有床義歯のための印象方法に関する基礎的

ならびに臨床的研究 (第1報)

印象材の内圧および流動状態について

関 根 弘* 田 島 篤 治 海 洲 馨 一
遠 藤 義 弘 溝 上 隆 男 平 井 泰 征

Fundamental and Clinical Studies on the Impression Making of the Dentures
(1st Report)

Internal Pressure and the Aspects of Flowing of the Impression Materials

Hiromu Sekine, Tokuji Tajima, Keiichi Kaizu,
Yoshihiro Endo, Takao Mizokami, and Yasuyuki Hirai

I 緒 論

有床義歯における義歯床すなわち床下粘膜の咬合圧負担能力はその義歯の咀嚼能力を左右する条件のなかで最も重要であるが、そのような義歯床の負担能力の増大をはかる場合に、床の面積の増大を要することは明らかであるが、同時に床下粘膜の負担圧の均等化をはかることもすこぶる重要な条件となる。すなわち、負担域の局部に圧が偏在する場合には、その部が疼痛に耐え得る限界圧を現わしたときを以つて床全体の負担力の上限が規制されるからである。またそのような疼痛を起こす部分においては、組織の炎症や損傷を起こすことが多いことも周知のとおりである。ところが、宮下ら¹⁾²⁾³⁾⁴⁾の研究によつても明らかなように、床下粘膜は部分的に種々の異なつた被圧縮度を有する場合が多く、義歯床によつて加圧された場合の圧の均等化が問題となる。われわれは、このような咀嚼・咬合力が加わつたときに均等な負担圧を現わすという要求を満たすような義歯の基礎面 basal surfaceを得るための印象方法について、基礎的ならびに臨床的検討を行なつてゐる。さて、印象材は硬化が終るまでは、可塑性ないし粘弾性を有するが、被印象体である粘膜もまた粘弾的な物理的性状を有するものである。このことより考えるならば、有床義歯のための印象法の検

討にあつては、レオロジー的⁵⁾な検索が必須のものとなつてくる。このような観点からの研究を進めるにあたつては、まず粘膜の変形または圧縮を起こさせるところの印象材の加圧能力を把握する必要がある。今、印象材が圧接される時の状態をみると、トレーと粘膜との間に存在する間隙を印象材が流れ溢れることが分るが、トレーの圧接にともなつて流出間隙が小さくなり、印象材の流動抵抗が増大する。一方印象材自体の流動抵抗も印象材の種類によつて異なることが考えられ、印象材の加圧能を論ずるにあたつては、この印象材自体の性状と流動路とを加味して検討を行なう必要がある。有床義歯の印象方法については幾多の先人により多くの努力が払われている。1860年に Stent, C. がモデリング・コンパウンドを発明して以来、印象方法は徐々に発達し、1910年頃から急速に進歩した。印象法は加圧印象法と無圧印象法の二つに大きく分けられているが、これらの印象法の究極の目的は、咬合圧負担能を増すと同時に義歯床下組織の保全をはかることにある。また、義歯床の維持を増す目的で床縁からの外気の侵入を防ぐ周縁閉鎖法、粘膜の生理的な機能的運動の限界を印象面に表現して義歯の安定をはかる機能的印象法、その他、連合印象法、筋圧形成法、咬合圧印象法等の術式がつぎつぎに発表され改良されてきた。一方、印象法の発達にともない基礎的研究もかなり進歩してきているが、印象の対象となる顎骨ならびに粘膜等がいろいろな因子、すなわち、顎骨の形

