原 著 論 文

臼歯部中間欠損症例における可撤性ブリッジの咬合力配分

第2報 可撤性ブリッジにおける観察

北村 俊介 緒方 彰 五十嵐順正 鈴木 章
芝野 潤 芹澤 祥宏 井上 義久 大山 英洋

Stress Distribution in Tooth Supported Removable Bridge with Long Saddle

Part 2. *In vivo* Measurements of Removable Bridge with or without Saddle

Shunsuke Kitamura, Akira Ogata, Yoshimasa Igarashi, Akira Suzuki,
Jun Shibano, Yoshihiro Serizawa, Yoshihisa Inoue and Hideaki Ohyama

Abstract : Purpose. In prosthodontic treatment, application of fixed bridge to the expanded intermediate tooth loss often causes overloading of the abutment teeth.

Removable bridge with saddle was considered to reduce this danger of over loading.

However, little is known about the degree of the reduction by the tissue support of the saddle.

The purpose of this study was to evaluate the reduction of occlusal force concentration to the abutments by applying the tooth-bound saddle.

Methods. The subject was the same as in the first report.

Measurement was carried out on the canine and second molar.

Each retainer was constructed with a telescopic crown.

Two types of removable bridge were assessed with or without tooth-bound saddles.

Test occlusal force of 60 N was applied to the center of bridges.

Occlusal force distribution to the abutments and to the bound saddle was measured simultaneously.

Conclusion. Support by the bound saddle on an alveolar crest was observed by giving saddle, and the decrease of occlusal force distribution to the abutment teeth was observed.

Key words : occlusal force distribution, tooth-bounded RPD, tooth displacement

I. 緒 言

中間欠損に対する補綴処置を行うとき、固定性補綴物と可撤性補綴物の2種類を選択することができる。しかし、その欠損領域が大きい場合、固定性補綴物を用いて補綴処置を行うと支台歯は過重負担に陥りやすい。この負担を軽減するため有床部を持つ可撤性ブリッジが考えられるが、

その軽減の度合いは、これまでに明確にされていなかった。このような補綴物を用いる場合、支台歯と顎堤粘膜との被圧変位量の差を考慮し、支台歯の負担をできるだけ減少させ、顎堤粘膜に咬合力を負担させることは、義歯の機能をもつ一方、支台歯の保護という立場からも重要なことである。

コーヌステレスコープ義歯は、1歯欠損症例から多数歯欠損症例まで広範囲の適応症を有する補綴技法の1つであり、3歯以上の欠損を有する中間欠損症例に対して有床部を用いて咬合圧を広範囲に分散させるために有効な補綴処置であると思われる。コーヌステレスコープ義歯を応用するにあたって、義歯の動揺の最小化、予防歯科学的配慮に

松本歯科大学歯科補綴学第1講座（主任：五十嵐順正教授）
Department of Removable Prosthodontics, Matsumoto Dental
University (Chief: Prof. Yoshimasa Igarashi)
平成10年5月26日受付

については数多くの研究報告がなされている¹⁻⁴⁾が、中間欠損症例で、その負担の軽減について検討を加えた報告は散見されるにすぎない^{5,6)}。

われわれは、第1報⁷⁾で、有限要素法を用いて義歯、支台歯、欠損部支持組織の咬合圧応力分布を解析し、義歯の破損防止のみならず、支台歯にも為害作用の少ない義歯の設計方法を報告した。

今回われわれは、口腔内において義歯床部による負担軽減の実態について検討した。

II. 材料と方法

1. 被験者

被験者は、第1報⁷⁾で測定モデルを製作した患者で、松本歯科大学附属病院第1補綴科に義歯製作を希望し、来院したものである。下顎の右側第一小白歯、第二小白歯、第一大臼歯の3歯中間欠損を有するが、一般健康状態良好、顎口腔系にも歯の欠損以外の所見は認められなかった。被験者は、下顎に中間欠損義歯を装着しており良好な顎堤と植立の強固な残存歯を有しており、犬歯と第二大臼歯を支台歯とした(図1)。

