原 著 論 文

咬合力による歯周組織の歪み

—上顎臼歯部について—

三浦 宏之 古木 譲 長谷川成男 加藤 均

Distortion of Periodontal Tissues during Biting

—Region of the Upper Posterior Teeth—

Hiroyuki Miura, Yuzuru Furuki, Shigeo Hasegawa and Hitoshi Kato

Abstract : Biting force during functional movements reaches over the teeth, periodontal ligament, mandible and maxilla. It produces distortion in each part. This distortion corresponds to the biting force and influences occlusion. Many studies, therefore, have been made on this subject. But it is not necessarily easy to measure the distortion of periodontal tissues during function in man. The purpose of this paper is to clarify the influence of the distortion of periodontal tissues on physiological tooth movements. The horizontal movements of the upper first molar were measured during function. The upper first molar had made preparation for a cast crown. It had no occlusal and proximal contacts with antagonistic and proximal teeth, so that it did not directly receive the bite force. The following conclusions were obtained :

1. The movements of the upper first molar, caused by the distortion of periodontal tissues, were influenced by the acting point of the bite force.
2. The movements of the abutment tooth during function were similar to the physiological tooth movements.
3. In the prosthodontic treatment, it is very important to reconstruct an occlusal contact not to disturb the tooth movements caused by the distortion of periodontal tissues during function.

Key words : distortion, periodontal tissue, bite force, tooth displacement, upper posterior teeth

I. 緒 言

咬合機能をはじめとする諸機能時に発揮される生理的な力は歯牙、歯周組織さらに顎骨にまで及び、それぞれの部位に歪みを生ずる。

これらの歪みは外力に対応するものでもあり、また咬合関係に影響を及ぼすものでもあることから、強く

東京医科歯科大学歯学部第2歯科補綴学教室（主任：田端恒雄教授）

Department of Prosthodontics II, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University (Chief: Prof. Tsuneo Tabata)

平成5年7月19日受付

図 1 被験歯、支台築造後の上顎左側第 1 大臼歯

関心がもたれ、開口時の歯列幅径の変化¹⁻³⁾、咬合力の反対側歯牙への影響⁴⁾、咬合時の顎骨各部に生ずる歪み⁵⁾、顎間距離の変化⁶⁾、歯列を含む顎骨の変形⁷⁾など顎骨全体を対象とした研究が行われている。

また、咬合力が歯周組織に伝播される機序に視点を置いた Mühlemann ら⁸⁾をはじめとする 2, 3 の研究^{5, 8-11)}もあって、100 g 程度の荷重で歯槽骨が歪むことなどが明らかとなっている。しかし、特殊な場合を除いて実験は動物に限られるということもあって、咬合時に生ずる歯周組織の歪みの研究はいまだにその端緒にあるといえる。

著者らはこうした道程にある研究の一助となるべく、咬合力による歯周組織の歪みを、咬合力を直接には受けていない隣接歯の変位として測定することができたので、ここに報告する。

II. 実験方法

クラウンのための支台歯形成を行った上顎左側第 1 大臼歯を被験歯として、機能時の歯牙の水平面内での変位を 2 次元微小変位計 M 型¹²⁾を用いて測定する。

1. 被験歯

被験歯は 24 歳の男性の上顎左側第 1 大臼歯で、歯周組織の状態は臨床的に健全である。第 1 大臼歯にはすでに全部铸造冠のための支台歯形成、支台築造が行われていて、歯頸部付近で第 2 小臼歯に対しては約

2.0 mm、第 2 大臼歯に対しては約 0.5 mm の間隙がある。また、咬合面部と対咬歯の間には約 1 mm のクリアランスがある (図 1)。

機能力を加える第 2 小臼歯は健全歯であり、第 2 大臼歯は I 級の amalgam 充填、近心に III 級のレジン充填があるが、歯周組織は臨床的に健全であり、咬合接触関係は正常の範囲内にある。なお、第 2 小臼歯の近心、第 2 大臼歯の遠心には健全な隣接歯があり、上下顎とも歯牙欠損はない。

歯牙の変位の測定点は頰側軸面歯頸部中央とする。

2. 歯牙の変位の測定

歯牙の水平面内での変位の測定には、2 次元微小変位計 M 型を用いる。変位計は近遠心、頬舌方向ともに相互干渉はほとんどなく、それぞれの方向で $\pm 400 \mu\text{m}$ の範囲内において $\pm 2\%$ の精度でリニアな出力を示す。

