コンピューター・グラフィックを用いた ニュートラル・ゾーンの形態観察 —観察方法について—

香西伸一郎 中島啓一郎 松永 匡司
尾形 和彦 佐藤 隆志

Morphological Observation of Neutral Zone by Use of Computer Graphics

— Method of Observation —

Shinichiro Kohzai, Keiichiro Nakashima, Tadashi Matsunaga,
Kazuhiko Ogata and Takashi Sato

Abstract : The purpose of this clinical study was to develop the method for comparing the morphological shape of the neutral zone, recorded by a single functional oral movement.

The neutral zone during function was recorded with impression plaster. The function was such as maximum jaw opening, pronunciation of "i" and "u" and the movement of the tip of tongue toward posterior and upward. These records were cut in frontal plane and these sections were observed in piles with computer graphics.

Findings were as follows :

1. Maximum jaw opening ; The buccal and sublingual region of neutral zone protruded in shapes.
2. Pronunciation of "i" ; The buccal region of neutral zone caved in hardly, and its sublingual region protruded more than that of any other functional movement in this study.
3. Pronunciation of "u" ; The neutral zone was almost same shape as that of the maximum jaw opening. But this shape caved in at the buccal region of first premolar.
4. The movement of the tip of tongue toward the posterior and upward ; The buccal region of neutral zone protruded and the sublingual region caved in more than any other neutral zone of functional movement in this study. This tendency was more obvious at the molar region than at the premolar region.

From these results, it was recognized that the method which we developed in this study was very effective to analyze shape of neutral zones.

Key words : neutral zone, computer graphics

緒 言

全部床義歯補綴において、下顎義歯は上顎義歯と比較して義歯床粘膜面の面積が狭小であるのに加え、機能運動時に周囲の筋の動きの影響を受けやすいため、義歯の十分な維持および安定を得ることが困難な場合が多い。下顎総義歯、特に歯槽骨の吸収の著しい症例の下顎総義歯に対してフレンジ・テクニックが有効であることが認められている¹⁾。フレンジ・テクニックは義歯をニュートラル・ゾーン内に設置することにより、義歯床粘膜面に生じる物理的な維持力のみならず、義歯床研磨面に作用する筋力をも維持力として利用しようとする方法である²⁾。フレンジ・テクニックにおいては、記録されたニュートラル・ゾーンの形態をもとに人工歯の位置および義歯床研磨面の形態を決定するのであるから、義歯に作用する筋力のうち維持力として作用する力が最大となり、離脱力として作用する力が最小となるようなニュートラル・ゾーンを得ることが望ましい。しかし、ニュートラル・ゾーンは記録時の機能運動の種類および運動量によって様々な形態をとる。そこで、適切なニュートラル・ゾーンを記録するためには、記録時の機能運動の種類と運動量とを適切に組合せる必要がある。そのためには、まず筋圧形成に用いられる種々の機能運動のそれぞれによって得られるニュートラル・ゾーンの形態を把握する必要があるが、この点について明らかにした研究はみられない。

そこで本研究は、単一機能運動時におけるニュートラル・ゾーンの形態観察の方法について検討することを目的として以下の実験を行った。

実験方法

本研究におけるニュートラル・ゾーンの形態観察の分析項目は下記の通りであり、以下その方法について臨床例を用いて検討を加えた。

1. ニュートラル・ゾーンの三次元的な分析
2. 各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの同一部位における切断面の形態の比較
3. 各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの形態と使用中の義歯形態との比較

被験者としては、本学歯学部附属病院において上顎には全部床義歯を、下顎には左右側大歯および左側第1小臼歯残存のコーススクローネ・テレスコープ義歯を装着

図1 ニュートラル・ゾーンの石膏記録の1例(最大開口)

した45歳の女性1名を選んだ。

比較検討の対象とした機能運動は、最大開口、発音(イ・ウ音)および舌尖の後上方への挙上の4種類とした。ニュートラル・ゾーンの形態の記録に際しては、被験者をカンペル平面が床と平行となるように治療椅子に座らせ、記録用材料として用いた印象用石膏(キサンタノ、バイエル日本歯科)を混水比1.0にて練和したのち、被験者の口腔内に注入してただちに上記の機能運動の1つを行わせ、石膏が完全に硬化するまでそのままの状態を保たせた。ニュートラル・ゾーンの形態の記録の1例として、最大開口時におけるニュートラル・ゾーンの石膏記録を図1に示した。これらの石膏記録は図2に示すように、咬合平面および矢状面を基準面とした規格装置上の一定の位置にコーススクローネ内冠を基準点として取り付け、歯科用硬石膏(ニュープラストーン、而至歯科工業)にて包埋したのち、石膏記録上に設けた同一基準点から2mm間隔で前頭面に平行に切断した。石膏記録の切断面の1例を図3に示した。