2. 計測項目

被験者が実験観察用の義歯を装着し、咬合した際の咬合力(以下全咬合力)が支台歯(犬歯、第二大臼歯)にどれほど配分されるか(以下支台歯負担力)および犬歯の変位量を測定した。

したがって計測項目は；

- 1) 可撤ブリッジにおいて負担される咬合力(全咬合力)の測定。
- 2) 可撤ブリッジの支台歯において負担される支台歯の負担力(支台歯負担力)の測定。
- 3) 支台歯(犬歯)の変位量。

以上3点について測定した。次いで全咬合力に対する支台歯負担力の割合(以下、支台歯負担率)を算定した。

図1 Tooth bounded RPD with long saddle
中間欠損症例

3. 実験義歯

実験義歯は無床型可撤ブリッジと有床型可撤ブリッジの2種類の可撤義歯を設定した。

1) 無床型可撤ブリッジ

支台装置は実験装置が着脱可能でかつ確実な把持力を得るためにダブルクラウンとし、測定用外冠に咬合力が加わったとき、圧センサーを介して内冠に咬合力が加わるようにテーパーを0度とした Resilienzteleskop^{®)}とした。

内冠製作には支台歯形成プラスチックコーピング法^{®)}(Adapta, Bego 社)にてワックスアップを行い、内冠壁の製作には、コノメーター(サベヤーKM-1, ジーシー社)を用い、内冠を12%金銀パラジウム合金にて製作後、口腔内で内冠ピックアップ印象採得^{®)}を行い、作業用模型を製作した。内冠のミリングおよび仕上げをミリングマシン(F1, Degussa 社)にて行った後、内冠と同様に外冠をプラスチックコーピング法を用いて、製作した。

無床型可撤ブリッジのポンティックの形態は、離底型とし、義歯へ加わる垂直力のみを負担を行うため、荷重点であるポンティック咬合面を交合平面に平行な厚さ1.5mm、幅9.0mm、長さ26.4mmの平面板とし、たわみに対する抵抗形態として、厚さ6.5mm、幅1.5mm、長さ26.4mmの補強梁を付与し、T字型の断面形態にして、ポンティック部においてたわみの少ない構造¹⁰⁾を持たせ、12%金銀パラジウム合金で製作した(図2)。

2) 有床型可撤ブリッジについて

有床型可撤ブリッジの有床部は、実験条件を同一にするため、模型上であらかじめ、臨床的に骨欠損が生じたと思われる範囲に常温重合レジン(ユニファーストII, ジーシー社)を筆積みによってレジン床を作製し、これを無床型可撤式ブリッジと常温重合レジンを付着したものを、有床型可撤ブリッジとした。

4. 実験義歯の妥当性および荷重点について

まず、測定にあたって、この実験装置の内冠のテーパーを0度に設定したため、垂直荷重に対して、内冠と外冠の

図2 Experimental denture
実験義歯

図 3 Schematic illustration of the test denture assembly
測定用実験装置模式図

図 4 Experimental denture in buccal capsule internal
口腔内に装着した実験義歯

摩擦などの機械的損失を極力軽減するために作業用模型上にて垂直荷重を行い、このときに配分される各支台歯への負担力を計算し、このとき、最も荷重分散の少ない荷重点の検討を行った。

この結果、支台歯間の中央より 3 mm 近心方向のとき、全咬合力に対し、支台歯負担率は 96% となり、このときが最も損失が少なかったため、この点を荷重点と定めた。

5. 口腔内での調整について

支台歯はそれぞれ単冠のため、隣在歯との外冠のコンタクトは、隣在歯と干渉しないように 90 μ m のコンタクトゲージが無理なく挿入できる程度に調整した。また、測定用外冠と内冠は、カルボン酸系セメント（ハイボンド テンポラリーセメント、ハード、松風社）にて仮着を行った。

6. 口腔内測定について

荷重は、先に確定した加圧点において、6.0 kgf まで垂直荷重で行い、このときの両支台歯（犬歯および第二大臼歯）の負担力を測定した。

また、垂直加圧に対する加圧方向の妥当性の判断基準と

図 5 Schematic illustration of the test denture assembly in buccal capsule internal
口腔内における測定用実験装置の模式図