3. 測定項目

機能時の歯牙の変位を、以下の各項目について測定する。

- 1) 噛みしめ時
- (1) 咬頭嵌合位
- (2) 咬合紙^{*1}

上顎第 2 小臼歯、第 2 大臼歯部で咬合紙 (厚さ約 $30 \mu\text{m}$) 4 枚あるいは 8 枚の噛みしめを行い、そのときの上顎第 1 大臼歯の変位を測定する。

- 2) 咬合力測定時

アルミ板と即時重合レジン^{*2}にて作製した受圧用テーブルを介して上顎第 2 小臼歯、第 2 大臼歯で咬合力計^{*3}を咬合したときの上顎第 1 大臼歯の変位を測定する。この受圧用テーブルによって咬合力が可及的に咬合平面に垂直な方向に加わるようにする。

なお、上記の各測定は機能力が直接加わる上顎第 2 小臼歯、第 2 大臼歯の頰側軸面歯頸部中央の測定点についても行う。また、各測定は 2 秒間ずつ 2 回行い、各測定間で間隔を十分に開け、歯牙の変位が回復したのをレコード上で確認してから次の測定を行った。

4. データ処理方法

変位計のアンプ部からの出力はすべてデータレコーダ^{*4}に $10 \text{ mv}/\mu\text{m}$ で収録する。データレコーダからの出力は X-Y レコーダ^{*5}に入力して変位経路を 2 次元表示するとともにシグナルプロセッサ^{*6}にサンパ

*1(株)ジーシー：アーティキュレイティングペーパー (赤)

*2(株)ジーシー：ユニファスト

*3日本光電工業(株)：咬合力計 MPM-2401

*4ソニーマグネスケール(株)：エルカセットデータレコーダ FE 39 A

*5渡辺測器(株)：X-Y レコーダ WX 4401

*6日本電気三栄(株)：シグナルプロセッサ 7 T 17

リングクロック 2.5 msec (噛みしめ時), 7.5 msec (咬合力測定時) で取り込み, 変位置および変位方向を求める。

まず, 原点と変位経路上の各点との直線距離をすべて求め, その中で最大値を示す点を終末点とする。ここで, 原点と終末点とを結ぶ直線が, 原点において歯牙の頬側面に対して引いた接線の法線と近心方向になす角度を変位方向とし, その直線上の距離を変位置とする (図 2)。

III. 結果および考察

咬頭嵌合位での噛みしめ時に上顎左側第 1 大臼歯の測定点は遠心口蓋側方向へ $38\sim 42\ \mu\text{m}$ の変位置を示した (図 3, 表 1)。このとき, 同時測定ではないが, 上顎第 2 小臼歯は近心口蓋側方向へ $56\sim 64\ \mu\text{m}$, 上顎第 2 大臼歯は遠心口蓋側方向へ $60\sim 61\ \mu\text{m}$ の変位置を示した (図 4, 5, 表 2, 3)。

また, 第 1 大臼歯は, 第 2 小臼歯での咬合紙 4 枚, 8 枚の噛みしめ時には口蓋側方向へ $39\ \mu\text{m}$, $44\sim 50\ \mu\text{m}$ の変位置を, 第 2 大臼歯での咬合紙 4 枚, 8 枚の噛みしめ時には遠心口蓋側方向へ $33\sim 34\ \mu\text{m}$, $37\sim 41\ \mu\text{m}$ の変位置を示した (図 3, 表 1)。

この咬合接触も, 隣接歯間接触もない第 1 大臼歯の変位は機能力による歯周組織の歪みの結果と考えられる。本実験の測定装置である 2 次元微小変位計 M 型¹²⁾ は, 前歯部唇面に設置した定位装置に固定して, これを固定源とするので, 定位装置が前歯部での咬合接触などにより動揺すると測定結果の確度は影響を受けることになる。しかし, 本実験での被験者は咬頭嵌合位での噛みしめ時に咬合接触が起こらない咬合関係を持ち, さらに第 2 大臼歯での咬合紙の噛みしめ時には咬合挙上されることに加えて隣接接触点を經由しての近遠心方向の力が前歯部に作用する可能性もないので, この場合に装置の固定源が噛みしめの影響を受けることは少ない。