データ処理に関するブロック・ダイアグラムを図4に示した。各切断面におけるニュートラル・ゾーンの形態は、これをトレースしたのち、デジタイザー(MITA-BLET-II, GRAPHTEC 社)からRS-232Cインターフェイスを介してパーソナル・コンピュータ(PC 98XL model II, 日本電気)に収録した。また、被験者が現在使用している下顎義歯の複製義歯についても、ニュートラル・ゾーンの石膏記録と同一部位における切断面の形態を同様の方法で収録した。つぎに、収録したデータをパーソナル・コンピュータ上で重ね合わせることにより、ニュートラル・ゾーンの三次元的形態の観察、各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの同一部位における

切断面の形態の比較および各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの形態と使用中の義歯形態との比較を行った。

実験結果

各種機能運動時のそれぞれのニュートラル・ゾーンの形態をコンピューター上で三次的に表示して観察した。表示例を図5に示した。その結果、最大開口時のニ

図2 規格装置

各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの石膏記録の同一部位における切断面を得るための装置

図3 石膏記録の切断面の1例

最大開口時におけるニュートラル・ゾーンの石膏記録を第2大臼歯部で前頭面に平行に切断したもの

図4 データ処理系のブロック・ダイアグラム

最大開口時

イ音発音時

ウ音発音時

舌尖の後上方への挙上時

図5 各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの三次的表示例

矢状面に対して左後方10度、咬合平面に対して上方30度の視点からの観察例。座標軸は上下、左右および前後軸を表す

図 6 各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの同一部位における切断面の重ね合せ

ニュートラル・ゾーンは頬部および舌下部が豊隆した形態を示した。左右的幅径は咬合面側から歯槽部側に向かうに従って、また、前方より後方に向かうに従って大きくなっているのが観察された。イ音発音時のニュートラル・ゾーンは頬部が陥凹し、舌下部は検討した機能運動の中で最も強い豊隆を示した。左右的幅径は、咬合面側から歯槽部側に向かうに従って、また、前方より後方に向かうに従って小さくなっているのが観察された。ウ音発音時のニュートラル・ゾーンは最大開口時と類似した形態を示したが、頬部の豊隆が最大開口時よりわずかに大きい傾向を示し、第1小臼歯部では頬の上部が陥凹した形態を示した。舌尖の後上方への挙上時のニュートラル・ゾーンは頬部が他の機能運動に比べて最も豊隆し、舌下部が陥凹した形態を示し、この傾向は小臼歯部よりも大臼歯部において著明であった。また、後方が左右にわかれていることが大きな特徴であり、左右的幅径は4つの機能運動中最大であった。

各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの第1および第2小臼歯部、第1および第2大臼歯部の各部位における切断面を重ね合せたものを図6に示した。頬部は舌尖の後上方への挙上時に最も外側に位置し、最大開口時およびウ音発音時にはこれよりもやや内側位をとったが、イ音発音時には頬の上部は最大開口時に比較して第1小臼歯部では内側に、大臼歯部では外側に位置した。頬部が最も内側に位置したのはイ音発音時であった。舌下部は舌尖の後上方への挙上時に最も上方に位置し、ついで

最大開口時およびウ音発音時にはこれよりもやや下方位をとり、イ音発音時には最も下方に位置した。

各種機能運動時のニュートラル・ゾーンと使用中の義歯の第1および第2小臼歯、第1および第2大臼歯の各部位における断面形態の比較を図7に示した。これにより、各種機能運動時に義歯の一部がニュートラル・ゾーンの範囲を越えている様子が観察された。すなわち、最大開口時には義歯床辺縁部、イ音発音時には義歯床と人工歯の頬側部、ウ音発音時には義歯床辺縁部と人工歯の舌側部がニュートラル・ゾーンの範囲を越えていた。

このように、本研究において用いたニュートラル・ゾーンの形態観察法は、目的とする項目の観察ないし分析を十分に行うことが可能なものであった。

考 察

全部床義歯に作用する維持力としては、唾液を介して義歯床粘膜面と義歯床下組織との間に生じる物理的な維持力と義歯床研磨面に作用する筋圧による維持力とがあげられる。下顎総義歯、特に歯槽骨の吸収の著明な症例の下顎総義歯では、義歯床粘膜面の面積が狭小なため物理的維持力が十分に得られない場合が多い。このような症例に対して、義歯をニュートラル・ゾーン内に設置することにより、義歯床粘膜面に生じる物理的維持力のみならず義歯床研磨面に作用する筋圧をも維持力として利