図 6 Method of measurement
測定方法

して、非接触センサー（うず電流変位センサー Tr 4, Contactless sensor, Hottinger 社）とそのターゲットをそれぞれ前方支台歯の隣在歯 (2) と、支台歯 (3) に装着し¹¹⁾、近遠心方向の変位量の測定を同時に行った (図 3)。これが生理的動揺の範囲を越えたとき、垂直加圧が行われていないと判断し、このときの負担力のデータを除外した (図 4, 5)。

7. 測定条件および測定機器について

測定は各条件下で各々の組織の回復を考慮に入れ、測定間隔を 5 分間毎に設定し、各 5 回行った^{12,13)}。測定装置には、咬合力の圧センサーに最大圧縮荷重 50 kgf/cm² の小型圧縮ロードセル (L 42-50 K, 共和電業社) を実験義歯外冠に装着された圧センサーに最大圧縮荷重 70 kgf/cm² の小型圧縮ロードセル (PS-70 KAM 260, 共和電業社) を使用し、これらを動歪みアンプ (6 M 92, 日電三栄社) を介して、カセットデータレコーダー (MR 30, TEAC 社) に記録した (図 6)。

測定終了後、データレコーダーより XY レコーダー (XY レコーダー WX 2300, グラフテック社) に接続し、グラフを描記した。ペーパーチャート上の資料の読みとりにはデジタルキャリパー (Digimatic Caliper 500, Mitutoyo 社) を用いた。模型実験と同様に支台歯の負担力の割合 (以下支台歯負担率) を算定した。

得られた結果について、平均を求めた。

III. 結 果

図7に無床型可撤式ブリッジの結果を、図8に有床型可撤式ブリッジの測定結果を示す。

横軸は咬合力を、縦軸は荷重圧に対する支台歯負担率を示し、本実験のデータを荷重圧0.5 kgfごとに抽出したグラフで、支台歯(犬歯と第二大臼歯)の両者が負担する支台歯負担率を示す。

無床型可撤ブリッジでは6 kgfまで95.3~99.5%の支台歯負担率を示すのに対して、有床型可撤ブリッジでは1.5 kgf以上の場合、無床型可撤式ブリッジと同様の支台歯負担率を示したが、1.5 kgf未満では、95%未満の支台歯負担率を示した。

各々の支台歯負担率を比較すると、有床型可撤ブリッジでは犬歯の支台歯負担率が第二大臼歯支台歯負担率よりも大きかったが、無床型可撤ブリッジでは5.5 kgfまでは有床型と逆の傾向を示した(図7, 8)。

無床型可撤ブリッジと有床型可撤ブリッジを比較した場合、無床型可撤ブリッジに対し有床型可撤ブリッジでは、支台歯の負担軽減(0.5~5 kgf加圧時 $p<0.01$, 5.5 kgf加圧時 $p<0.05$, 6 kgf加圧時N.S.)がみられた。

図7 Relation denture-base sharing load ratio in the non-plate type removable bridge
無床型可撤ブリッジの床負担率

図8 Relation denture-base sharing load ratio in the plate type removable bridge
有床型可撤ブリッジの床負担率

IV. 考 察

1. 実験装置について

今回の支台装置には、コーヌステレスコープを用いたが他の方法として、支台歯に全部鑄造冠を装着し、クラスプ義歯にて測定する方法等が考えられるが、クラスプ義歯の実験条件の設定によって、結果が大きく異なってくることが予想されたために、テレスコープ様式の支台装着を用いた。

支台装置の内冠を0度を設定し、外冠との関係をレジリエンスステレスコープのように調整を行った。ただし、外冠があらゆる方向への回転を許容する形態を有し、外冠がピストン運動を行うレジリエンスステレスコープ⁹⁾とは異なり、口腔内での計測時に内冠と外冠内の圧センサーが、常に接触するように調節用ネジを設定し、圧センサーの位置を調節した。これにより、人工歯部に咬合力が加わると同時に、支台歯にも咬合力が加わるように設定を行った。