咬合紙の噛みしめ時には咬合力の増加とともに挙上されていた咬合高径が減少して末期には第 2 小臼歯が咬合接触を示すようになることがあるが, 第 2 大臼歯での咬合力計の噛みしめ時の咬合力と第 1 大臼歯の変位置との関係を求めると (図 6), きわめて初期に, 僅かな咬合力で第 1 大臼歯が変位を開始していることがわかる。また, Mühlemann⁸⁾ はサルの上顎中切歯に唇舌方向の力を加え, Picton⁹⁾ は歯軸方向の力を

歯牙: 変位 = 1 : 50

図 2 変位置・変位方向の計測方法

加えて, いずれも 100 g 以下の力で歯周組織全体が歪みを示すと報告している。天野⁵⁾ はヒトの中切歯に唇舌方向の荷重を行って, 同様に 100 g 以下の力で歯槽骨が歪むことを確認している。したがって, 第 2 大臼歯での咬合紙の噛みしめ時に測定装置の固定源は咬合接触による影響をほとんど受けていないと考えられる。

以上のことから, 第 2 大臼歯での咬合紙の噛みしめ時に第 1 大臼歯が示した変位は, 第 2 大臼歯で発揮された咬合力による歯周組織の歪みによって惹起されたものといえる。同時に, その変位置, 変位方向などから考えて, 咬頭嵌合位での噛みしめ時, 第 2 小臼歯での咬合紙の噛みしめ時の第 1 大臼歯の変位も歯周組織の歪みによるものといえよう。

第 1 大臼歯の歯周組織の歪みによる変位経路は, 第 2 大臼歯での咬合紙の噛みしめ時には第 2 小臼歯での咬合紙の噛みしめ時より約 20° 遠心に向かうものとなり (図 3), そこに機能力が作用する部位の影響があることが示唆された。

第 2 大臼歯での咬合紙, 咬合力計の噛みしめ時の第 2 小臼歯の変位 (図 4) あるいは第 2 小臼歯での咬合紙, 咬合力計の噛みしめ時の第 2 大臼歯の変位は (図 5), それぞれの歯牙が隣接接触をもち, 隣接接触点は歯牙の変位に対して影響をもつ¹³⁾ ことから, 純粋に歯周組織の歪みによるものとはいえないが, 機能力を受ける側に隣接接触をもたないことから, これまたほぼ歯周組織の歪みによる変位とみなすことはできよう。

これら各歯牙の歯周組織の歪みによる変位置 (表 1~3) は従来から知られている咬合機能時の生理的な

図 3 上顎左側第 1 大臼歯の変位経路
(図内の歯式は機能力が作用した部位)

表 1 上顎左側第 1 大臼歯の各種機能時の変位量および変位方向

機能力が 作用した部位	1 回 目		2 回 目		3 回 目	
	変位量	変位方向	変位量	変位方向	変位量	変位方向
咬頭嵌合位	38	198	41	199	42	193
咬合紙 4 枚 <u>5</u>	39	182	39	185	—	—
	<u>7</u>	33	203	34	200	—
咬合紙 8 枚 <u>5</u>	44	190	50	185	—	—
	<u>7</u>	41	216	37	208	—
咬合力計 <u>5</u>	75	159	71	158	—	—
	<u>6</u>	23	87	32	173	28
	<u>7</u>	13	85	33	126	38

変位量: μm , 変位方向: 度

図 4 上顎左側第 2 小臼歯の変位経路
(図内の歯式は機能力が作用した部位)

表 2 上顎左側第 2 小臼歯の各種機能時の変位量および変位方向

機能力が 作用した部位	1 回 目		2 回 目		3 回 目	
	変位量	変位方向	変位量	変位方向	変位量	変位方向
咬頭嵌合位	56	156	64	162	57	161
咬合紙 4 枚	59	157	63	165	68	166
	49	168	49	176	48	169
咬合紙 8 枚	79	170	81	169	—	—
	40	167	39	182	49	201
咬合力計	102	175	86	161	—	—
	—	—	—	—	—	—
	29	192	34	193	—	—

変位量：μm，変位方向：度

図 5 上顎左側第 2 大臼歯の変位経路
(図内の歯式は機能能力が作用した部位)

図 6 各歯牙での咬合力計の噛みしめ時の咬合力と第 1 大臼歯の変位量との関係

- a : 上顎左側第 2 小臼歯での咬合力計の噛みしめ
b : 上顎左側第 1 大臼歯での咬合力計の噛みしめ
c : 上顎左側第 2 大臼歯での咬合力計の噛みしめ