* Dept. of Prosthetic Dentistry, Tokyo Dental College
東京歯科大学補綴学教室

態、粘膜の部位による被圧縮度差等を含む諸々の問題を数多く有するために印象法に対して特にレオロジー的問題を中心とした力学的立場からの裏付けを行なった研究に乏しく、いまだ多くの問題点を残している。さて、粘弾性体である義歯床下の粘膜は加圧の程度によつて、種々にその形状を変え、印象材も種々の流動状態を示すので、印象の方法によりその印象面は種々に違ってくる。従つて、完全な機能を営む義歯床の basal surface の基準としては、さきに述べたように、機能的な要求、つまり、口腔内における義歯床の維持、安定、咬合力負担能および生物学的保護すなわち、顎骨ならびに粘膜等の保全にあずかる印象面を適当な印象方法によつて得なければならない。このような印象方法における諸条件と粘膜の変形あるいは印象面との関係に介在する因子は、その基礎的条件として、印象材の流動性、印象材の内圧とトレー圧接速度および印象材の流動路、すなわち、トレーと被印象体との間隙、被印象体の性質ならびに印象材の硬化条件等が考えられる。

われわれはこのような観点から今回は基礎的研究として、トレー圧接時の印象材の内圧および流れの状態について検討した結果、興味ある結果を得たのでここに第1報として報告する。

II 実験方法

図1に示すような加圧装置に保持されたトレーによつて、種々の印象材を被印象体に一定の速度で垂直に加圧し、トレー内面に設置された圧力計によつて、トレー圧接時の印象材内圧を測定するとともに、加圧装置に設置されている変位計によつて、トレーの変位量を測定し、

図1 印象材内圧測定装置およびトレー変位量測定装置

図2 印象材内圧測定用トレー

「インク書きオシログラフ」に両者を同時記録した。

1. 実験装置

1) トレー

トレーは図2に示すように平坦面を有する直径50mmの金属円板である。このトレーの平坦面の中央、辺縁およびその中間の3個所に直径5mmの受圧部をもつ圧力計を設置した。なお、この圧力計は抵抗線歪計を応用したものである。

圧力計を構成する load beam に対しては既知の荷重量に対する歪量を求めて較正を行なった。最大10kgまでの種々の荷重量について10回ずつ測定を行ない、図3に示すように本実験の測定条件の範囲内では十分なる精度、直線性および感度を有していることを認めた。

2) 変位計

トレーの変位量を記録するために抵抗線歪計を応用した変位計を図1に示すように加圧装置に装着した。

変位計を構成する load beam に対しては既知の変位量に対する歪量を求めて較正を行なった。最大30mmまでの種々の変位量について10回ずつ測定を行ない、図4に示すように本実験の測定条件の範囲内では十分なる精度、直線性および感度を有していること

図 3 印象材内圧測定装置の荷重量—歪量曲線

図 4 トレー変位量測定装置の変位量—歪量曲線

表 1 印象材の種類

アルジネート 印象材	粉	末	テクニコール(G社)
	ペースト		アルジエース(S社)
	ペースト		ナルギン(B社)
ラバー・ペー ス印象材	ポリサルファ イド・ラバー		シュールフレックス (G社)
	シリコン・ラ バー		フレキシコン(G社)
酸化亜鉛 ユ ージノール・ ペースト			ネオダイン(N社)
モデリング・ コンパウンド			中 性(G社)
石 膏			歯科用石膏

を認めた。

2. 印象材および使用条件

実験に使用した印象材は表 1 に示すように、アルジネート印象材 3 種、ラバーペース印象材 2 種、酸化亜鉛ユージノール・ペースト 1 種、モデリング・コンパウンド

表 2 各種印象材の練和条件
室温 25°C, 湿度 38%, 水温 20°C

種 類	混 合 比	練和時 間(秒)
テクニコール	水25cc：粉末12g	60
アルジエース	ペースト 6：石膏 1	60
ナルギン	ペースト 3：石膏 1	60
シュール フレックス	主材及びアクセレーター等量	60
フレキシコン	主材 1：キャタリスト 0.5 リア クターは主材 1cmにつき 1 滴	40
ネオダイン	酸化亜鉛およびユージノール等 量	60
モデリング・ コンパウンド	50°Cの温水中で均一に軟化	
歯科用石膏	石膏 55g：水 25cc	60 (120回)

(中性) 1 種および石膏の計 8 種類であり、また使用条件は表 2 に示すとおりである。

3. 加圧ならびに測定方法

上記の条件のもとに操作された印象材を直径 55 mm の平坦面を有する金属の被印象体上に、厚径約 10 mm にとりトレー面によつて圧接を行なつた。圧接終了時の印象材の流動路がモデリング・コンパウンドにおいては

図 5 印象材の内圧と流動路との関係を記録した
オシログラムの 1 例
タイマーは 1 秒単位

図 6 印象材流動路の大きさと内圧との関係
モデリング・コンパウンド

図 7 印象材流動路の大きさと内圧との関係
ポリサルファイド・ラバー (S)

図 8 印象材流動路の大きさと内圧との関係
シリコン・ラバー (F)

図 9 印象材流動路の大きさと内圧との関係
酸化亜鉛ユーギノール・ペースト (N)

図 10 印象材流動路の大きさと内圧との関係
歯科用石膏

図 11 印象材流動路の大きさと内圧との関係
アルジネート印象材 (A)

図 12 印象材流動路の大きさと内圧との関係
アルジネート印象材 (N)

図 13 印象材流動路の大きさと内圧との関係
アルジネート印象材 (T)

図 14 各種印象材と内圧 (残溜厚さ 3 mm)

3 mm, 他の 7 種の印象材においては 1 mm として, 硬化しない時期の印象材内圧をおおの 5 回ずつ測定し, それらの測定値の平均値を求め受圧部における圧力, すなわち単位面積当りの力量に換算し, 測定値とした。

III 実験結果

実験方法において述べた条件に従い, 印象材をトレーにて加圧し, 図 5 に 1 例として示したようなオシログラムを得た。そしてこれらのオシログラムから印象材内圧を算出し, 図 6 から図 14 までのような結果を得た。実線はトレーの中央部, 点線は辺縁部, 破線は中間部における測定値を示す。図 13 はアルジネート印象材 (テクニコール) の結果を示したものであり, 印象材内圧は印象材流動路が狭くなるに従い上昇しているが, 流動路がある程度以下に狭くなると急激に増加している。また, トレー内の部位によってもかなり異なり, 中央部から辺縁部に移るにしたがい小さい値を示し, 辺縁部においては, 中央部の約 $\frac{1}{3}$ に小さくなっている。図 6 から図 13 までの印象材内圧と流動路との関係をアルジネート印象材 (テクニコール) の場合と比較すると, 内圧の絶対値は異な

るが, 各印象材について流動路と内圧との関係は同一傾向を示し, トレー内の部位と内圧との関係もそれぞれ同一傾向を示す。図 14 は流動路 3 mm における各種印象材の内圧を比較したものであるが, モデリング・コンパウンドが最も大きく, 次いでテクニコール, ポリサルファイド・ラバーならびにシリコン・ラバー, 以下, 酸化亜鉛ユージノール・ペースト, アルジエース, ナルギンおよび石膏の順に小さくなっている。

IV 考 察

1. 印象材の内圧と流動路について

実験結果に見られるように, 硬化しない時期における印象材の内圧と流動路の間には深い関係が認められるすなわち, 内圧は流動路が狭くなるに従い大きくなるが, とくにある幅径以下になると急激に増加している。これは流動路が狭くなったために印象材の流動抵抗が増し, 内圧が上昇したものであると思われる。それらの圧力の絶対値についても, 通常, 義歯床下の粘膜が負担する程度の圧の大きさは, 流動性の高い印象材によっても, その流動路さえ小さくなれば十分得られることが考えられる。

2. トレー内の部位と内圧との関係

内圧はトレーの部位によって差異を示し, いずれの印象材についても中心部から辺縁部に向かって減少する傾向を示しているが, これは, 圧接された印象材が外側へ向って流動溢出して行く場合に, 外側へ行くに従って印象材の粘性によって, すなわちトレー面および被印象面の流動抵抗によって力学的エネルギーが失われて行くことによるものと解せられる。すなわち, これを物理学的現象として考えてみるならば, 図 15 に示すような管

図 15 管内の流動体の内圧における 落差損失現象

- ρ : 粘度, g : 重力
- P_1 : 点 1 における圧力
- P_2 : 点 2 における圧力
- v_1 : 点 1 における流速
- v_2 : 点 2 における流速
- h_1 : 点 1 における落差
- h_2 : 点 2 における落差

内を流れる流体の現わす圧力について考えた場合に、流れに沿った2点、1および2における流体力学的状態に関しては、

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g (h_2 + H_2)$$

の式⁹⁾が成立する。この場合の H_2 はエネルギー損失を高さになおしたもので、一般に落差損失とよばれ、これは流れの進む方向に沿って増加する。つまり、流れの進みにともなう圧力は減少する。このような現象は、流体に現われるものであるから、流動が続く限り圧力差が現われ、流動が止まればその差が消失し、パスカルの原理に従い等圧を現わすものである。

3. 印象材内圧発現の意義について

今回の実験においては、印象材の練和後において、未硬化しない状態について観察を行なったので、硬化にともなう流動性⁷⁾の減少、すなわち、粘性の増大によって内圧発現の状態がどのように変わるかという点について検討する必要がある。さらに、実際に弾性を有する被印象体をこのような内圧の条件において印象した場合に、被印象体を圧縮した状態において印象が可能であるか否かについても検索を要するものと考えられる。しかし、モデリング・コンパウンド以外の比較的に流動性の高い印象材を他の理由から用いるというような場合においても、流動路を十分小さくするような加圧条件を与えるならば、必要な加圧状態を印象時に現わすことが可能であることを確認しえた。

V 結 論

口腔内における義歯床の維持、安定、咬合力負担能および床下組織の保全に対して重要な因子となる有床義歯の基礎面は機能的な要求にそくするものでなければならない。しかも、加圧によって粘弾性を示す粘膜がその座となるので、この面を得るための印象方法については、レオロジー的観点からの検討が必要である。著者らはこれらの問題を究明する基礎的段階として、次のような実験を行なった。形を単純化したトレーによって、種々の

印象材を被印象体に加圧し、トレーの内面3個所に設置された抵抗線歪計を応用した圧力計によって、トレー圧接時における未硬化時期の印象材内圧をインク書きオシログラフによって記録した。その結果を要約すると次の通りである。

1. 印象材内圧は、印象材によって絶対値にかなり差異を示すが各種印象材について流動路すなわち、トレーと被印象体との間隙が狭くなるに従い増加し、とくに流動路がある幅以下になる場合には内圧の急激な増大が認められ、流動路を小さくするならば、一般に義歯床下の粘膜が咬合圧によって現わすと思われる程度の加圧状態は、流動性の高い印象材によっても容易に得られることが確認された。

2. トレー内の部位によって、印象材の内圧はかなり異なり、中央部から辺縁部に移るに従い減少する傾向を認めた。

参 考 文 献

- 1) 宮下恒太, 関根弘, 北村勝衛: 咬合圧による義歯床の沈下と粘膜の被圧縮状態とに関する研究 (I), (抄録), 歯科学報, 63: 22-23, 1963.
- 2) 宮下恒太, 関根弘, 北村勝衛: 咬合圧による義歯床の沈下と粘膜の被圧縮状態とに関する研究 (II), (抄録), 補綴誌, 8: 178, 1964.
- 3) 宮下恒太, 関根弘, 北村勝衛: 咬合圧による義歯床の沈下と粘膜の被圧縮状態とに関する研究 (III), (抄録), 歯科学報, 65: 14, 1965.
- 4) Kitamura, K., Sekine, H. & Miyashita, T.: Studies on the Relationship between Sinking of the Denture Base through Biting Pressure and Muco-Compressibility, J. D. J., 2: 25-33, 1965.
- 5) 佐久間孔毅: 無歯顎印象採得のレオロジーによる検討, 歯材器誌, 12: 79-124, 1965.
- 6) 戸田盛和, 宮島竜興: 物理学ハンドブック, 東京, 昭和38, 朝倉書店, 84-98頁.
- 7) 溝上隆男: 臨床の所要条件からみたアルジネート印象材の性状について, 歯科学報, 65: 317-327, 1965.