

咀嚼時の上顎総義歯床下顎堤粘膜の
圧負担様相

日本大学大学院歯学研究科歯学専攻

植木 隆一

(指導：祇園白 信仁 教授)

緒 言

我が国は 2007 年に超高齢社会に突入しており、高齢者の社会保障を充実させ社会の一員として生活を送れるように支援することが急務となっている¹⁻³⁾。高齢者の活動的な社会生活を実現するには、食生活の充実が不可欠である^{2,4,7)}。しかし、平成 23 年度歯科疾患実態調査によれば 70 歳代の約 26%が、85 歳以上の超高齢者の約 53%が上下顎に総義歯を装着⁸⁾しており、これら高齢の総義歯装着者は社会福祉の充実と医療技術の向上によって余命が延長し、義歯装着期間が長くなることが予測される。これらのことから義歯装着者の口腔環境の保全を図ることは、総義歯装着率が高い高齢者の良質な食生活の維持に繋がり、社会の一員としての生活を活動的にすると考えられる。

総義歯装着者の口腔環境の保全で重要な解剖学的要素の一つに顎堤があり、顎堤の状態を義歯が円滑な機能を果たすために良好な状態に保つ方策を確立すること⁹⁻¹¹⁾は、食生活の質に直接的に好影響を及ぼす。このために、義歯床下組織の負担圧様相については、その適切な配分が可能な方策を探ることを目的に多くの報告が行われてきた^{9,11-43)}。これらの中でも、総義歯を装着した機能時の負担圧の様相を反映したと述べている報告には、圧力センサを総義歯義歯床粘膜面に埋入した義歯を用いて検討した報告がある^{12,15,17,18,24)}。しかし、無歯顎顎堤はいずれの部位においても彎曲を有しているのに対し、用いられた圧力センサは受圧面が平面であり顎堤と形態が一致していない。このことから、これらの報告^{12,15,17,18,24)}に記されている結果は、総義歯を装着して機能を行った際の義歯床下顎堤粘膜面の負担圧様相の実態とは異なっていると考えられる。このことに対し、当講座で考案した義歯床下顎堤粘膜負担圧測定システム⁴⁴⁾で使用する厚さ約 0.1 mm の面圧分布測定センサシート（センサシート）は、屈曲可能で顎堤の彎曲と一致した義歯床粘膜面の形態に密接させて設置でき、これまでは得ることができなかった使用中の義歯を実際に口腔に装着した状態で負担圧分布様相を観察することを可能にした。

このシステムを用い使用中の総義歯を被験義歯として装着し、実際に機能を営んでいる状態に変化を及ぼすことなく義歯床下顎堤粘膜の負担圧を検討した報告⁴³⁾がある。近藤⁴³⁾は使用中の上

下顎総義歯を被験義歯とし、リングライズドオクルージョンを付与した際の咬みしめ運動における咬合力と前歯部および臼歯部義歯床下顎堤粘膜負担圧との関係について検討しており、両者が有意な回帰係数を持つ正の直線回帰の関係にあったことなどを述べている。しかし、義歯床下組織に負担圧を課する運動としては、咬みしめ運動と同様に咀嚼運動も重要であり、咀嚼運動時の義歯床下組織の負担圧様相についても検討する必要がある。

そこで本研究は、上下顎に総義歯を装着している者を被験者として、咀嚼運動を行った際に発現する咀嚼力が、負担圧として義歯床下組織の顎堤粘膜にどのように分散および伝達されているのかを観察し、顎堤の保全に繋がる義歯による補綴治療の在り方確立の一助とすることを目的として行った。

材料および方法

1. 被験者

被験者は、使用中の総義歯を日本大学歯学部附属歯科病院総義歯補綴科にて製作し、大開口および咀嚼運動で義歯が離脱することがなく満足して機能を営み、審美性の回復度に対しても不満を訴えていない67歳以上の総義歯装着者15名（平均年齢 73.7 ± 3.9 歳，男性9名，女性6名）とした（第1表）。

義歯装着による咀嚼機能の観察と関係する習慣性咀嚼側の判定は佐々木の報告⁴⁵⁾を参考にして行い、習慣性咀嚼側が右の被験者が13名および左の被験者が2名であった。実際の咀嚼機能の遂行レベルと関係する顎堤の形態および義歯床下顎堤粘膜の被圧縮性などの評価はKapurの方法⁴⁶⁾にて行い、評価スコアが14以上（ 15.1 ± 1.1 ）であった。

被験者は、対象者に対して本研究の主旨、内容、被験者としての権利および個人情報保護などについて説明し、説明内容を理解した後に研究参加の意思表示を自ら行った者から抽出した。なお、本研究は日本大学歯学部倫理委員会の承認（許可番号：倫許2005-25）を得て実施した。

2. 実験用義歯

実験用義歯は近藤の報告⁴³⁾に準拠して製作した。被験者の上下顎総義歯の人工歯部と床翼部をシリコーンゴム印象材（エクザミックスファインレギュラータイプ，ジーシー）を用いて印象採得し、超硬質石膏（ニューフジロック，ジーシー）を注入して上下顎作業用模型を製作した。上顎作業用模型はフェイスボウトランスファー（プロアーチフェイスボウ，松風）にて半調節性咬合器（プロアーチIV型，松風）に付着し、下顎作業用模型は口腔に装着した義歯の咬頭嵌合位で採得したチェックバイト（エクザバイトⅢ，ジーシー）にて咬合器に付着した。その後、熱可塑性樹脂（厚さ；1.0 mm，ERKODUR，ERKODENT）を用い上顎作業用模型上で上顎義歯のカバーを製作し、咬合器上にてカバーに常温重合レジン（ユニファストⅡクリアー，ジーシー）を添加して、前歯部での咬合接触がなく、臼歯部の咬合様式がリングライズドオクルージョンとなる様に咬合関係の付与を行った。上顎はカバーを装着した被験者の上顎総義歯を実験用義歯とし、下

顎は被験者が使用中の義歯を実験用義歯として用いた（第1図）。なお、咬合関係は上下顎実験用義歯を被験者の口腔内に装着して診査および調整を行い、前歯部の咬合接触を認めず咬合様式がリンガライズドオクルージョンであることを確認した。

3. 測定システム

義歯床下顎堤粘膜負担圧（義歯床下負担圧）測定システムは、圧分布測定システム（I-Scan ver 5.25, ニッタ）を参考にしセンサシート、PCI インターフェイス仕様センサコネクタ、PCI インターフェイスボードならびにデータ処理に用いるパーソナルコンピュータで構成されている⁴⁴⁾。センサシートは、大きさ 10.5 × 14.0 mm（厚さ；0.1 mm）で左右側前歯相当部用（12 出力点）と左右側臼歯相当部用（12 出力点）の計 4 部位で構成されている。各測定部位における 0.02 秒毎の出力値は 12 出力点の値を平均して求めた。

4. 義歯床下負担圧の測定

義歯床下負担圧の測定は近藤の報告⁴³⁾に準拠して行った。測定に先立ち、上顎実験用義歯床粘膜面に両面接着テープ（厚さ；0.03 mm, 極薄 PET 基材両面テープ, K GK）を用いてセンサシートを設置した。設置部位は両側の中切歯遠心から犬歯遠心を含む領域（前歯部）と第二小臼歯および第一大臼歯を含む領域（臼歯部）で、センサシートの縦径中央が顎堤頂とほぼ一致する場所とし、これらの部位を測定および解析部位とした（第2図）。

被験者の姿勢は、歯科用ユニットに座らせ後頭部を安頭台で軽く支えフランクフルト平面が床とほぼ平行になる状態とし、上下顎実験用義歯を所定の位置に装着し、習慣性咀嚼側臼歯部に代用食品として歯科用ロールワッテ⁴⁵⁾（デンタルコットンロール, 白十字）を介在し開口状態を維持させた。その後、術者の合図でロールワッテを移動させることなく片側での咀嚼運動を、25 回行うよう指示し義歯床下負担圧の測定を行った。咀嚼運動は、総義歯装着者の咀嚼サイクルの筋電図学的な報告^{47,48)}およびセンサの出力特性を検討した報告^{49,50)}を参考にして、約 90 回/分のスピードで行うように指示した。

5. 義歯床下負担圧の解析

義歯床下負担圧の解析区間は、25 咀嚼ストロークの中央 15 ストロークとした。各 1 ストローク

での解析時間は、各ストロークのピーク値を含み、ピーク値発現前後の 0.04 秒間とした。対象とした解析区間の義歯床下負担圧のデータ解析は、圧分布測定システム (I-Scan ver 5.25, ニッタ) を用い 0.02 秒毎 (5 出力値) の平均値を算出した。センサシートの設置部位および義歯床下負担圧の測定部位は全被験者で同一であるが、習慣性咀嚼側が被験者間で異なっているため解析部位は咀嚼側臼歯部、咀嚼側前歯部、非咀嚼側臼歯部および非咀嚼側前歯部と呼称した。

6. 統計学的分析

咀嚼側臼歯部、咀嚼側前歯部、非咀嚼側臼歯部および非咀嚼側前歯部義歯床下負担圧は、各被験者で平均値 ($n = 15$) および標準偏差を求めた。統計学的検討は、各被験者における咀嚼側臼歯部と咀嚼側前歯部、非咀嚼側臼歯部と非咀嚼側前歯部の義歯床下負担圧について関連 2 群の t 検定を行い、危険率 5% 以下を有意と判定した。

結 果

咀嚼時の義歯床下負担圧の結果は、咀嚼側と非咀嚼側とで各被験者の解析部位別の値と有意差を第 2 および 3 表に示した。さらに、義歯床下負担圧の大きさの関係を咀嚼側と非咀嚼側とでパターン分類し、各パターンに属する被験者数を第 4 表に示した。

咀嚼側の義歯床下負担圧は、被験者 9 名（被験者 A, B, E, F, G, J, L, N および O）で臼歯部が前歯部に対し有意に大きい値を認め（ $p < 0.05$ ）、その値は臼歯部が 45.4～306.8 kPa および前歯部が 7.7～219.1 kPa の範囲にあった。これらの被験者では、平均値でみると臼歯部が前歯部の約 1.2～6.1 倍の大きな値であった。他の 6 名の被験者では臼歯部と前歯部とで有意差を認めず、平均値でみるとこれらの中の 1 名の被験者（被験者 C）は臼歯部が前歯部の約 1.1 倍の大きな値であったが、1 名の被験者（被験者 M）は臼歯部と前歯部がほぼ同じ大きさの値で、4 名の被験者（被験者 D, H, I および K）は前歯部が臼歯部の約 1.2～3.6 倍の大きな値であった。4 名の中でも被験者 D は臼歯部が 50.2～149.9 kPa および前歯部が 247.0～301.9 kPa と、前歯部の値が臼歯部の値よりも大きい範囲にあった（第 2 および 4 表）。

非咀嚼側の義歯床下負担圧は、いずれの被験者も臼歯部と前歯部との負担圧の値が一定の傾向を示さず、値の範囲が大きいため有意差を認めなかったが、平均値でみると 14 名（被験者 K を除く）の被験者で前歯部が臼歯部より大きく、臼歯部の平均値が 0.0 kPa であった 1 名（被験者 F）を除く 13 名の被験者は前歯部が臼歯部の約 2.3～184.0 倍の大きな値であった。さらに、8 名の被験者（被験者 B, E, F, G, H, M, N および O）は、前歯部の値が臼歯部の値よりも大きい範囲にあった（第 3 および 4 表）。

考 察

咀嚼時に発現する咀嚼力は、義歯床を介して義歯床下組織に負担圧として伝達され、負担圧の不適切な分布は義歯による疼痛や潰瘍形成を惹起し、義歯の動揺、移動および転覆を招くことで顎堤吸収を助長し^{9,20,23,28,29,32)}、円滑な機能の遂行を阻害することになり、義歯補綴治療による機能の回復度を低下させる。このような問題を引き起こさないために、義歯が機能を果たしている際の負担圧の分布様相と大きさを把握し、義歯床下組織の負担能力に応じた適切な負担圧の配分を図る義歯補綴治療が、義歯装着環境を保全し機能の回復度を高めるために重要である。

咀嚼時の義歯床下負担圧は、義歯装着環境、義歯の持つ咬合、咀嚼運動の在り方によって影響を受けると考えられる。義歯装着環境としては、身体的条件や義歯床下組織の形態および性状などによって影響を受けることが報告されている^{11,17,39-41)}。本研究では、身体的条件に影響を及ぼすと考えられる性別は偏ることを避け男性9名および女性6名とし、年齢は超高齢者を含まない67～80歳の範囲で、運動機能に障害を持たず自立して生活している者を被験者とした。また、義歯床下組織による負担圧への影響については、Kapurの床下粘膜評価方法⁴⁶⁾を用い一定の基準(Satisfactory以上)を満たした顎堤を有する被験者を研究対象とした。負担圧に影響を及ぼす因子としての義歯の持つ咬合については、咬合面形態、咬合接触部位および人工歯の排列位置などの咬合の在り方について報告されている^{26,30-38,51)}。被験者は使用中の義歯の咀嚼機能回復度に対し何ら不満を訴えてはいないが、被験者間で義歯製作者およびその時期が相違しており各々の義歯が異なった咬合状態を持っている可能性がある。そのため上顎総義歯に厚さ1.0mmの熱可塑性樹脂を用いてカバーを製作し、カバーに常温重合レジンを追加して咬合様式をリングライズドオクルージョンに統一した。また、義歯による審美性の回復度に不満を持っておらず、咬頬や咬舌および咀嚼時の義歯の転覆を訴えることもないことから人工歯排列位置に問題はないと考えられた。咀嚼運動については、被験者固有の運動経路をコントロールすることは不可能であるため、運動速度を総義歯装着者の咀嚼リズムの筋電図学的な報告^{47,48)}を参考にして約90回/分のスピードに規定した。また、運動開始直後は運動経路および運動速度が安定しないとの咀嚼運動経路に関す

る報告⁵²⁾を参考にして、25 咀嚼ストロークの中央 15 ストロークを解析区間とした。これらのことで、義歯床下負担圧に影響を及ぼす被験者間で異なっている要因はできるだけ排除でき、一定の規格で義歯床下負担圧の測定が行えたと考えられた。

Stromberg¹²⁾は上顎総義歯第一大臼歯部頬側義歯床粘膜面に圧力センサを設置して、咀嚼時に発現する側方力のみを測定している。また、河野¹⁷⁾は下顎総義歯顎堤舌側および頬側義歯床粘膜面において咀嚼時の義歯床下負担圧を、Watson ら¹⁸⁾も同じく下顎総義歯義歯床顎堤粘膜面にセンサを設置して義歯床下負担圧を測定しているが、両者は測定部位が下顎でピーク値のみを分析している。これらの研究結果は口腔内での義歯床下負担圧として述べられているが、測定装置の問題と同時に、測定部位が少なく測定面積が狭小であることや解析がピーク値のみであることから、本研究の結果と文献的な考察をするには無理があると考えられた。最大咬合力をデンタルプレスケールを用いて測定した報告⁵³⁾によれば、総義歯装着者では 583.1 ± 187.0 N であったと述べられている。本研究の各被験者における 4 解析部位の義歯床下負担圧の最大値を、近藤の報告⁴³⁾した咬みしめ時の咬合力と義歯床下負担圧の回帰式に代入して測定時の咀嚼力を求めると、咀嚼力は 120.9 (被験者 E) ~ 338.0 N (被験者 I) となる。この咀嚼力は、野村の報告⁵³⁾の総義歯装着者最大咬合力に対し 21~58% の大きさであった。総義歯装着者の最大咬合力と咀嚼力の関係については、下顎第一大臼歯部のみで両者を測定した報告^{47,48)}の値で計算すると、咀嚼力が最大咬合力の 50~83%⁴⁷⁾および 38~69%⁴⁸⁾となる。野村の最大咬合力⁵³⁾に対して本研究の義歯床下負担圧の値で近藤⁴³⁾の回帰式を用いて求めた咀嚼力の割合は、第一大臼歯部での割合と異なるものではないと考えられた。このような最大咬合力と咀嚼力の関係を導き出す本研究の義歯床下負担圧の値は、実態を反映して信憑性があると推察された。

咀嚼側の義歯床下負担圧は、9 名の被験者で臼歯部が前歯部に対し有意に大きい値を認めた。このことは、片側臼歯部でのみ咀嚼を行わせたことにより同部位での食物を介在した咬合接触が生じ、他の部位の人工歯は離開しているとの本研究の方法に起因する結果といえる。片側臼歯部で咀嚼した場合に咀嚼側臼歯部では、食塊の介在により機能圧である咀嚼力が生じ、それが負荷となって直接的に負担圧の発現を招き、同時に顎堤に対し義歯が前上方への沈下と移動を生じたこ

とで大きな負担圧になり有意差を認めたと考えられた。沖倉²²⁾および細井ら²⁴⁾は、義歯の機能を最大限に発揮させるためには咬合力を義歯床下組織に均等に配分させる必要があると述べており、前歯部と臼歯部で負荷に対する負担能力が異なるとの報告^{54,55)}を考慮に入れ、咀嚼力負担能力に応じて適切に、広範囲に負担圧を配分する必要がある。この観点にたてば、本研究の設定のように、咀嚼時に咀嚼側臼歯部に負担圧が集中するような片側のみでの接触を作り出す義歯の設計は避けるべきと考えられた。

しかし、咀嚼側でありながら 6 名の被験者では臼歯部と前歯部とで有意差を認めず、しかも平均値でみるとこれらの中の 4 名の被験者は前歯部が臼歯部の約 1.2~3.6 倍の大きな値であり、4 名の中でも 1 名の被験者は値が臼歯部に比較し前歯部が大きい範囲にあった。咀嚼運動は顎頭関節を中心として営まれており、矢状面でみた場合の運動経路の終末は直線的にあるいは前上方に凸な彎曲を描いて^{56,57)}中心となる咬合位に入る。この中心となる咬合位に入る際のベクトル方向が、矢状面でフランクフルト平面に対し前上方であることは広く知られている。このことで上顎義歯咀嚼側では前上方への推進現象が生じ前歯部顎堤に対し唇側および斜め上方方向への負荷が加わり、この負荷に伴って義歯が口蓋の深い領域を中心とし非咀嚼側臼歯部方向への回転を生じたことに起因すると考えられた。また、本研究で用いたセンサは荷重としての咀嚼力に加えて、機能圧が伝達された際に生じる顎堤粘膜の移動、変形および歪みなどの変化^{13,14,16,51)}も合算した値を出力するという特性を持っている。前歯部顎堤粘膜は推進現象が生じた際に容易にこのような変化を生じる形状を持っており、顎堤粘膜に生じた変化をセンサの特性が反映したことで大きな値になったとも考えられた。

非咀嚼側においては、いずれの被験者でも値が一定の傾向を持たず大きな範囲にあり臼歯部と前歯部とに有意差を認めないが、平均値で観ると 13 名の被験者は前歯部が臼歯部の約 2.3~184.0 倍の大きな値であり、8 名の被験者は値が臼歯部に比較し前歯部が大きい範囲にあった。非咀嚼側では、咀嚼に伴う咀嚼側の前上方への推進現象を反映して、義歯の後下方への推進現象が生じ、前歯部顎堤に対し口蓋側方向への負荷が加わりこのような結果を招いたと推察された。また、本研究で用いたセンサの特性と前歯部顎堤が唇舌方向の力を直接的に受け止めるという解剖学的な

形状の特徴を持っていることに起因すると推察された。さらに、非咀嚼側臼歯部では、1咀嚼ストロークの初期で人工歯が離開し義歯床が離脱する方向に動き、末期で人工歯の接触が回復している可能性が小さく咀嚼による負荷がほとんど発現していないことと、非咀嚼側臼歯部が咀嚼側と反対に義歯の後下方への離脱という動きが生じていることで負担圧が小さくなったと考えられた。

このような前歯部顎堤への負荷の様相は、適合性良好な場合でも、非固定性補綴装置である総義歯では咀嚼運動を営んでいる限り常に発現する危険性があるといえる。前歯部顎堤に慢性の負荷が加わった際に生じる顎堤の変化としては、義歯による機能回復度を低下させるフラビーガムがある。その発現頻度は約25~27%と報告^{58, 59)}されており、他の義歯装着環境を悪化させる病変に比較し高い頻度であることから、総義歯補綴治療においては必ず予防処置を構じる必要があると考えられた。

以上のことから、咀嚼力が義歯床を介して義歯床下組織に負荷として伝達された際には咀嚼側で臼歯部顎堤への負担圧が大きく、その際に咀嚼側および非咀嚼側の前歯部顎堤にも常に負荷が加わり粘膜は移動や変形といった現象を招いていることが判明した。これらの顎堤への負荷に対応して総義歯装着環境を保全するためには、咀嚼力の前上方への集中を避け顎堤頂に対し側方および垂直方向に広く分散させるような咬合面形態を付与し、義歯装着者には一口で摂取する食物の量を少なくし両側で満遍なく咀嚼するように指導することが必要といえる。さらに、咀嚼時の前歯部咬合接触を無くし、前歯部顎堤をリリースすることが重要と考えられた。

結 論

リンガライズドオクルージョンの咬合様式を付与した被験義歯において、義歯床下顎堤粘膜負担圧測定システムを用い、総義歯装着者 15 名の咀嚼時における臼歯部および前歯部の義歯床下負担圧を測定、分析し以下の結論を得た。

1. 咀嚼側の義歯床下負担圧は、被験者 9 名で臼歯部が前歯部に対し有意に大きい値を認めた。有意差を認めなかった被験者の中の 4 名では臼歯部に対し前歯部が大きい値を示し、その中の 1 名は値の範囲も前歯部が大きかった。
2. 非咀嚼側の義歯床下負担圧は、臼歯部と前歯部で有意差を認めなかった。有意差を認めなかったが 14 名の被験者では臼歯部に対し前歯部が大きい値を示し、その中の 8 名は値の範囲も前歯部が大きかった。

文 献

- 1) 吉田光由, 松尾勝弘, 和田本昌良, 佐藤裕二, 赤川安正, 津留宏道 (1993) 総義歯治療が無歯顎者の生活の質 (QOL) に及ぼす影響に関する臨床的研究. 広島大歯誌 25, 257-261.
- 2) 大野かおり, 三上 洋, 高木洋治 (2006) 超高齢社会の高齢者の栄養状態と栄養改善に関する研究. 日老医誌 43, 222-229.
- 3) 平野美千代 (2011) 日本の「高齢者の社会活動」: 概念分析. 日保学誌 14, 121-128.
- 4) 小林喜平, 井上正子, 桑原克久, 小見山 道, 金子桂子, 笠原桂子, 島 由樹, 多々納賞子 (1993) 総義歯使用者の食事・栄養指導に関する研究—第 1 報—高齢者用展開食について. 補綴誌 37, 843-857.
- 5) 吉田光由, 中本哲自, 佐藤裕二, 赤川安正 (1997) 歯の欠損が高齢者の生活の満足感に及ぼす影響について—広島県呉市在住高齢者に対するアンケート調査より—. 老年歯医 11, 174-180.
- 6) 山本公珠, 長塚 明, 竹内一夫, 宇佐美博志, 山本明貴, 川村重雄, 三原こころ, 安藤 理, 村上 弘, 服部正巳 (2010) 高齢全部床義歯装着者の咀嚼機能調査. 愛知学院大歯会誌 48, 67-72.
- 7) 鈴木亜夕帆, 渡邊智子, 西川浩昭, 渡邊令子, 西牟田 守, 宮崎秀夫 (2011) 義歯による疼痛が高齢者の食品摂取に与える影響. 民族衛生 77, 85-93.
- 8) 厚生労働省医政局 (2012) 平成 23 年歯科疾患実態調査報告—平成 23 年歯科疾患実態調査について—<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/62-17c23-1.pdf>, 表IV-2-1 補綴物を装着している者の数・割合、性・年齢階級別 (15 歳以上・永久歯).
- 9) 前田芳信, 堤 定美, 岡田政俊, 青木孝朗, 野首孝祠, 奥野善彦 (1986) 有限要素法による有床義歯の応力解析—第 1 報—上顎両側遊離端義歯における荷重条件ならびに材質の影響—. 大阪大歯誌 31, 275-284.
- 10) 祇園白信仁, 森谷良彦, 伊藤智加, 土田 桂, 森谷良孝, 小畑由布子, 山口研一, 川口隆彦

- (1997) 総義歯調製に関する調査—第1報 無歯顎患者の構成と顎堤形態—. 老年歯医 11, 210-220.
- 11) 野間道博 (2001) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究—高度顎堤吸収を呈した上顎総義歯の負担圧分布について—. 日大歯学 75, 111-119.
 - 12) Stromberg WR (1955) A method of measuring forces of denture bases against supporting tissues. J Prosthet Dent 5, 268-288.
 - 13) 宮下恒太 (1970) 顎粘膜の局所被圧変位度と咬合力による義歯床の沈下度とに関する研究. 歯科学報 70, 38-68.
 - 14) 黒田昌彦 (1971) 義歯床下粘膜の負担圧の分布状態に関する実験的研究. 歯科学報 71, 1445-1474.
 - 15) Kelsey CC, Reid FD, Coplowiz JA (1976) A method of measuring pressures against tissues supporting functioning complete dentures. J Prosthet Dent 35, 376-383.
 - 16) 大貫昌理, 岡島 努, 作間靖信, 高橋宏嘉, 森戸光彦, 細井紀雄 (1984) 義歯床下粘膜における局所負担圧分布の動的測定について. 補綴誌 28, 882-894.
 - 17) 河野文昭 (1987) 機能時における下顎全部床義歯の負担圧に関する研究—特に人工歯排列位置との関係について—. 補綴誌 31, 726-739.
 - 18) Watson CJ, Huggett R (1987) Pressures recorded at the denture base-mucosal surface interface in complete denture wearers. J Oral Rehabil 14, 575-589.
 - 19) Pamir AD, Kalipcilar B (1988) Functional forces on complete dentures during swallowing and mastication. J Nihon Univ Sch Dent 30, 44-49.
 - 20) 作間靖信 (1988) 下顎全部床義歯床下粘膜の局所負担圧分布に関する実験的研究. 鶴見歯学 14, 47-110.
 - 21) 多田 望 (1989) 上顎全部床義歯床下組織の負担圧に関する基礎的研究. 補綴誌 33, 836-847.
 - 22) 沖倉喜彰 (1990) 下顎全部床義歯の咬合調整と負担圧分布に関する研究. 補綴誌 34, 1247-1259.
 - 23) 西村克彦 (1991) 咬合接触と義歯床下粘膜の負担圧分布に関する基礎的研究. 鶴見歯学 17,

- 101-118.
- 24) 細井紀雄, 石川佳和, 岡島 努, 寒河江 孝, 榊尾隆一, 大貫昌理 (1991) 咬合力, 負担圧測定システムによる全部床義歯装着者の機能評価. 補綴誌 35, 804-816.
 - 25) 織井康互, 清水政利, 森谷良彦, 塚越直行, 木村匡孝, 伊藤智加, 斉藤好文, 黒崎俊一, 若林香奈恵, 鄭 英煥, 中島康二郎, 井上恵司 (1993) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究 - I -2. 負担圧測定システムについて-. 補綴誌 37, 50-60.
 - 26) 織井康互 (1993) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究 - II -2. 上顎総義歯の中心咬合位について-. 補綴誌 37, 327-336.
 - 27) 本橋宏明 (1993) 義歯床下粘膜における応力分布の有限要素法による解析. 補綴誌 37, 1059-1073.
 - 28) 山崎彰啓 (1993) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究 - III -1. 床粘膜面未調整上顎総義歯の中心咬合位について-. 補綴誌 37, 1294-1304.
 - 29) 井上義久, 黒岩昭弘, 鷹股哲也, 五十嵐順正 (1994) 全部床義歯床下組織における咬合圧による応力分布に関する研究 - 第 1 報 下顎第一大臼歯部の二次元要素分割と荷重点の条件について-. 補綴誌 38, 997-1004.
 - 30) 永尾 寛, 河野文昭, 松本直之 (1994) 全部床義歯床下組織の負担圧分布に関する基礎的研究 - 第 2 報 咬合器の切歯路指導板の傾斜が負担圧分布に及ぼす影響 -. 補綴誌 38, 1025-1035.
 - 31) Inoue S, Kawano F, Nagao K, Matsumoto N (1996) An in vitro study of the influence of occlusal scheme on the pressure distribution of complete denture supporting tissues. Int J Prosthodont 9, 179-187.
 - 32) 縄田博之, 織井康互, 森谷良彦, 土田 桂, 森谷良孝, 谷口洋平, 母里美保子, 吉村 剛, 藤本圭介, 吉岡真弘, 山本隆章, 山本克之 (1996) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究 - II -6. 咬合干渉が上顎総義歯の負担圧動態に及ぼす影響について-. 日大歯学 70, 84-93.
 - 33) 松本直之, 永尾 寛, 河野文昭 (1997) 全部床義歯床下組織の負担圧分布に関する基礎的研

- 究—第4報 咬合様式の差が義歯床下組織の負担圧分布に及ぼす影響—。補綴誌 41, 44-51.
- 34) 縄田博之 (1997) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究—II-7. リンガライズドオクルージョンを付与した上顎総義歯の中心咬合位および側方咬合位について—。日大歯学 71, 614-625.
- 35) 伊藤克紀 (1997) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究—II-8. リンガライズドオクルージョンを付与した上顎総義歯の側方咬合位試験片咬みしめについて—。日大歯学 72, 46-54.
- 36) 西川美月, 祇園白信仁, 森谷良彦, 田中章寛, 川本 司, 池田貴之, 森谷良孝, 尾崎俊郎, 縄田博之, 瀧澤朋章 (2000) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究—IV-1. 半解剖的人工臼歯を用いた上顎総義歯の中心咬合位および側方咬合位について—。日大歯学 74, 65-75.
- 37) 大栗孝文, 河野文昭, 市川哲雄, 松本直之 (2000) 頬側咬頭間隙量が負担圧分布に及ぼす影響—シミュレータによる検討—。補綴誌 44, 394-403.
- 38) 西川美月 (2000) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究—IV-2. 20° 人工臼歯を用いた上顎総義歯の側方咬合位試験片咬みしめについて—。日大歯学 74, 233-241.
- 39) 川本 司 (2001) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究—高度顎堤吸収を呈した上顎総義歯の試験片噛みしめについて—。日大歯学 75, 251-259.
- 40) 田中章寛 (2001) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究—リンガライズドオクルージョンが顎堤吸収の進行した上顎総義歯に及ぼす影響—。日大歯学 75, 260-268.
- 41) 小川江里 (2001) 局所機能圧・負担圧に関する基礎的研究—高度顎堤吸収のリンガライズドオクルージョン上顎総義歯の側方咬合位試験片咬みしめについて—。日大歯学 75, 599-606.
- 42) Cheng YY, Cheung WL, Chow TW (2010) Strain analysis of maxillary complete denture with three-dimensional finite element method. J Prosthet Dent 103, 309-318.
- 43) 近藤雄学 (2013) 咬合時の上顎総義歯床下顎堤粘膜の圧負担様相。日大歯学 87, 51-57.
- 44) 佐藤 仁, 加藤深雪, 祇園白信仁, 岩崎洋子, 豊島浩実, 塩田洋平, 成田達哉, 浜中一将, 清水政利, 和泉憲一 (2010) フィルム型センサによる義歯床下負担圧測定システムの構築。老年歯医 24, 344-353.

- 45) 佐々木 真(2003) 全部床義歯装着者における習慣性咀嚼側に関する研究. 鶴見歯学 29, 23-35.
- 46) Kapur KK (1967) A clinical evaluation of denture adhesives. J Prosthet Dent 18, 550-558.
- 47) 深水皓三 (1974) 総義歯の第1大臼歯部における咀嚼力および咬合力に関する研究. 補綴誌 17, 491-516.
- 48) 祇園白信仁 (1982) 総義歯における人工臼歯の咬合面形態の相違による咀嚼力および咬合力に関する研究—第4報 削合について—. 補綴誌 26, 413-429.
- 49) 近藤雄学, 佐藤 仁, 成田達哉, 加藤深雪, 藤田哲雄, 坪田健嗣, 竹内 健, 由木 智, 山岡 大, 祇園白信仁 (2011) 義歯床下負担圧測定システムで用いるセンサの出力特性に関する基礎的研究. 日大歯学 85, 117-123.
- 50) 近藤雄学, 福井雄介, 浦田健太郎, 植木隆一, 李 淳, 佐藤 仁, 伊藤智加, 山田雅昭, 山口研一, 祇園白信仁 (2012) 義歯床下負担圧測定システムで用いるセンサの出力特性—上顎無歯顎シミュレータへの応用—. 日大歯学 86, 113-118.
- 51) 田中資郎 (1973) 口蓋粘膜のクリープに関する研究. 補綴誌 16, 358-379.
- 52) 志賀 博, 川口一夫, 稲富健祐, 小林義典 (1987) 咀嚼運動の機能的分析 第4報咀嚼サイクルの安定性について. 歯学 75, 691-692.
- 53) 野村太郎 (2004) 義歯装着者における最大咬合力と咬筋の厚さの関連性. 補綴誌 48, 573-582.
- 54) 大島健嗣 (1968) 総義歯床座粘膜の被圧縮時における荷重量および圧縮量に関する研究. 補綴誌 12, 245-291.
- 55) 今井守夫 (1988) 上顎全部床義歯の動揺に関する研究—第2報 機能時の義歯の動揺と関連する因子の分析—. 補綴誌 32, 936-946.
- 56) 山田真一, 吉田真理, 東 和生, 瑞森崇弘, 宮内修平, 丸山剛郎 (1991) アンテリアガイダンスの異常における咀嚼運動経路に関する臨床的研究. 顎機能 9, 1-6.
- 57) 瑞森崇弘, 吉岡慎郎, 中南匡史, 宮内修平, 丸山剛郎 (1991) シロナソグラフ・アナライジング・システムによる咀嚼運動のコンピュータ診断に関する研究. 顎機能 9, 7-12.
- 58) 松永郁子, 齊川紀代子, 椎名順朗, 森戸光彦, 細井紀雄, 尾花甚一 (1977) 全部床義歯患者

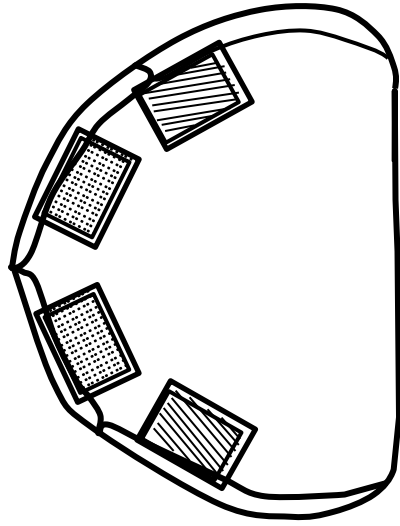
の統計調査と経過観察. 鶴見歯学 3, 129-138.


- 59) 西村克彦, 石川浩之, 丸山正隆, 久世 恵, 寺崎麻里, 榎本雄次, 間中由紀, 村野ゆき子, 山本 健, 森戸光彦, 細井紀雄 (1996) 全部床義歯患者の統計的観察 (I). 鶴見歯学 22, 289-302.


図および表



第 1 図 実験用義歯咬合面観



 : 前歯部用センサーシート

 : 臼歯部用センサーシート

第2図 センサーシート設置部位

第1表 被験者と義歯使用状況

被験者	性	年齢 (歳)	総義歯経験年数	習慣性咀嚼側	顎堤の評価 ⁴⁶⁾
A	男性	80	12	右	14
B	女性	74	5	右	16
C	女性	77	8	左	16
D	女性	74	11	右	15
E	女性	67	5	右	16
F	男性	73	12	右	15
G	男性	71	12	右	14
H	女性	73	3	右	15
I	男性	72	11	左	18
J	男性	67	6	右	15
K	女性	74	7	右	14
L	男性	70	11	右	14
M	男性	79	26	右	15
N	男性	76	8	右	16
O	男性	79	17	右	14
平均±SD	—	73.7 ± 3.9	10.3 ± 5.5	—	15.1 ± 1.1

第2表 各被験者における咀嚼側の義歯床下負担圧

被験者	義歯床下負担圧(kPa)		有意差
	咀嚼側臼歯部	咀嚼側前歯部	
A	45.4 ~ 132.6 (71.5 ± 23.8)	32.3 ~ 91.3 (55.2 ± 17.8)	+
B	65.3 ~ 118.8 (89.3 ± 15.1)	7.7 ~ 35.1 (19.9 ± 6.8)	+
C	114.9 ~ 281.8 (226.4 ± 66.8)	148.4 ~ 245.0 (203.0 ± 29.4)	-
D	50.2 ~ 149.9 (87.6 ± 25.4)	247.0 ~ 301.9 (284.6 ± 13.6)	-
E	67.2 ~ 143.6 (101.1 ± 21.8)	19.9 ~ 32.4 (25.4 ± 3.9)	+
F	209.0 ~ 280.1 (247.2 ± 16.4)	54.6 ~ 95.3 (76.5 ± 12.1)	+
G	85.3 ~ 174.8 (125.9 ± 26.1)	73.8 ~ 132.6 (103.4 ± 22.4)	+
H	39.7 ~ 141.6 (94.6 ± 27.4)	117.6 ~ 233.2 (169.0 ± 35.0)	-
I	171.7 ~ 273.5 (223.0 ± 31.5)	199.5 ~ 311.1 (262.0 ± 36.6)	-
J	102.8 ~ 249.9 (186.5 ± 50.1)	59.8 ~ 219.1 (143.2 ± 43.4)	+
K	51.5 ~ 99.4 (76.2 ± 15.4)	92.7 ~ 152.9 (122.4 ± 16.9)	-
L	201.4 ~ 262.3 (239.2 ± 18.5)	85.3 ~ 167.0 (121.3 ± 22.5)	+
M	50.6 ~ 164.4 (105.9 ± 33.9)	70.7 ~ 126.8 (101.6 ± 15.5)	-
N	250.4 ~ 306.8 (285.2 ± 18.4)	32.3 ~ 55.1 (46.4 ± 5.4)	+
O	118.0 ~ 185.2 (153.4 ± 21.4)	33.8 ~ 66.0 (50.0 ± 10.4)	+

第3表 各被験者における非咀嚼側の義歯床下負担圧

被験者	義歯床下負担圧(kPa)		有意差
	非咀嚼側臼歯部	非咀嚼側前歯部	
A	0.2 ~ 21.1 (5.9 ± 6.3)	3.8 ~ 47.1 (19.5 ± 10.2)	—
B	0.4 ~ 11.6 (5.2 ± 3.4)	33.4 ~ 90.0 (60.4 ± 19.8)	—
C	0.9 ~ 47.2 (13.2 ± 12.1)	26.4 ~ 88.0 (54.2 ± 17.3)	—
D	0.0 ~ 11.7 (0.8 ± 2.9)	2.8 ~ 15.6 (5.0 ± 3.1)	—
E	1.2 ~ 20.8 (5.9 ± 4.4)	25.9 ~ 41.6 (31.8 ± 4.2)	—
F	0.0 ~ 0.3 (0.0 ± 0.1)	1.7 ~ 14.8 (6.2 ± 4.7)	—
G	0.3 ~ 16.3 (3.3 ± 4.0)	18.0 ~ 82.9 (40.5 ± 19.8)	—
H	0.0 ~ 1.3 (0.2 ± 0.3)	9.3 ~ 76.4 (36.8 ± 18.2)	—
I	0.0 ~ 46.4 (9.8 ± 12.7)	0.3 ~ 63.2 (22.9 ± 18.2)	—
J	0.0 ~ 1.2 (0.1 ± 0.4)	0.0 ~ 8.8 (2.3 ± 2.6)	—
K	0.0 ~ 0.0 (0.0 ± 0.0)	0.0 ~ 0.3 (0.0 ± 0.1)	—
L	1.0 ~ 23.8 (5.7 ± 6.7)	9.1 ~ 58.6 (27.1 ± 13.6)	—
M	0.0 ~ 11.5 (1.6 ± 3.5)	27.5 ~ 81.0 (52.5 ± 14.8)	—
N	0.4 ~ 3.4 (1.5 ± 0.7)	26.4 ~ 90.9 (54.1 ± 18.5)	—
O	0.0 ~ 2.8 (0.4 ± 0.9)	3.1 ~ 12.0 (5.3 ± 2.1)	—

第4表 義歯床下負担圧の分布パターン

	臼歯部が 有意に大	前歯部が 有意に大	臼歯部 >前歯部	臼歯部 <前歯部	臼歯部 ≒前歯部
咀嚼側	9/15	0/15	1/15	4/15	1/15
非咀嚼側	0/15	0/15	0/15	14/15	1/15