図 7 各種機能運動時におけるニュートラル・ゾーンの形態と使用中の義歯形態との比較
図中の網掛け部分は義歯床を示す

用しようとするフレンジ・テクニックが有効であることが認められている¹⁾。フレンジ・テクニックについては、ニュートラル・ゾーンの概念が Fish^{3,4)}により発表された後、さまざまな研究がなされ⁵⁻⁸⁾、Lott と Levin^{9,10)}により臨床術式として一応の完成をみた。これは、基礎床に設置したキールによって咬合高径を保持した状態で、基礎床に付着させたワックスを軟化して筋圧形成を行い、ニュートラル・ゾーンを記録する術式である。

この術式を用いる際、ニュートラル・ゾーンの形態に影響を与える因子としては、記録用材料の圧流度、対合歯の有無とその位置、ニュートラル・ゾーン記録時の機能運動の種類と運動量等があげられる。河合ら¹¹⁾は記録用材料(ワックス)の軟化条件について検討を行い、ニュートラル・ゾーンの記録に適したワックスの状態を得るには、ワックスの加温のみならず冷却も重要であることを指摘している。脇田ら¹²⁾は対合歯の有無と位置がニュートラル・ゾーンの形態に与える影響について検討を加えた結果、対合歯のない場合の下顎のニュートラル・ゾーンは対合歯がある場合に比べてやや小さく記録されるが、対合歯の位置による影響はうけなかったと報告している。また、藤原¹³⁾はニュートラル・ゾーン決定時の機能運動の強さと、義歯の安定性との関係についてX線映画を用いて検討し、中等度の強さで義歯床研磨面の筋圧形成を行わせた義歯が最も優れた安定性を示したと報告している。

ところで、複数の機能運動が組合されて決定されるニュートラル・ゾーンについて、その適切な形態を検討するためには、単一の機能運動によって得られるニュートラル・ゾーンの形態を把握するのが重要なことの1つであると考えられるが、この点について明らかにした報告はみられない。そこで本研究では、単一機能運動時におけるニュートラル・ゾーンの形態観察の方法について検討を行った。

本研究では、記録用材料の圧流度、対合歯の位置、機能運動の強さがニュートラル・ゾーンに与える影響を取り除くために、記録用材料として印象用石膏を使用し、被験者として上顎が無歯顎の症例を選んだ。印象用石膏はほぼ無圧の状態での印象採得が可能であるため、機能運動の強さに影響されずに単一機能運動時のニュートラル・ゾーンを記録できる長所を有している。しかしながら、吸啜および嚥下運動時には弱圧空間は消滅するので、比較検討の対象とした機能運動は最大開口、発音(イ・ウ音)および舌尖の後上方への挙上の4種類とした。

各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの形態は周囲の筋の運動によって特徴づけられるので、それぞれの機能運動時のニュートラル・ゾーンを同一部位における切断面で重ね合せて検討した結果(図6)、各機能運動時における周囲組織の動きについて以下のことが推察された。すなわち、最大開口時には頬部が弛緩し口腔底が下

制され、イ音発音時には頬部が緊張し、口腔底は下制される。また、ウ音発音時には頬部が弛緩し、口腔底が下制されるが、第1小臼歯部では頬の上部が緊張した形態を示したのは弛緩した頬筋が口輪筋の緊張によってやや内方に牽引されたためと考えられる。舌尖の後上方への挙上時には他の機能運動時に比較して頬部が最も弛緩し、口腔底が挙上される。

また、現在使用中の義歯の形態と各種機能運動時のニュートラル・ゾーンの形態との比較(図7)によって、義歯の形態がニュートラル・ゾーンの形態よりも大きく表示されている部分、すなわち最大開口時の義歯床頬側辺縁部、イ音発音時の義歯床頬側部、ウ音発音時の義歯床頬側辺縁部および舌尖の後上方への挙上時の義歯床舌側部では、義歯はこれらの機能運動時に周囲の筋による離脱力を受けていることが推察され、フレンジ・テクニクの有効性を伺わせた。

