原 著 論 文

支台歯の三次元的変位に関する研究

—咬合接触および隣接接触の喪失による影響—

佐藤 克 古川 良俊 武部 純

白石 明 石橋 寛二

Studies on the Three Dimensional Displacement of Abutment Teeth

— Effects concerning the Loss of Occlusal and Proximal Contacts —

Katsu Sato, Kazutoshi Furukawa, Jun Takebe,

Akira Shiraishi and Kanji Ishibashi

Abstract : In order to examine the three dimensional displacement for those abutment teeth having lost occlusal and proximal contacts, a measuring device was designed enabling one to simultaneously record the mesiodistal, buccolingual, and axial movements. The measurements were taken during a 7 days span, and the amount along with the direction of abutment tooth displacements were studied.

The results were as follows ;

1. Three dimensional displacement was observed immediately after the loss of occlusal and proximal contacts, and the amount of displacement kept increasing along with time.
2. The abutment tooth displaced towards the distal, coronal and lingual direction.
3. Compared to the buccolingual and axial directions, the mesiodistal direction showed the greatest amount of abutment tooth displacement, with the maximum displacement being 240 μ m.

Key words : three dimensional displacement, abutment teeth, loss of occlusal contacts, loss of proximal contacts

I. 緒 言

従来より、歯冠崩壊や隣接歯の喪失などにより歯の移動が生じ、咬合接触関係あるいは歯列の保持機構に影響

を及ぼすことが指摘されてきた^{1,2)}。また、歯冠修復に際しても咬合接触あるいは隣接接触関係の不備により歯の移動が考えられるが³⁾、その変位を経時的かつ三次元的に測定した報告はみあたらず、詳細な動態は明らかでない。

そこで著者らは支台歯の変位を観察するために、渦電流損検出型変位センサーを応用し⁴⁻⁶⁾、近遠心、歯軸、頬舌の3方向から同時測定可能な三次元変位測定装置を試作した。本装置により歯列に対する支台歯の三次元的相対変位を7日間測定し、その変位方向および変位量に

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第二講座（主任：石橋寛二教授）

Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University (Chief: Prof. Kanji Ishibashi)
平成3年8月1日受付

について検討した。

II. 研究方法

1. 被験者および被験歯

被験者は顎口腔系に異常が認められない、26～28 歳までの男性 3 名とした。

被験歯は、適正な咬合および隣接接触関係が付与され、歯周組織が健全で全部鑄造冠が装着されている下顎第 2 小臼歯を選択した。

2. 測定方法

被験歯に装着されている全部鑄造冠および築造体を除去した後、支台築造のための印象採得を行い、これを基に模型上で作製されたターゲット固定装置および金属シーネを、被験者の口腔内に装着した。

センサーの位置を微調整することにより、各センサーとターゲット間の距離が 300 μm 前後となるように設定し、その位置を基準点とした。以後 12, 24, 36, 48, 60

時間、3, 4, 5, 6, 7 日の計 10 回にわたり、センサーおよびターゲット間の距離を測定し、基準点における距離と測定時の距離を比較することにより、変位量および変位方向を観察した。測定は各測定時に 5 回行い、その平均をもって測定値とした。

なお、印象採得から測定開始までの期間は、その間の変位を防止するため、除去した全部鑄造冠をリテーナーとして仮着した。また測定期間中は、可能な限り通常通りの食事と咀嚼を行うよう指示した。

3. 測定装置

本測定システムはセンサーヘッド部（センサー技術研究所製変位検出ヘッド、HA-30S）、変位計（センサー技術研究所製 LS-500）、デジタルマルチメーター（岩崎通信機製マルチロガー SC-7501）により構成され（図 1, 2）、ターゲットには直径 4 mm、厚さ 1 mm の鉄製の円板を使用した。

本装置は、HA-20S および HA-30S と LS-500 によりセンサー、ターゲット間の距離を電圧出力するもの

図 1 測定装置

図 2 ブロックダイアグラムおよびセンサーの仕様

図 3-a 模式図

図 3-b 口腔内に装着した状態

図 3 ターゲット固定装置

図 4 センサー固定装置と歯列固定装置の構造

で、 $1\mu\text{m}$ を 1mV で表示する。この出力をデジタルマルチメーターでモニターし、プリンターにて記録した。ターゲットは、ポストを維持とするレジン築造体上の近遠心、歯軸、頬舌の各方向にそれぞれ直交するよう3個付与した。ターゲットの取り付け方向は、歯列に対して直交する方向を頬舌方向、一致する方向を近遠心方向とした(図3)。

測定用金属シーネは、歯列固定装置とセンサー固定装置の2つの部分からなり、その間は APM スターンゴールド社製、スターン GL アタッチメントと、直径 2mm のビスおよびナットの2種類の連結装置により、着脱が可能となっている。歯列固定装置は下顎左右犬歯間と、被験歯前後の第1小臼歯および第1大臼歯を連続固定するもので、ターゲット固定装置と同時に接着性レジンセメント(サンメディカル社製スーパーボンド)にて合着した(図4)。