無床型のポンティック部は、T字型構造とすることで、咬合圧による変形に対応し、ポンティック部の変形による支台装置の外冠と内冠のずれを防止した。また、有床型と無床型の2つの実験装置は、同一の実験義歯にて、実験を行うことが望ましいため、無床型に床を付与することによって、有床型とし、実験条件を同一とした。無床型に床を付与することによって、ブリッジの剛性が向上していることも考えられるが、大久保¹⁰⁾の報告による構造設計を施しており、今回の実験において、この点については、問題とはならないと思われる。

2. ポンティックについて

ポンティックには種々の形態があり、粘膜に接触しているポンティックも数多く存在する。しかし、いずれも臨時的には無圧接触の状態から粘膜の抵抗性が保たれる程度の軽度の圧迫の範囲がよい¹¹⁾とされている。したがって、固定性ブリッジのポンティックは、咬合力を粘膜に負担させる機能を求めたものではない。したがって、今回は無床型の形態には離底型を選択した。

3. 支台歯、顎堤粘膜について

支台歯および顎堤粘膜への影響に対する配慮として、組織の被圧変化回復のために計測の間隔を設けた^{12,13)}。

また、顎堤はX線診によると骨梁が多く、粘膜にも異常がなく、臨床上、良好とされ、支台歯および周囲骨梁にも異常所見はみられず、支台歯の動揺もm0であったので、被験者として適当であったと思われる。

4. 実験荷重について

中間欠損症例に対する補綴を行う場合、遊離端欠損と比

図 9 Relation denture-base sharing load ratio in the plate type removable bridge for the non-plate type removable bridge
無床型に対する有床型可撤ブリッジの床負担率

較すると、中間欠損症例の方が咬合力は大きいといわれている^{14,15)}。今回の実験では 6.0 kgf まで垂直的に咬合力を加えたが、その結果、有床型が無床型と比較して、1.0 kgf までの軽い咬合力で支台歯負担率が軽減された。これは、食物が粉碎された後の咀嚼力が、2.0 kgf 未満であるという報告¹⁶⁾から十分に支台歯の負担軽減がなされていると考えられる。また、義歯床を付与することにより、各々の支台歯負担率が、逆転したことは、顎堤の形態に起因していると考えられる。今回の被験者の欠損部顎堤は遠心から近心に傾斜しているために、床を付与することによって、床によって負担される力が垂直に顎堤に伝わらず、近心方向に力の方向に変えたため、補綴物がわずかながら近心に移動する傾向をたどった結果と考えられる。

実験荷重を 6 kg で行ったが、Adeler は一般に 16~19 歳の女性の歯に加わる垂直咬合のストレスの最大値が第 1 大臼歯で 16 kg であり¹⁷⁾、さらに今回の支台歯の犬歯の垂直咬合のストレスの平均値が 9 kg であり¹⁴⁾、山崎によると¹⁶⁾義歯装着者における咬合力が、片顎が局部床義歯で対顎が天然歯のとき、犬歯で 3.23 kgf、第一小臼歯で 6.75 kgf、第一大臼歯で 11.11 kgf であることから、6 kgf までの荷重は妥当だと思われる。

5. 結果について

無床型と有床型の両者間に、数値的に明らかな違いは認められないものの、第 1 報で報告したように、床部を付与することによって支台歯の負担軽減が図られていることが支台歯負担率の低下によって示された (図 9)。これは、臨床的な経験と同様の結果だと思われる^{18,19)}。

6. 臨床的意義について

中間欠損を補綴する際、一般的には固定性ブリッジが多用される。これは、固定性ブリッジが、有床義歯に比較して、口腔内感覚に優れ、有床義歯に対する患者の意識が、あまりよくないためである。このために、ともすれば長大な中間欠損症例においても、固定性ブリッジを用いた補綴

処置を行っている症例をみかける。

今回、3 歯中間欠損症例において、有床部の負担軽減についての有効性が示され、長大な中間欠損症例においては、有床部を有し、顎粘膜支持を有用できるような補綴装置の設計が望まれることが示唆された。