本研究で用いたデータ処理系では、データはデジタル信号として収録されており、データ収録後の再現性および保存性は非常に優れている。コンピューターを用いることにより、多量のデータの迅速な処理とともに、収録されたデータの面積、体積などの定量的な処理が可能である。さらに、コンピューター・グラフィック処理を行うことで種々の切断面の形態の比較検討が容易に行え、立体的観察も可能となるので、試料を切断した後でもコンピューター・ディスプレイ上でその形態を復元することができる。分析用プログラムの言語としてはC言語を用いた。これはコンパイル言語であるために、インタプリタ言語に比較して処理の高速化がはかれる特徴を有している。さらに、C言語は関数の集合体としてプログラムを作製できるため各関数の汎用性も高く、プログラムの改良も容易であり発展性も高い。

以上のように、印象用石膏を用いて採得して得られたニュートラル・ゾーンの形態をコンピューターに収録し、それらのデータをグラフィック上で組合せて観察することにより、さまざまな形態分析が可能となることがわかった。

結 論

単一機能運動時におけるニュートラル・ゾーンの形態観察の方法について検討することを目的として、臨床例を用いて各種機能運動時のニュートラル・ゾーンを印象用石膏にて記録し、それらの切断面の形態をコンピューター・グラフィック上で重ね合わせて観察した結果、以下

の結論を得た。

1. 単一機能運動時におけるニュートラル・ゾーンの形態については、下記のことが観察された。

① 最大開口時におけるニュートラル・ゾーンの形態は、頬部および舌下部が豊隆した形態を示した。

② イ音発音時におけるニュートラル・ゾーンの形態は、頬部が陥凹し、舌下部は検討を加えた機能運動の中で最も豊隆した形態を示した。

③ ウ音発音時におけるニュートラル・ゾーンの形態は、最大開口時のニュートラル・ゾーンと類似した形態を呈し、第1小臼歯部では頬の上部が陥凹した形態を示した。

④ 舌尖の後上方への挙上時におけるニュートラル・ゾーンの形態は、頬部が他の機能運動に比べて最も豊隆し、舌下部が陥凹した形態を示し、この傾向は小臼歯部よりも大臼歯部で著明であった。

2. 本研究で検討したニュートラル・ゾーンの形態観察の方法は、その形態究明に有効な方法であることが示唆された。

本論文の要旨は第77回日本補綴歯科学会学術大会(昭和62年5月30日、於：盛岡市)において発表した。

文 献

- 1) 坪根政治, 豊田静夫: 総義歯臨床形態学, 389~399, 医歯薬出版, 1978.
- 2) Beresin, V.E. and Schiesser, F.J.: The Neutral Zone in Complete Dentures, J Prosthet Dent, 36: 356~357, 16.
- 3) Fish, E.W.: An Analysis of the Stabilizing Factors in Full Denture Construction, Brit D J, 52: 1~12, 1931.
- 4) Fish, E.W.: Principles of Full Denture Prosthesis, 100, John Bale, Sons and Danielsson, Ltd., 1933.
- 5) Lammie, G.A.: Aging Changes and the Complete Lower Denture, J Prosthet Dent, 6: 450~464, 1956.
- 6) Russel, A.F.: The Reciprocal Lower Complete Denture, J Prosthet Dent, 9: 180~190, 1959.
- 7) Raybin, N.H.: The Polished Surface of Complete Dentures, J Prosthet Dent, 13: 236~239, 1963.
- 8) Schiesser, F.J.: The Neutral Zone and Polished Surfaces in Complete Dentures, J Prosthet Dent, 14: 854~865, 1964.
- 9) Lott, F.: A Stabilization Technique for Lower Dentures, Oral Health, 24: 22~29, 1934.
- 10) Lott, F. and Levin, B.: Flange Technique: An Ana-

- tomic and Physiologic Approach to Increased Retention, Function, Comfort and Appearance of Dentures, J Prosthet Dent, 16 : 394~413, 1966.
- 11) 河合泰洋, 福浜明宏, 柳原雅則, 青木孝明, 大島玲子, 内田欣臣, 西川悟郎, 尾形和彦, 佐藤隆志: フレンジ・テクニックにおけるワックスの温度について, 補綴誌, 29 : 807~811, 1985.
- 12) 脇田慎一, 川畑直嗣, 尾形和彦, 奥野善彦: 対合歯が denture space の形態に及ぼす影響, 補綴誌, 27 : 87~91, 1983.
- 13) 藤原 顕: 下顎総義歯歯肉内部形態とその安定性との相互関係に関する研究, 補綴誌, 14 : 135~157, 1970.