and McGarran, H. E. : Abutment tooth movement measured *in vivo* by using stereophotogrammetry. *J. Prosthet. Dent.* 57 : 323-328 1987.
- 6) Chou, T. M., Eick, J. D., Moore, D. J. and Tira, D. E. : Stereophotogrammetric analysis of abutment tooth movement in distal-extension removable partial dentures with intracoronal attachments and clasps. *J. Prosthet. Dent.* 66 : 343-349 1991.
- 7) 篠原直幸, 石田 修, 門川明彦, 中原 淳, 松下容子, 奥家信宏, 梶原浩忠, 嶺崎良人 : 有限要素法による維持装置鉤腕の鉤歯歯根膜への影響についての力学的研究 第 1 報 三次元有限要素解析の導入. 補綴誌 40 : 972-979 1996.
- 8) 安宅克昭, 北條 了 : 顎堤の性状と支台装置用金属が片側遊離端義歯の振動特性に及ぼす影響. 神奈川歯学 31-4 : 326-336 1997.

- 9) 川崎貴生, 山田 亨, 星井 守, 三木敬一: 有限要素法を利用した遊離端欠損症例における応力解析 第1報 維持装置の連結機構の違いによる応力分布. 補綴誌 31; 287-295 1987.
- 10) 野川哲義: 有限要素法による遊離端義歯の力学的研究 第2報 レストの設定位置と顎堤粘膜の被圧変位性の違いによる応力分布への影響. 補綴誌 33; 1313-1327 1989.
- 11) 野村賢介: 片側性遊離端義歯の直接支台装置が荷重時に鉤歯および歯槽骨に与える影響—三次元光弾性実験による応力解析—. 補綴誌 37; 1212-1222 1993.
- 12) 鈴木恭典, 大久保力廣, 栗原大介, 中山 昇, 青木孝幸, 花谷重守, 阿部 實, 宮田孝義: 義歯の構造が負担圧配分に及ぼす影響に関する実験的研究—支台装置が異なる場合—. 補綴誌 40; 512-523 1996.
- 13) 山内一郎, 神永美穂子: 両側遊離端義歯の設計差が支台歯と床下組織の咬合圧配分に及ぼす影響. 神奈川歯学 31; 350-362 1997.
- 14) 齋藤正恭, 三浦美文, 野谷健治, 相澤 隆, 松井 透, 川崎貴生: クラスプ形態が支台歯と顎堤の荷重分散および義歯床の変位に与える影響. 補綴誌 42; 641-648 1998.
- 15) 西田 圭, 小野高裕, 野首孝詞: 下顎片側遊離端欠損症例における垂直荷重時の義歯床の回転. 補綴誌 43; 830-838 1999.
- 16) Aoda, K., Shimamura, I., Tahara, Y. and Sakurai, K.: Retainer design for unilateral extension base partial removable dental prosthesis by three-dimensional finite element analysis. J. Prosthodont. Res. 54; 84-91 2010.
- 17) 長岡英一: 有床義歯補綴治療における顎堤形態と顎堤粘膜の診断. 補綴誌 46; 12-27 2002.
- 18) 池田祐一: 顎堤形態の違いが下顎遊離端義歯の支台歯挙動に及ぼす影響. 奥羽大歯学誌 30; 293-298 2003.
- 19) 齋藤正恭: 間接維持装置が義歯床と鉤歯の変位に与える影響 第1報 その形態および有無について. 補綴誌 31; 200-212 1987.
- 20) 齋藤正恭: 間接維持装置が義歯床と鉤歯の変位に与える影響 第2報 Cross Arch Stabilizationのための間接維持装置の形態, 配置について. 補綴誌 33; 337-351 1989.
- 21) 浅井政一: 下顎片側遊離端義歯における支台歯の挙動に対する双子鉤の効果. 奥羽大歯学誌 32; 111-121 2005.
- 22) 古関 望: 片側遊離端義歯においてクラスプのデザインが支台歯の挙動に及ぼす影響. 九州歯学会誌 50; 532-548 1996.
- 23) 岡崎光正: 下顎片側遊離端義歯の片側性設計における維持装置の効果に関する研究 第1報. 補綴誌 33; 1247-1260 1989.
- 24) 岡崎光正: 下顎片側遊離端義歯の片側性設計における維持装置の効果に関する研究 第2報. 補綴誌 34; 40-53 1990.
- 25) Carranza, F. A.: Glickman's clinical periodontology. Chapter 2 41, W. B. Saunders Co. Philadelphia 1979.
- 26) Lindhe, J. (岡本浩監訳) 1・2 歯根膜 Textbook of clinical periodontology (Lindhe 臨床歯周病学). 25-31 医歯薬出版 東京 1986.
- 27) Sillverman, S. I.: Dimensions and displacement patterns of posterior palate seal. J. Prosthet. Dent. 25; 470-488 1971.
- 28) Osborne, J. and Lammie, G. A.: Partial dentures 3rd ed. 229-235 Blackwell Scientific Publications LTD Oxford 1968.
- 29) Miller, E. L.: Removable partial prosthodontics. 143-146 Williams & Wilkins Co. Baltimore 1972.
- 30) Henderson, D. and Steffel, V. L.: McCracken's removable partial prosthodontics 5th ed. 117-121 Mosby Saint Louis 1977.
- 31) 齋藤正恭, 三浦美文, 野谷健治, 相澤 隆, 佐藤弘美, 川崎貴生: 水平荷重時においてクラスプ形態が支台歯の負担圧分散と義歯床の変位に与える影響. 補綴誌 43; 529-537 1999.
- 32) 長田 豊, 小田 茂, 飯田美智子, 野口章大, 村岡宜明: 歯根表面積に関する研究 第2報 歯周組織の減少とそれに対応した歯根表面積の変化. 日歯周誌 24; 293-298 1982.
- 33) Osborne, J. and Lammie, G. A.: Partial dentures 3rd ed.; 225-268 Blackwell Scientific Publications LTD Oxford 1968.
- 34) 五十嵐順正: 義歯の設計の原則. スタンダード部分床義歯補綴学 (第2版); 170-172 学建書院 東京 2010.

著者への連絡先: 関根貴仁, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科補綴学講座
 Reprint requests: Takahito SEKINE, Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University School of Dentistry 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan