原著論文

下顎偏心位での咬合接触状態と切歯路,
顆路, 咀嚼筋活動について

丸山 健

The Difference of Masticatory Muscles activity, Incisal and
Condylar Path Relative to Anterior Guidance

Takeshi Maruyama

Abstract : Occlusal contact must be in harmony with temporomandibular joint movement and masticatory muscle activity for healthy stomatognathic functions. Using normal subjects with healthy stomatognathic functions and occlusions, the following were measured at eccentric positions : occlusal contacts, inclination of incisal path and condylar path, EMG activities when subjects performed maximal clenching. And reductions of EMG activities when artificial canine guidance fitted for subjects were also measured.

The following results were obtained :

1. Inclination of lateral incisal path which projected on the sagittal plane were different according to difference of the occlusal contacts.
2. There was no difference in inclination of lateral incisal path which projected on the horizontal plane and lateral condylar path according to difference of the occlusal contacts.
3. Different co-ordination patterns of the EMG activities were observed according to difference of the occlusal contacts, when subjects performed maximal clenching at lateral eccentric positions
4. The co-ordination patterns did not change much even after the artificial canine guidance was fitted.
5. These findings suggest that maximal clenching at lateral eccentric position might help us to decide the anterior guidance.

Key words : Anterior guidance, co-ordination pattern of EMG activity, inclination of incisal path, inclination of condylar path

I. 緒 言

顎口腔系が正常な機能を営むためには、顎関節、咀嚼筋および咬合を含めた三者の調和が必要である¹⁾。また、上下顎歯の接触を伴う下顎の滑走運動は、最も重要な下顎運動である。そのため下顎が滑走運動を行う時にも、下顎頭の運動、咀嚼筋活動、切歯路および咬合接触は互いに調和したものでなければならない。

しかし、これらの要件を満たす切歯路および咬合接触、すなわちアンテリオールガイダンスの設定方法は河野²⁾、中野³⁾の報告があるものの未だ明らかではない。したがって、日常臨床では試行錯誤的なテンポラリーレストレーション等を行って、与えるアンテリオールガイダンスを決定しているのが現状である。

有歯顎に与える咬合様式は McCollum らの Balanced occlusion⁴⁾、D'Amico の Cuspid Protection⁵⁾、Schuyler の Group functioned occlusion⁶⁾ 等が報告されている。一方、健康有歯顎者の天然歯列では、上記の咬合様式以外にもさまざまな咬合接触状態が観察される^{7,8)}。そして、それらの咬合接触状態は、長い経過の中で顎関節、咀嚼筋等と互いに調和を図りながら形成されたものと考えられる。このことから、すべての有歯顎者に画一的な咬合様式を設定することには疑問がもたれる。石原⁹⁾がいうように、各個人が元来特に支障なく有していた咬合接触状態を再現するのが妥当であろう。

そこで本研究は各個人に調和した、下顎滑走運動時における切歯路および咬合接触の設定方法の解明を目的として計画した。

実験 1 では健康有歯顎者を対象に、下顎偏心位での咬合接触状態を測定し、その相違によって生じる切歯路、顎路および咀嚼筋活動の変化を測定、検討した。続いて実験 2 ではアンテリオールガイダンスの変化が咀嚼筋活動に及ぼす影響を知るために、被験者固有のアンテリオ

ールガイダンスを実験的に変化させ、その時の咀嚼筋活動状態を測定、検討した。

II. 研究方法

1. 実験 1

1) 測定装置

測定装置のブロックダイアグラムを図 1 に示す。

(1) 下顎運動描記装置

下顎運動の描記には、筆者が若干の改良を加えたデナール社製のパントグラフを使用した(図 2)。このパントグラフは切歯点前方部および両側の顎頭点外側部において、水平面と矢状面で下顎運動路の描記が可能である。なお、パントグラフの各描記針は下顎のクロスバーに、各描記板は上顎のクロスバーにそれぞれ固定した。パントグラフで描記した下顎運動はメジャースコープ(NIKON 社製)を用いて計測した。

(2) 筋活動記録装置

筋活動電位を表面電極を用いて双極誘導で導出した。筋活動電位の増幅には生体電気用アンプ(日本光電社製, AM-601 G)を時定数 0.03 sec で使用した。増幅した筋活動電位を、データレコーダー(TEAC 社製, XR-510)にテープスピード 19 cm/sec(周波数特性 DC~5 kHz)でいったん収録した後、その筋電図波形をサーマルアレイレコーダー(日本光電社製, RTA-1300)で描出した。

2) 実験方法

(1) 被験者

被験者は本学歯学部学生で、個性正常咬合を有し、自覚的、他覚的に顎機能に異常を認めない 20 歳代の成人男子 18 名である。

(2) パントグラフの装着

図 1 測定装置のブロックダイアグラム

図 2 下顎運動の測定に用いたパントグラフ

図3 パントグラフの設定条件

パントグラフ装着用のクラッチを、既製のクラッチフレームと即時重合レジン（GC社製、オルソファスト）を用い研究用模型上で作製した。パントグラフをこのクラッチと仮着用セメント（松風社製、ハイボンドテンポラリー・ハード）で被験者に装着した。その際、被験者固有の咬頭嵌合位および滑走運動を障害しないように十分注意した。

パントグラフの各描記針先端および描記板の位置を、被験者間で同一条件となるように以下の要領で設定した（図3）。後方基準点は試行錯誤法によって求めた蝶番軸点である。前方および後方の水平描記板は、両側の蝶番軸点と鼻翼下縁を通る平面（以後、基準平面とする）と平行に設定した。描記針先端の位置は前方水平描記板上では切歯点前方 35 mm、前方垂直描記板上ではその上方 10 mm に設定した。後方垂直描記板上の描記針先端は皮膚面上の蝶番軸点から外側 5 mm、後方水平描記板ではさらに外側へ 10 mm、下方へ 10 mm の位置に設定した。また後に述べる計測の基準線として、各水平描記板には口蓋縫線と平行な線を、各垂直描記板には基準平面と平行な線をそれぞれ設定した（図4）。

(3) 筋電図用電極の貼付

筋活動電位は咬筋浅層中央部（以後、咬筋と略す）、側頭筋前腹前縁（以後、側頭筋と略す）を対象に表面双極誘導で導出した。電極は電極間距離 20 mm で筋繊維と平行とした。電極の貼付位置はテンプレートを使用して決定した後、触診して確認した。なお、不関電極は前額部に設定した。

(4) 測定を行った下顎位

測定の対象とする下顎位を図5（●印）に示す。なお図中の切端咬合位は、前方滑走運動路上で上下顎中切歯

図4 パントグラフによる描記法

図5 測定を行った下顎位（●印）

切縁の咬耗面が最大面積で接触する下顎位である。また尖頭咬合位は、側方滑走運動路上で上下顎犬歯尖頭の咬耗面が最大面積で接触する下顎位である。

被験者に咬頭嵌合位から歯の誘導による側方および前方滑走運動を行わせ、それらの運動路をパントグラフの前方水平描記板上に描記した。同時に、被験者の切端咬合位および尖頭咬合位を前方水平描記板の各運動路上に記録した。これらの下顎位と咬頭嵌合位との中間位で今回の測定を行った。

(5) 測定項目

① 各下顎位での咬合接触状態

図5に示す各中間位での咬合接触状態を、G-C社製バイトチェッカーを用いシリコーンブラック法¹⁰⁾で記録、測定した。

② 咬頭嵌合位から各下顎位へ至る顎路角および切歯路角

前方水平描記板上の記録を指標として、下顎を図5に示す各中間位に移動させた後、同時に対応する点をその他の描記板に記録した（図4）。

パントグラフの描記針先端が咬頭嵌合位から運動した方向を、各描記板について以下の方法で計測、算出した。図6に示す咬頭嵌合位（点A）、下顎偏心位（点B）、

図 6 角度の計測方法

描記板に設定した基準線上の2点 C, D の位置をメジャースコープを使用して計測した。その後点 A, B および点 C, D を通る直線が成す角度を算出した。

本方法の測定誤差を検討するため、半調節性咬合器を使用して予備実験を行った。その結果、本方法の測定誤差は ± 1 程度であった。

なお、今回の測定では各描記板上に設定した基準線に対する描記針先端の運動方向を、以下のように呼ぶこととする。前方滑走運動時に前方垂直描記板および後方垂直描記板に描記された運動路が、基準線と成す角度をそれぞれ矢状切歯路角、矢状顎路角とした。側方滑走運動時に前方垂直描記板、前方水平描記板、後方垂直描記板および後方水平描記板に描記された運動路が、基準線と成す角度をそれぞれ矢状側方切歯路角、側方切歯路角、矢状側方顎路角および側方顎路角とした。

また、前方位の顎路角は左右で急角度を示す方を、側方位の顎路角は平衡側を測定の対象とした。

③ 最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態

図5に示す咬頭嵌合位と各中間位で最大咬みしめを約11秒間行わせ、咬みしめ開始直後の1秒間を除く10秒間を分析の対象とした。被験4筋の10秒間の筋電図波形を1秒ずつ10ブロックに分割し、各ブロック内の最大振幅を計測した(図7)。その後各筋について、合計10振幅の平均値を求めた。

顎位間、被験者間で筋活動を比較するため、各筋について下顎偏心位での値を、咬頭嵌合位での値に対する割合として表すことにより基準化した。さらに、基準化した値から、各下顎位での被験4筋のコーディネーションパターンを算出した。

図 7 筋電図波形の計測方法

2. 実験 2

側方滑走運動時における被験者固有の咬合接触状態を変化させたときの、咀嚼筋活動状態を経時的に観察した。

1) 測定装置

実験1と同様の筋活動記録装置を使用した。

2) 測定方法

(1) 被験者

実験1の被験者のうち、側方位での咬合接触状態が、いわゆる犬歯誘導でない者6名を対象とした。

(2) 実験的犬歯誘導

上顎犬歯舌面に被験者固有の咬頭嵌合位は変えずに、側方滑走運動が犬歯誘導となるような実験的な金属ガイドを装着した(図8, 9)。

まず、上下顎の精密印象を採得して作業用模型を半調節性咬合器に装着した。通法により咬合器の調節を行った後、咬合器上で上顎犬歯舌面ガイドを12%金パラジウム銀合金で作製した。これを接着性レジン(クラレ社製、パナビア EX)で装着した。なお装着の際には、被験者固有の咬頭嵌合位を障害しないように十分注意し、側方滑走運動開始直後からこのガイドのみが下顎を誘導するように調整した。

測定は犬歯誘導付与直後、1日後、3日後、1週間後、以後1週ごとに4週間後まで合計7回行った。

(3) 測定を行った下顎位

測定を行う下顎位は、実験的犬歯誘導付与前後で同一

図 8 上顎犬歯舌面ガイド

図 9 側方位における咬合接触状態

にする必要がある。そのため実験的犬歯誘導付与前の，咬頭嵌合位から側方中間位までの距離を前方水平描記板上で測定し，その値で実験 2 の咬頭嵌合位からの側方移動量を規定し測定を行う下顎位を決定した。

3) 測定項目

1) 最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態

各下顎偏心位で最大咬みしめを行わせ，実験 1 と同様の方法で筋電図波形の分析を行った。

III. 結 果

1. 実験 1

1) 咬合接触状態

シリコンブラックの記録から，側方位における咬合接触状態を次のように分類した。

Group 1: 側方位において作業側犬歯のみ，または犬歯を含む前歯が接触しているもの

Group 2: Group 1 に加えて，作業側臼歯が 1 歯でも接触しているもの

表 1 側方位における切歯路角

	矢状側方切歯路角	側方切歯路角
Group 1	78 ± 8	74 ± 10
Group 2	67 ± 10	75 ± 10
Group 3	48 ± 22	74 ± 7

単位：度

表 2 側方位における顆路角

	矢状側方顆路角	側方顆路角
Group 1	40 ± 9	17 ± 9
Group 2	44 ± 8	13 ± 12
Group 3	43 ± 13	21 ± 12

単位：度

Group 3: 作業側および平衡側の歯が同時に接触しているもの

測定の対象とした 18 名 36 側の内訳は，Group 1 が 10 側，Group 2 が 9 側，Group 3 が 17 側で Group 3 の咬合接触状態を示す者が最も多かった。

2) 切歯路角および顆路角

矢状側方切歯路角の平均値および標準偏差は，Group 1 が平均 78 ± 8 度，Group 2 が平均 67 ± 10 度，Group 3 が平均 48 ± 22 度であり咬合接触状態によって異なる傾向が観察された。また，側方切歯路角の平均値および標準偏差は Group 1 が 74 ± 10 度，Group 2 が 75 ± 10 度，Group 3 が 74 ± 7 度であり Group 間での違いは認められなかった（表 1）。

矢状側方顆路角の平均値および標準偏差は Group 1 が 40 ± 9 度，Group 2 が 44 ± 8 度，Group 3 が 43 ± 13 度であり咬合接触状態による角度差は認められなかった。側方顆路角の平均値および標準偏差は，Group 1 が 17 ± 9 度，Group 2 が 13 ± 12 度，Group 3 が 21 ± 12 度で，Group 3 が大きな値を示したものの，一定の傾向はみられなかった（表 2）。

全被験者での前方位における，矢状切歯路角および矢状顆路角の平均値と標準偏差は，矢状切歯路角が 40 ± 12 度，矢状顆路角が 38 ± 9 度であり，矢状切歯路角がわずかに大きな値を示す傾向がみられた（表 3）。

3) 最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態

表 4 に，被験 4 筋の活動状態を示す。これらの値は咬頭嵌合位での値を 100% とした時の比率で表した。

3 Group のうちで Group 1 が最も小さい活動量を示す傾向が観察された。前方位では咬筋が側頭筋よりも大きかった。また，前方位では両側同名筋の値に差がある者が多くみられた。

表 3 前方位における切歯路角および顎路角

	矢状切歯路角	矢状顎路角
全被験者	40±12	38±9

単位：度

表 4 各下顎位における最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態

	WM	BM	WT	BT
咬頭嵌合位	100	100	100	100
側方位				
Group 1	15±9	31±16	39±15	14±9
Group 2	43±17	51±20	54±16	12±4
Group 3	43±25	51±25	56±24	23±16
前方位	59±28	20±11		

WM：作業側咬筋 BM：平衡側咬筋 単位：(%)

WT：作業側側頭筋 BT：平衡側側頭筋

表 5 両側同名筋の活動比率

	咬筋 (作業側/平衡側)	側頭筋 (平衡側/作業側)
Group 1	0.48±0.18	0.27±0.09
Group 2	0.80±0.26	0.24±0.09
Group 3	0.85±0.29	0.49±0.28

咬合接触状態が同一であっても、筋活動量には個人差がみられた。そのため、基準化した被験4筋の値の総合計を100としたときのコーディネーションパターンを求めて、筋活動状態を検討した。

図10に各Groupの典型的なコーディネーションパターンの1例を示す。各Groupのコーディネーションパターンは、それぞれ異なった様相を示したが、どのGroupも咬筋は作業側よりも平衡側が、側頭筋では平衡側よりも作業側が大きな活動を示した。さらに、Group2と3の咬筋、Group1と2の側頭筋のパターンは類似していた。

そこで、両側同名筋の関係を数値化するために、咬筋は作業側/平衡側、側頭筋は平衡側/作業側の値を被験者ごとに求め、各Groupの平均値および標準偏差を算出した(表5)。咬筋ではGroup1が0.48±0.18、Group2が0.80±0.26、Group3が0.85±0.29となりGroup1の値が最も小さく、Group2と3の値は近似していた。側頭筋ではGroup1が0.27±0.09、Group2が0.24±0.09、Group3が0.49±0.28となりGroup3の値が最も大きくGroup1と2の値は近似していた。

2. 実験 2

側方位における被験者固有の咬合接触状態を、実験的に変化させたときの咀嚼筋活動状態の変化を観察した。

図 10 各下顎位におけるコーディネーションパターンの1例

図 11 犬歯誘導付与後の経時的な咀嚼筋活動の変化 (被験者1)

各筋の活動量は、犬歯誘導付与直後から減少する様子が観察されたが、その程度は被験者、測定日によってさまざまであった。

次に、両側咬筋および側頭筋について、活動比率の経時的変化の1例を示す(図11)。グラフの横軸は犬歯誘導の付与期間である。縦軸は、実験1と同様の方法で求めた両側同名筋の活動比率であり、咬筋では作業側/平衡側、側頭筋では平衡側/作業側の値である。両者を経時的

図 12-a 被験者 1 の測定結果

図 12-b 被験者 2 の測定結果

図 12-c 被験者 3 の測定結果

図 12-d 被験者 4 の測定結果

図 12-e 被験者 5 の測定結果

図 12-f 被験者 6 の測定結果

図 12-d 被験者 4 の測定結果

図 12-e 被験者 5 の測定結果

図 12-f 被験者 6 の測定結果

図 12-d 被験者 4 の測定結果

図 12-e 被験者 5 の測定結果

図 12-f 被験者 6 の測定結果

に観察した結果では、それぞれの値は幅をもって変動し、一定の値には収束しなかった。その他の被験者においても同様の傾向が認められたので、計 7 回測定した結果から咬筋、側頭筋についてヒストグラムを作製し検討した（図 12-a～f）。横軸は両側同名筋の活動比率であり、縦軸はその値がみられた回数である。図中の縦の破線は犬歯誘導付与前の値を示し、横線は実験 1 で得られた各 Group の平均値および標準偏差を示す。

被験者 1（図 12-a）

被験側は右で、咬合接触部位は 4 3 であり Group 2 に属する。

咬筋での値は比較的広い範囲に分布していたが、

Group 2, 3 の ± 1 S.D. の範囲とほぼ一致していた。側頭筋では多少ばらつきがみられるものの犬歯誘導付与前に近い値を示す場合が多かった。

被験者 2（図 12-b）

被験側は右で、咬合接触部位は 4 3 2 であり Group 2 に属する。

咬筋では若干ばらつきがみられるが、付与前に近い値を示す場合が多かった。側頭筋では付与前の値を中心に分布しており、Group 1, 2 の ± 1 S.D. の範囲内にみられることが多かった。

被験者 3（図 12-c）

被験側は右で、咬合接触部位は 7 5 4 3 1 であり

Group 2 に属する。

咬筋での値は、ほぼ Group 2, 3 の ± 1 S.D. の範囲に分布していた。側頭筋での値は、広い範囲に分布するものの、付与前に近い値を示す場合が多かった。

被験者 4 (図 12-d)

被験側は右で、咬合接触部位は 4 3 であり Group 2 に属する。

咬筋ではほぼ Group 2, 3 の ± 1 S.D. の範囲内に分布していた。側頭筋では付与前とは異なる値を示し、その範囲も Group 2 の ± 1 S.D. からはずれていた。

被験者 5 (図 12-e)

被験側は左で、咬合接触部位は 6 3 4 5 であり Group 3 に属する。

咬筋では、付与前の値を中心としてばらつきがみられるものの、Group 2, 3 の ± 1 S.D. の範囲に分布していた。側頭筋でも同様に、付与前の値を中心として Group 3 の ± 1 S.D. の範囲に分布していた。

被験者 6 (図 12-f)

被験側は右で、咬合接触部位は 7 6 5 4 3 2 6 7 であり Group 3 に属する。

咬筋、側頭筋での値は共にばらつきがみられるものの、術前に近い値を示す場合が多かった。

IV. 考 察

1. 研究方法

1) 実験 1

(1) 測定の対象とした下顎位

下顎滑走運動時の咬合接触状態は、下顎の移動量によって刻々と変化し¹¹⁾、わずかな移動方向の違いによって異なった状態を示す。しかし、現状では西川¹²⁾がいうように、動的な下顎滑走運動時の咬合接触状態を客観的に評価するのは困難である。したがって、咬合接触状態を測定する場合、一定の下顎位を特定する必要が生じる。顎口腔系で最も重要な機能は咀嚼運動である。そして、咬頭嵌合位付近の咀嚼運動路は側方滑走運動路と並行しているといわれている¹³⁾。そのため咀嚼運動路の咬頭嵌合位付近における咬合接触状態は特に重要である。しかし、咀嚼運動と側方滑走運動路が並行する距離は被験者によって異なることが考えられる¹³⁾。そこで本研究では、咬頭嵌合位から歯の誘導によって行われた前方、側方滑走運動路上の、咬頭嵌合位と切端咬合位または尖頭咬合位との中間位で測定を行った。

(2) 下顎運動測定方法

パントグラフは操作が比較的容易で、高い精度を有するため、咬合器の調節のみでなく下顎運動描記装置としても使用されている^{14), 15)}。これを下顎運動描記装置として使用する場合、通常は連続した運動路を描記する。しかし、運動路として描記した場合、任意の下顎位における描記路と描記針先端との位置的対応が不明確になる。そこで、本研究では各下顎位における各描記針先端の位置を点として各描記板上に記録した¹⁵⁾。

後方基準点としては、平均的顎頭点、全運動軸、蝶番軸が使用されている。顎頭点の相違によって生じる角度差^{16), 17)}は、本研究の目的からみればわずかと考えると考える。したがって各被験者の顎運動に由来し、比較的容易に求められる蝶番軸点を今回の後方基準点とした。

側方位の顎路角は、下顎頭の移動量が大きいこと、移動方向が被験者間で比較的一定であることから平衡側を対象として測定した。また、前方位の顎路角は左右で角度差を示す場合が多く、その場合どのように矢状顎路角を検討するかが問題となる。河野ら²⁾は、矢状切歯路角が矢状顎路角より緩傾斜であると、下顎頭の回転方向と閉口筋の活動との間に不調和が生じるとしている。そこで本研究では、この不調和が生じる可能性の高い側、すなわち左右で急角度を示す側の顎路角を今回の矢状顎路角として検討した。

(3) 筋電図測定方法

咀嚼筋活動は、さまざまな運動を対象として測定され、多くの方法で分析、検討されている。本研究では、咬合接触状態と咀嚼筋活動状態との対応を明確にするために、被験運動は一定の下顎位での咬みしめとした。咬みしめの強さは、被験者間で条件を一定にするのが困難なこと、再現性が非常に高い¹⁸⁾ことから最大咬みしめとした。

筋電図波形はその最大振幅を計測し、さらに咬頭嵌合位での計測値によって偏心位での計測値を基準化した。表面電極は複数の筋線維が発生する活動電位を同時に導出する。そのため筋電図波形には多数の筋活動電位が干渉しあった結果が現れる。これは表面電極を用いる利点でもあり欠点でもある。各筋線維が発生する活動電位を互いに打ち消し合う場合は、実際の筋活動を不顕性化してしまう可能性がある。一方、筋電図波形の最大振幅は多数の筋線維が発生している活動電位が最大限加算されたものであり、その計測値は筋の活動状態を最も反映しているものと考ええる。

しかし、表面電極で導出した筋活動電位はさまざまな要因の影響を受け、同一被験者の同名筋であっても、そ

の計測値を直接比較するのは困難である。そのため計測値を基準化して比較する必要が生じる。咬頭嵌合位は最も安定した下顎位であり、そこでの咬みしめは上下顎歯の接触を有する下顎位の中で、筋の最大能力が発揮できると考える。そのためこれを基準として偏心位での値を比率で表すことにより、同一被験者で顎位間での筋活動状態の比較が可能となる。さらに、被験4筋のコーディネーションパターンまたは左右同名筋の活動比率を求めることにより、筋活動量の異なる被験者間で、筋活動状態の比較が可能になるものと思われる。

2) 実験 2

(1) 実験的犬歯誘導

被験者に付与した咬合接触は、以下の理由から犬歯誘導とした。実験1の結果では、犬歯誘導に類する Group 1 の矢状側方切歯路角が最も急峻であった。このため Group 1 の被験者に、咬合挙上を行うことなく、Group 2, 3 の咬合接触様式および切歯路角を付与するには歯牙の切削が必要となる。よって、実験2は咬合接触状態が Group 2, 3 の者を被験者とし、それぞれに犬歯誘導を与えた。

2. 結 果

1) 実験 1

(1) 咬合接触状態について

側方位での咬合接触状態は、犬歯誘導に類似する Group 1, Group function に類似する Group 2, 作業側と平衡側が同時に接触する Group 3 の3群に大別した。

側方位での咬合接触状態を調べた藍ら⁷⁾は、作業側犬歯および臼歯が接触するいわゆる Group functioned occlusion が最も多くみられたと報告している。しかし本研究では、Group 3 の咬合接触状態を示す場合が、全体の約半数を占め、藍らの報告とは異なる結果となった。この理由として、本研究では咬頭嵌合位と犬歯尖頭位との中間位で咬合接触状態を記録したのに対して、藍らは上下顎第1大臼歯の頬側咬頭が対合する下顎位を、測定の対象としたことがあげられる。そのため、本研究ではより咬頭嵌合位に近い下顎位を測定の対象とすることになり、平衡側に咬合接触が生じる場合が多くなった¹¹⁾ものと考えられる。

平衡側の接触についてはさまざまな論議がみられる。Schuyler⁶⁾は歯周組織保護の立場からこれを否定しているが、Ramfjord²⁰⁾は作業側より平衡側の接触が弱い場合は有害ではないとしている。また、皆木ら²¹⁾は平衡側の咬合接触が、平衡側顎関節に対し防衛的な役割を果たし

ていると報告している。竹中ら⁸⁾は対合歯との離開の順序には一定の傾向があり、平衡側の咬合接触もこの順序を乱すものでなければ、1つの咬合様式と認めてもよいのではないかと考察している。

健常有歯顎者にみられる咬合接触は平衡側も含めて、長い経過のなかで顎口腔機能と調和を図りながら形成されたものである。その咬合が顎関節、咀嚼筋その他の器官と調和が保たれているならばそれを尊重すべきであり¹⁴⁾、その調和を乱す咬合調整または咬合の付与は危険性を伴うと考える²²⁾。

今回の側方位での咬合接触状態は、3群に大別するにとどまった。しかし、Group 2, 3 に属する咬合接触状態は多岐に渡っており、これらをさらに細分化するための検討が必要であろう。また前方位における咬合接触状態と、切歯路、顎路または咀嚼筋活動状態との関係は見い出せなかった。

(2) 切歯路角、顎路角について

中野³⁾は側方滑走運動時における、切歯点のZ-実角と平衡側顎路のZ-実角を測定した結果、両者の間に正の相関関係を認めている。

西尾ら²³⁾は、咀嚼運動路をチョッピングタイプとグライディングタイプの2種類に分類して、それぞれの側方位における咬合接触状態を観察している。そして、チョッピングタイプ群の咬合接触状態は、いわゆる犬歯誘導に近く、かつ側方運動の誘導面は急傾斜であった。また、グライディングタイプ群のそれは臼歯を含めた多数歯が接触し、側方運動の誘導面は緩傾斜であったと報告している。

本研究においても、犬歯誘導に相当する Group 1 の矢状側方切歯路角が最も急峻で、以下 Group 2, Group 3 の順で緩傾斜となり、西尾らの報告とほぼ同様の傾向を示した。

以上のことから、新たなアンテリオールガイダンスを設定する場合、切歯路角は顎路角および与える咬合様式から決定すれば、より健常有歯顎者像に近くなると考える。

そこで、各 Group における切歯路角の設定基準を検討するために次の分析を行った。今回の測定結果では、Group 間に違いがみられたのは矢状側方切歯路角のみであった。また、側方滑走運動時の切歯路角と顎路角には正の相関が認められることから³⁾、各 Group の切歯路角と顎路角の差を算出した。歯のガイドは、その水平的要素は両側の顎関節によって規定される²²⁾ことから、任意に設定できるのは垂直的要素すなわち切歯路角の矢状

表 6 各 Group の矢状側方切歯路角と矢状側方顎路角の差

矢状側方切歯路角-矢状側方顎路角	
Group 1	32±13
Group 2	21±9
Group 3	10±14

単位: 度

図 13-a 側方位における咬筋および側頭筋の活動状態の模式図 (Group 1)

面投影角度である。したがって両者の角度差は、それぞれの矢状面投影角を対象に算出した(表 6)。その結果から、Group 1 は、顎路の矢状面投影角度より切歯路の矢状面投影角度が約 30 度、Group 2 は約 20 度、Group 3 は約 10 度急峻であった。これらの値の標準偏差は大きいものの、新たなアンテリオールガイダンスを設定するときの基準になり得ると思われる。

(3) 咀嚼筋活動状態について

側方位での咬合接触状態と咀嚼筋活動状態との関係は、多くの研究者によって報告されている^{19, 24-28)}。

本研究では、各種下顎偏心位における最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態を観察した。その結果、前方位での咬

図 13-b 側方位における咬筋および側頭筋の活動状態の模式図 (Group 2)

みしめでは、咬筋が側頭筋よりも大きな活動を示した。また、側方位での咬みしめでは、作業側咬筋が平衡側咬筋より小さいか、ほぼ同程度の活動を示し、側頭筋は作業側が平衡側よりも大きな活動を示した。これらは、河野ら²⁹⁾の報告と同様の結果である。

さらに側方位における咬みしめ時の咀嚼筋活動状態は、咬合接触状態の相違により特徴的なコーディネーションパターンを示した。側方位での下顎の前後左右的な安定性は、咬合接触状態によって変化する。そのため、咬筋および側頭筋が下顎の安定性に応じた活動をした結果、今回のようなコーディネーションパターンの相違が生じたものと考えられる。

① 咬筋について (図 13-a~c)

咬筋は頬骨弓に起始し、下顎角に停止するためその走行は、前上方から後下方へ至る。したがって咬筋が収縮すると下顎は前上方へ牽引される³⁰⁾。

Group 1 は、作業側犬歯または犬歯を含む前歯のみで接触するため、下顎は前方および左右方向に対して非常

に不安定な状態にある。さらに作業側下顎頭も前方に移動しやすい状態である。ここで作業側咬筋が強く収縮すると下顎の作業側歯列は前方へ滑走してしまう。そのため作業側咬筋は活動を抑制することにより、作業側歯列の前方移動を防止していると考えられる。一方、平衡側咬筋が収縮すると、下顎平衡側は前方へ牽引される。この力は作業側犬歯を支点として作業側遠心方向に作用し、作業側咬筋の力に拮抗する。同時に、平衡側咬筋の力は作業側顎関節に伝えられる。作業側の下顎頭は前方には移動しやすいが顎関節の形態上、後方へは移動しにくい。したがって平衡側咬筋は強い収縮が可能となる。

Group 2 は作業側臼歯が接触し、Group 3 もほとんどの場合作業側臼歯が接触する。そのため Group 2, 3 では下顎の前後的な安定性が得られ、作業側咬筋は Group 1 よりも強い収縮が可能となる。

② 側頭筋について (図 13-a~c)

咬筋が下顎位の前後的な安定性に関与するのに対し、側頭筋は以下のことから左右的な安定性に関与していると考えられる。

側頭筋は側頭窩に起始し、下顎頭の筋突起に停止する。咬頭嵌合位での停止部は起始部より若干内側に位置する。側方位では平衡側の停止部はさらに内側へ、作業側の停止部は外側へ移動する。このとき、側頭筋前腹の走行は、作業側ではほぼ垂直上方になり、平衡側では下内方になる。このため作業側側頭筋が強く収縮することにより作業側を垂直方向へ牽引し、上下顎歯の咬合接触圧を増す。したがって、作業側側頭筋の活動は下顎を不安定化させるとは考えられない。しかし平衡側側頭筋が収縮すると、下顎は平衡側方向に牽引される。Group 1 は前方および左右的に不安定な咬合接触であり、Group 2 も作業側臼歯部の接触により下顎の前後的な安定性は得られるものの左右的には不安定である。よって、作業側側頭筋は大きく活動し、平衡側側頭筋はその活動を抑制することで下顎位を安定化させていると思われる。

Group 3 は平衡側に咬合接触を有するので下顎の左右的な安定性が増加する。そのため平衡側側頭筋は、Group 1, 2 より大きな活動が可能となる。

以上のことより、各 Group のコーディネーションパターンの形成には、咬合接触状態の相違による側方位での下顎の安定性³¹⁾が、大きく関与していると考えられる。

2) 実験 2

実験 2 では健常有歯顎者に実験的な犬歯誘導を与え、側方位での最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態を観察した。

図 13-c 側方位における咬筋および側頭筋の活動状態の模式図 (Group 3)

コーディネーションパターンは犬歯誘導付与 1 カ月を過ぎても、実験 1 で示した犬歯誘導に相当する Group 1 のパターンに変化した被験者は 1 名もみられなかった。被験者 4 の側頭筋を除くほとんどの場合、犬歯誘導付与前と類似したコーディネーションパターンが観察された^{32,33)}。すなわち、犬歯誘導付与前の値もしくは、被験者本来の咬合接触状態が属する Group の、ほぼ ± 1 S. D. 内での活動を示す場合が多かった。咀嚼時の咀嚼筋活動¹²⁾および運動経路³⁴⁾は、咬合接触状態の変化によって可逆的に変化するといわれている。咀嚼運動は最も機能的かつ重要な顎機能の 1 つであるために、中枢は咬合の変化に対して鋭敏に反応し、咀嚼筋等の活動を調節しているものと思われる。しかし、非機能的ともいえる意識的な咬みしめでは、咀嚼筋の走行およびその付着部位等の形態的な要素が、今回の結果に大きく影響しているものと考えられる。被験者 4 の側頭筋は、すべての測定日において平衡側/作業側の値が犬歯誘導付与前より大きくなった。これは、作業側側頭筋の活動量減少が原因であ

り、犬歯への過大な荷重を防止しているものと思われる。

Williamson ら²⁵⁾、Manns ら²⁸⁾はスプリントで、Belser ら³²⁾は金属ガイドを使用して犬歯誘導を与え、そのときの側方位における咀嚼筋活動の減少を認めている。これは犬歯の圧に対する敏感さ²⁸⁾、臼歯の離開による²⁵⁾下顎位の不安定化の影響が大きいと考える。本研究においても同様の傾向が認められたが、その程度は被験者、測定日よりさまざまであった。また、表4に示すGroup 1の1 S.D. より大きな筋活動を示す場合も多く認められた。このような筋活動を示す者に犬歯誘導を与えた場合、犬歯への負担過重が危惧されると思われる。

顎関節、顎顔面骨格¹⁰⁾咀嚼筋、歯の支持組織等の形態的な要素は、咬合接触状態も含めて長い経過のなかで相互に協調しながら形成されたものである。ゆえに、咬合接触状態のみが変化した場合、咀嚼筋を始めとしてその他の要素は、与えられた咬合接触状態に短期間で順応するとは考えにくい。また、順応するならばかなり長い期間が必要であると思われる。その間咬合接触状態と、咀嚼筋をはじめとする顎口腔器官との間に、不調和が生じる可能性があると考ええる。

実験1の結果から咬合接触状態の違いによって、矢状切歯路角および咀嚼筋活動が異なることが判明した。また、実験2の結果から咀嚼筋は新たに与えられた咬合接触到短期間では順応しにくい傾向が観察された。以上のことより、側方位での咬合接触は各人に適したものを与える必要があると考える。また、側方位での咬みしめが、その決定の一助となる可能性が示唆された。

V. 結 論

健常有歯顎者を対象として、咬合接触状態、切歯路角、顎路角および最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態を観察した。さらに、側方位での咬合接触状態の変化が、咀嚼筋活動状態に及ぼす影響を観察したところ、以下の結論を得た。

1. 側方位における咬合接触状態を以下の3 Group に分類した。

Group 1: 側方位において作業側犬歯のみ、または犬歯を含む前歯が接触しているもの

Group 2: Group 1に加えて、作業側臼歯が1歯でも接触しているもの

Group 3: 作業側および平衡側の歯が同時に接触しているもの

2. 矢状側方切歯路角は咬合接触状態の違いによって角度差を示し、Group 1, 2, 3の順で急傾斜であった。

3. 側方切歯路角、矢状側方顎路角および側方顎路角は、咬合接触状態の違いによる角度差が認められなかった。

4. 側方位における最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態は、咬合接触状態の違いにより異なるコーディネーションパターンを示した。