表 3 上顎左側第 1 大臼歯の各種機能時の変位量および変位方向

機能能力が 作用した部位	1 回 目		2 回 目		3 回 目	
	変位量	変位方向	変位量	変位方向	変位量	変位方向
咬頭嵌合位	60	202	60	196	61	196
咬合紙 4 枚	5	59	221	66	194	—
	7	49	171	37	173	54
咬合紙 8 枚	5	72	216	69	190	—
	7	61	182	62	219	64
咬合力計	5	59	174	57	172	—
	6	—	—	—	—	—
	7	61	143	59	119	—

変位量: μm , 変位方向: 度

変位量^{12,14)}の範疇にあり, Picton⁹⁾ がサルでの実験で隣接歯に荷重すると被験歯自身に荷重したときと同様の変位量を示すとした報告と類似の結果となっている。

上顎臼歯部の各歯牙の歯周組織の歪みによる変位は, 咬合機能時の咬合力が加わった歯牙の生理的な変位経路^{12,14)}と類似した経路を示した(図3~5)。一方, 歯牙の機能時の変位経路は咬合接触関係によって大きく影響を受ける^{15,16)}こともまた知られている。したがって, 歯冠補綴を行うに際しては機能力による歯周組織の歪みの現れである変位経路を乱さないような咬合接触関係の構成が歯周組織の正常な動態を維持していく上には重要なことになろう。

IV. 結 論

1. 機能時の咬合力による歯周組織の歪みの結果として生ずる上顎臼歯の変位を, 2次元微小変位計M型で測定することができた。

2. 歯周組織の歪みによる上顎臼歯の変位方向は咬合力が作用した部位の影響を受ける。

3. 歯周組織の歪みによる上顎臼歯の変位経路は, 咬合機能による歯牙の生理的な変位経路に類似していた。

4. 歯冠補綴に際しては, 歯周組織の歪みによる上顎臼歯の変位経路を乱さないような咬合接触関係を構成する必要がある。

稿を終わるに臨み, 種々ご指導, ご援助下さった田端教授をはじめとする第2歯科補綴学教室の諸先生方に深謝いたします。

文 献

- 1) Jung, F.: Veränderungen des Prothesenlagers unter

- der Teilprothese, Dtsch Zahnärztl Z, 14: 105~107, 1959.
- 2) DeMarco, T.J. and Paine, S.: Mandibular dimensional change, J Prosthet Dent, 31: 482~485, 1974.
- 3) Siebert, G.: Zur physiologischen Auslenkung der Zähne, Dtsch Zahnärztl Z, 35: 362~365, 1980.
- 4) Picton, D.C.A.: Distortion of the jaws during biting, Arch Oral Biol, 7: 573~580, 1962.
- 5) 天野仁一郎: 咬合, 咀嚼運動および嚥下運動時の顎骨のひずみについて, 歯基礎誌, 12: 52~87, 1970.
- 6) 大橋日出雄: 咬頭嵌合位における顎間距離の変化について—咬合接触と咬合力の影響—, 補綴誌, 32: 864~877, 1988.
- 7) 竹内久裕, 藤村哲也, 坂東永一: 咬合力による顎口腔系の変形が顎運動解析に及ぼす影響, 補綴誌, 34: 1150~1161, 1990.
- 8) Mühlemann, H.R. and Zander, H.A.: Tooth mobility (III), The mechanism of tooth mobility, J Periodontology, 25: 128~137, 1954.
- 9) Picton, D.C.A.: On the part played by the socket in tooth support, Arch Oral Biol, 10: 945~955, 1965.
- 10) 横田 晟: 歯根膜及び歯槽骨の生物力学的性状に関する研究, 九州歯会誌, 28: 485~510, 1975.
- 11) 坂東永一, 田中伐平, 長谷川成男: 半導体ストレインゲージを用いた咬頭嵌合位測定装置, 補綴誌, 18: 329~336, 1975.
- 12) 三浦宏之: 機能下にある歯牙の水平面内における変位に関する研究, 補綴誌, 29: 735~754, 1985.
- 13) Mühlemann, H.R.: Tooth mobility (II), The role interdental contact points and of activation on tooth mobility, J Periodontology, 25: 125~128, 1954.
- 14) 古木 譲: 連結固定が歯牙の変位様相に及ぼす影響, 補綴誌, 37: 26~40, 1993.
- 15) 加藤 均: 歯周組織の機能状態に関する研究 第2報 臼歯の機能時の変位と安静時の脈動, 補綴誌, 26: 133~147, 1982.
- 16) 長谷川成男: 咬合学序説, 21~50, 医歯薬出版, 東京, 1988.