センサー固定装置は近遠心、歯軸、頬舌の各ターゲットに直交するよう配置された3つのセンサーを保持し、測定時ごとに歯列固定装置上に装着することにより測定を行った。なお、本装置においては、スペース的に余裕のある歯軸方向には HA-30S を使用し、近遠心および

図 5-a 模式図

図 5-b 模型上でセンサーとターゲットの位置を確認する

図 5-c 口腔内に装着した状態

図 5 三次元変位測定装置

頬舌方向にはコンパクトな HA-20S を使用した(図5)。

III. 結 果

近遠心方向における、各支台歯の経時的変位量を図6に示す。センサーおよびターゲット間の距離は、いずれの支台歯でも測定開始直後より著明に増加する傾向を示

し、各支台歯とも遠心方向へ変位した。測定期間中の経時的変位は、3例とも比較的類似した傾向で推移し、7日間における総変位量は、被験者1で230 μm 、被験者2

で230 μm 、被験者3で240 μm に達した。次に歯軸方向における各支台歯の変位量を図7に示す。センサーとターゲット間の距離は少しずつ短くなっており、いずれの支台歯も歯頂側へ変位した。変位量は近遠心方向と比較して小さく、また3日目以降からは比較的安定している。7日間における総変位量は、被験者1で80 μm 、被験者2で40 μm 、被験者3で100 μm 認められた。また経時的な歯軸変位の傾向は被験者によって異なった。

図8に頬舌方向における各支台歯の変位量を示す。いずれの支台歯でもセンサーとターゲット間の距離は次第に増加する傾向にあり、舌側へ変位した。7日間における総変位量は被験者1で90 μm 、被験者2で160 μm 、被験者3で40 μm 認められた。頬舌の変位は近遠心方向と比較して小さく、歯軸方向と同程度か、わずかに大きかった。また、歯軸方向と同様に頬舌方向においても、経時的な変位の傾向は被験者によって異なった。

図 9 に各被験者における近遠心、歯軸、頬舌の変位量を立体的に表示する。縦軸は歯軸方向、左前方軸は近遠心方向、左後方軸は頬舌方向の変位量を示し、各プロットは測定時点における各支台歯の三次元的な位置を示す。このように本実験における被験者 3 例とも遠心、歯頂側、舌側方向に変位していた。しかし、その変位量は被験者によって異なり、被験者 1 および 2 では、近遠心、頬舌、歯軸方向の順に変位が大きくなっているが、被験者 3 では、近遠心、歯軸、頬舌の順となっている。特に被験者 2 では歯軸方向、被験者 3 では頬舌方向において、著しく変位が小さくなっている。

IV. 考 察

支台歯が適正な咬合接触および隣接接触を失うことにより変位を生じることは、日常臨床を通じて経験的によく知られている。一般に機能状態にある支台歯は、均衡した歯根膜線維の緊張によりその位置を保っていると考えられているが、機能を喪失した状態が継続した場合、歯根膜線維の配列や走行に乱れが生じるといわれている⁷⁻⁹⁾。したがって本実験のような設定においても、支台歯の歯根膜線維の配列の乱れにより保持機構が失われ、変位したものと考えられる。

従来、このような支台歯の変位を観察する場合、定期的に口腔内の印象採得を行い、模型上で計測する方法^{1,2,10)}や X 線規格写真を利用した方法¹¹⁾が用いられてきた。しかし、著しい歯槽骨やセメント質の改造を伴うほど長期間にわたって歯が放置されていたような場合は別として、微小な支台歯の変位の測定を目的とした場合には、模型に置き換えることによる寸法変化¹²⁾や、模型を測定装置に位置付けるために生じる付着誤差等を考慮すると、基準点を設け、常設した測定装置によって口腔内で実測した方が有利であると考えられる。しかも支台歯の変位は単に歯列に対する二次元的な位置関係のみによって検討されるべきではなく、咬合関係の影響についても考慮しなければならない。したがって三次元的にかつ同時に捉えることが望ましい。

一方、完全な固定式の測定装置を口腔内に常設することは、たとえ測定精度の面からは理想的であるとしても、測定期間中の被験者の咀嚼等の問題を考慮すると非常に困難であり現実的ではない。

今回の測定装置は、以上のような点を考慮にいれ、できるだけそれらの要素を包括した測定が可能になるように試作したものである。

測定装置の精度については、周囲温度 37°C におけるセンサーの誤差を測定することとし、3 つのセンサーを 3 mm 離して直交させ東京精密社製デジタルマイクロメーター MIMICOM-M 43 PD とのキャリブレーションを行った。その結果初期値 500 μm から $\pm 100 \mu\text{m}$ の範囲内における最大誤差は HA-20 S で 3%、HA-30 S で 1% であり、支台歯の三次元同時測定に際し十分な精度を有しているものと判断した。