V. 結 論

今回の結果から、有床部を付与することにより、0.5~5 kgf 加圧時、支台歯および支台装置の負担力が減少することが観察され ($p < 0.01$)、これにより顎堤部においても咬合圧が一部負担されることが観察された。大きな中間欠損症例を補綴する場合、適合の良好な有床部を付与する設計を行うことにより、咬合力の分散が行われることが示唆された。

本研究の要旨は、第 97 回日本補綴歯科学会学術大会 (平成 9 年 5 月 30 日、長崎) において発表した。

文 献

- 1) 五十嵐順正. 部分床義歯の動揺解析 第 1 報 遊離端義歯の動揺とその定量化について. 補綴誌 33: 369-375, 1989.
- 2) 五十嵐順正, 河田守弘, 朝見光弘ほか. 部分床義歯の動揺解析 第 2 報 義歯の動揺に及ぼす維持装置の影響. 補綴誌 34: 128-135, 1990.
- 3) 五十嵐順正, 河田守弘, 朝見光弘ほか. 維持歯と維持装置の連結強度 第 1 報 各種クラスプの連結強度について. 補綴誌 34: 1162-1169, 1990.
- 4) 伊藤邦彦, 石川成美, 高橋邦彦ほか. 智歯を支台歯とした可撤性矯義歯の維持装置に関する臨床的検討. 補綴誌 31: 702-711, 1987.
- 5) 古川良俊. コーヌスクローネを用いた可撤性橋義歯の経日的垂直変化について—口腔内常置型微小変化センサーによる測定—. 補綴誌 31: 1536-1543, 1987.
- 6) 岡田正述, 豊島義博, 五十嵐順正ほか. 可撤橋義歯の設計 (第 2 報) VI 級欠損における支持について. 昭和歯学 8: 274-282, 1998.
- 7) 井上義久, 黒岩昭弘, 緒方 彰ほか. 臼歯部中間欠損症例における可撤性ブリッジの咬合力配分 第 1 報 支台歯および支持組織における二次元有限要素法による実験的検討. 補綴誌 42: 823-831, 1998.
- 8) Körber K (田端恒雄, 河野正司, 福島俊士). Zahnärztliche Prothetik Band 2 (ケルバーの補綴学 第 2 巻 291-292, 東京: クインテッセンス出版, 1984), 1975.
- 9) 芝 燐彦, 五十嵐順正. コーヌステレスコープデンチャー 80-83, 京都: 末永書店, 1984.
- 10) 大久保力廣. 義歯の構造設計に関する実験的研究. 補綴誌 33: 1273-1287, 1989.
- 11) 潤田和好. ポンテック. 羽賀通夫, 中澤 靖, 田端恒雄ほか編, クラウン・ブリッジの補綴学 422-423, 東京: 医歯薬出版,

- 1986.
- 12) 五十嵐順正, 藍 稔. 非接触微小変位センサーによる歯の動態観察, 第1報 装置の概要と測定方法. 補綴誌 24: 457-469, 1980.
- 13) 大貫昌理, 岡島 努, 作間靖信ほか. 義歯床下粘膜における局所負担圧分布の動的測定部について. 補綴誌 28: 882-894, 1984.
- 14) 幸阪保雄. 歯の動揺に関する研究—下顎の水平的位置—. 口病誌 54: 156-174, 1987.
- 15) 覚道幸男. 床義歯の生理学 63, 東京: 学健書院, 1976.
- 16) 山崎 健. 各種補綴物における咬合力の比較に関する研究. 日歯医師会誌 12: 1-10, 1960.
- 17) Adler P.: Sensibility of teeth to loads applied in different directions. J Dent Res 26: 279-289, 1947.
- 18) 溝上隆男. 臼歯部における咀嚼圧の時相と負担機構とに関する研究. 歯科学報 66: 217-272, 1966.
- 19) 五十嵐順正. Konus teleskop 義歯の基礎と臨床. 歯科評論 490: 93-113, 1983.