5. 実験的な犬歯誘導を与えても、側方位における最大咬みしめ時の咀嚼筋活動状態は、付与前に類似したコーディネーションパターンが観察された。

6. 以上より、側方位の咬合接触の決定には、側方位における最大咬みしめ時のコーディネーションパターンが一助となる可能性が示唆された。

稿を終えるにあたり、終始ご懇篤なるご指導、ご校閲を賜った竹花庄治教授に深甚なる謝意を表します。

また本研究に際し、ご指導とご援助をいただいた伊藤 裕助教授をはじめ、種々ご協力くださった第三歯科補綴学教室医局員各位、ならびに被験者の方々に深謝いたします。

文 献

- 1) 藍 稔: 顎機能異常, 159~160, 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 2) 河野正司, 塩沢育己, 中野雅徳: 前方滑走運動の歯牙指導要素としての切歯路の研究, 補綴誌, 19: 426~433, 1975.
- 3) 中野雅徳: 側方滑走運動における顎路と歯牙路に関する研究, 補綴誌, 19: 647~665, 1976.
- 4) Mc Collum, B.B. and Stuart, C.E.: A Research Report, 91~123, Scientific Press, South Pasadena, 1955.
- 5) D'Amico, A.: Functional occlusion of the natural teeth of man, J Prosthet Dent, 11: 899~915, 1961.
- 6) Schuyler, C.H.: Factors contributing to traumatic occlusion, J Prosthet Dent, 11: 708~715, 1961.
- 7) 藍 稔, 中野雅徳: 顎口腔系の形態, 機能に関する臨床的調査 第2報 咬合について, 補綴誌, 19: 385~390, 1975.
- 8) 竹中 誠, 竹花庄治, 丸山健ほか: 顎関節症状自覚者の咬合状態について, 補綴誌投稿中.
- 9) 石原寿郎, 河村洋二郎: 臨床家のためのオクルージョン, 60, 医歯薬出版, 東京, 1972.
- 10) 中尾勝彦: 正常天然歯列における咬合小面と歯牙接触に関する研究(咬頭嵌合位), 補綴誌, 14: 1~21, 1970.
- 11) 中尾勝彦: 正常天然歯列における咬合小面と歯牙接触に関する研究(後方歯牙接触位, 前方滑走運動, 側方滑走運動),

- 補綴誌, 16 : 289~319, 1972.
- 12) 西川啓介: 顎運動と咀嚼筋活動に及ぼす咬合接触の影響, 補綴誌, 33 : 822~835, 1989.
- 13) 藍 稔: 切歯部点における咀嚼運動の解析, 補綴誌, 6 : 164~200, 1962.
- 14) 野嶋昌彦: 上下顎歯列の接触滑走様式と顎関節・顎顔面骨格および歯との関連性について, 歯科学報, 86 : 1~26, 1986.
- 15) 真柳昭紘: 側方滑走運動における顎頭運動に関する研究, 補綴誌, 14 : 158~182, 1970.
- 16) 臼井良明, 伊藤 浩, 伊藤 孝ほか: 顎頭点の設定位置と咬合器の再現性に関する研究 第1報 平均的顎頭点, 蝶番軸, 全運動軸の位置的関係, 補綴誌, 19 : 363~368, 1975.
- 17) 臼井良明, 伊藤 浩, 伊藤 孝ほか: 顎頭点の設定位置と咬合器の再現性に関する研究 第2報 理論的検討, 補綴誌, 19 : 369~374, 1975.
- 18) Hosman, E. and Naeije, M. : Reproducibility of the masseter muscle by using the EMG recording during maximal clenching as a standard, J Oral Rehabil, 6 : 49~54, 1979.
- 19) 水谷 紘, 篠ヶ谷龍哉, 曾根田兼司ほか: 歯の接触関係が咬筋, 側頭筋の活動に及ぼす影響 第1報 総活動量と咬頭嵌合位における最大咬みしめ値に対する比率 (IP 比), 補綴誌, 33 : 1062~1071, 1989.
- 20) Ramfjord, S.P. : Dysfunctional temporomandibular joint and muscle pain, J Prosthet Dent, 11 : 353~373, 1961.
- 21) 皆木省吾, 石井彰夫, 佐藤隆志ほか: 顎関節内障の発症調節メカニズムに関する研究—平衡側防護接触が平衡側顎関節の動態に及ぼす影響, 補綴誌, 34・84回特別号 : 56, 1990.
- 22) 長谷川成男: 咬合学序説, 1~265, 医歯薬出版, 東京, 1988.
- 23) 西尾公一, 宮内修平, 丸山剛郎: 咀嚼運動に関する臨床的研究, 補綴誌, 30 : 806~816, 1986.
- 24) 磯 和博: 支持点の位置が咬合力, 咀嚼筋活動に及ぼす影響に関する研究, 口病誌, 49 : 168~190, 1982.
- 25) Williamson, E.H. and Lundquist, D.O. : Anterior guidance : Its effect on electromyographic activity of the temporal and masseter muscles, J Prosthet Dent, 49 : 816~823, 1983.
- 26) Shupe, R.J., Mohamed, S.E., Christensen, L.V. et al : Effects of occlusal guidance on jaw muscle activity, J Prosthet Dent, 51 : 811~818, 1984.
- 27) Macdonald, J.W.C. and Hannam, A.G. : Relationship between occlusal contacts and jaw-closing muscle activity during tooth clenching Part II, J Prosthet Dent, 52 : 862~867, 1984.
- 28) Manns, A., Chan, C. and Miralles, R.I. : Influence of group function and canine guidance on electromyographic activity of elevator muscles, J Prosthet Dent, 57 : 494~501, 1987.
- 29) 河野正司, 坂東永一, 田中伐平ほか: 咀嚼筋の筋活動を指標とした咬合位の推定, 補綴誌, 26 : 1271~1286, 1982.
- 30) 中村嘉男: 咀嚼運動のしくみ, 東京医科歯科大学歯学部顎口腔総合研究施設編, 咀嚼くの話, 259~300, 日本歯科評論社, 東京, 1983.
- 31) 多和伸浩: 咀嚼時の平衡筋の EMG CO-ordination Pattern について, 補綴誌, 15 : 48~66, 1971.
- 32) Belser, U.C. and Hannam, A.G. : The influence of altered working-side occlusal guidance on masticatory muscles and related jaw movement, J Prosthet Dent, 53 : 406~413, 1985.
- 33) 曾根田兼二: 上顎犬歯舌面の傾斜角度の違いが咀嚼筋活動に及ぼす影響, 口病誌, 56 : 162~181, 1989.
- 34) 西尾公一, 宮内修平, 丸山剛郎: 咀嚼運動に咬合因子が及ぼす影響に関する臨床的研究, 顎機能, 5 : 55~62, 1986.