次に今回作製した 3 例について、歯列固定装置とセンサー固定装置間の着脱誤差を 5 回の着脱試験により測定したところ、最大着脱誤差は近遠心方向で 9 μm 、歯軸方向で 5 μm 、頬舌方向で 8 μm 認められた。したがって本装置では 10 μm 単位までの測定が可能になったものと考えられる。

今回の実験では、被験歯として単根歯であること、測定しやすい部位にあること、近遠心ともに臼歯同士で隣接接触していることを考慮し第 2 小臼歯を選択した。被験者間の測定結果に違いが生じた原因としては、各被験者間の個体差、たとえば歯根および歯槽骨の形態や歯周組織の状態、特に支持組織の変化の程度の違い、全部鑄造冠が装着されていた時点での咬合力の働いていた方向、接触の強さ、咬頭傾斜の違いなどによるのではないかと考えられる。

また変位量に関しては、7 日間程度の測定期間中における支台歯の変位は、支台歯の傾斜によるものが大きいと推測されるが、本装置では歯体移動あるいは回転との判別をすることが不可能である。そのため、実際の移動中心における変位量と、測定点であるターゲットの中心線の交点における変位量を比較するとわずかな違いが存在するものと推測される。さらに複数のセンサーを応用することによりそのような判別も可能となりうると考えられるが、本実験では内蔵するセンサーの大きさの限界により実現できなかった。また測定期間についても、支台歯の変位を扱う場合には長期間にわたる継続的な測定が望まれる。今回は被験者の負担を考慮し 7 日間にとどめたが、さらに長期間の測定を可能とするためには測定装置の小型化が望まれる。

今回試作した測定装置により、これまでは模型上での測定^{13,14)}あるいは二次元的な測定のみ行われてきた支台歯の変位を、口腔内で経時的かつ三次元的に測定することが可能となった。本装置をさらに応用かつ改良することにより、複数の支台歯間の相対的变化や、歯の喪失による隣在歯あるいは対合歯への影響などを検討することも可能となるものと思われる。

V. 結 論

今回、咬合接触および隣接接触を喪失させた支台歯の三次元的変位を7日間にわたって経時的に観察した結果、以下の知見を得た。

1. 支台歯は咬合接触および隣接接触を喪失した直後から三次元的に変化し、その変位量は経時的に増加した。
2. 支台歯の変位方向は遠心、歯頂側、舌側に認められた。
3. 支台歯の変位量は頬舌、歯軸方向に比較して近遠心方向に大きく、最大 240 μm 認められた。

本論文の要旨は平成2年度日本補綴歯科学会東北北海道支部学会において発表した。

文 献

- 1) 下総高次：歯牙欠損後における歯列弓の変化，第1報，口腔科誌，4：256，1955。
- 2) 石渡禧弘：上顎前歯抜去後の顎堤の形態変化および隣接歯、対合歯の位置的变化に関する実験的研究，補綴誌，16：293～320，1973。
- 3) 草刈 玄：接触点に関する研究，特に歯間離開度について，補綴誌，9：161～182，1965。
- 4) 五十嵐順正，藍 稔，斉藤良一：非接触微小変位センサーによる歯の動態観察 第2報 種々の観察例，補綴誌，25：295～303，1981。
- 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時的垂直変位について—口腔内常置型微小変位センサーによる測定—，補綴誌，31：1536～1543，1987。
- 6) 和賀浩幸，古川良俊，佐藤 克ほか：橋義歯支台歯における機能時の動態—固性連結が及ぼす影響—，補綴誌，35：262～268，1991。
- 7) 増田 豊：実験的な外傷性咬合対合歯の喪失による歯根膜線維の変化について，歯学，58：794～829，1971。
- 8) Körber, K. H. : Zahnärztliche Prothetik, Bd 1, 211～212, Georg Thieme, Stuttgart, 1975。
- 9) 高木勇蔵，赤川安正，浜田重光ほか：咬合接触の喪失に伴う歯の支持組織の変化に関する研究，補綴誌，22：759～765，1987。
- 10) 中沢 靖，工藤忠夫，横川松生ほか：ヒトの歯の移動に関する研究，第1報 計測方法と計測装置，補綴誌，22：120～130，1978。
- 11) 八木 實，長島 明，三条 勲ほか：下顎第1大臼歯抜去後の隣接臼歯群の動態に関する研究，岩医大歯誌，3：227～236，1978。
- 12) 中尾勝彦，田中伐平，田中 貴：石膏歯列模型の寸法精度，補綴誌，15：178～185，1971。
- 13) 飯原 仁：歯の3次元の動きに関する研究—種々の隣接接触関係における模型実験—，補綴誌，24：735～756，1980。
- 14) 中西弘一：歯の3次元の動きに関する研究，補綴誌，32：374～387，1988。