義歯床下粘膜の組織呼吸に関する実験的研究

小 山 栄 三 岩 崎 禎 大 原 靖

Tissue Respiration under Resin Plate

Eizo Koyama Tadashi Iwasaki Yasushi Ōhara

義歯を装着した場合、義歯床下の組織がどのような経過をへて、いかなる状態をたどるかを究めることは、義歯を作製するに際して重要な問題である。抜歯後、相当の年月がたっている症例でも義歯装着後、床下組織が変化するため何年に1度かは義歯を作りかえる必要のあることは、臨床的にしばしば遭遇するところである。

義歯床下の組織変化に関する肉眼的ならびに病理組織学的研究は、従来より数多くなされている^{1,2)}。それによると、義歯の装着により顎骨への影響があるとするものや^{3,4)}、義歯床下の組織は色々な刺激により反応性の変化を惹起し、形態的な適応現象を示すというもの^{1,7)}などがあり、必ずしも諸家の見解は一致していない。

一方、生体の変化を代謝過程の変化として追求する研究もさかんになっている^{10,11)}。口腔粘膜を物質代謝の面よりみると、結合繊維や脂肪組織が多いため、代謝活性は他の組織より必ずしも高くはないが、諸々の生理的条件のもとで大きく変化することも知られている¹²⁻¹⁷⁾。著者らは、義歯を装着した場合の口腔粘膜の代謝現象について解明する手始めに、その基礎的な研究として、動物にレジン床を装着して、その床下粘膜の組織呼吸をワールブルグ検圧計を用いて測定を行なった。

実験材料および方法

実験に用いた動物は比較的若い雄の成犬で、肉眼的に観察して口蓋粘膜の正常と認められるもの35頭を選んだ。被検部は硬口蓋後方を対象とし、摂食の刺激により組織変化をおこしている前方部をさけた。実験に使用した

義歯床はアクリリック系加熱重合樹脂を用いた。

実験方法は、Pentobarbital Sodium 0.5 ml/kg を動物の腹腔内に注入して全身麻酔を行ない、義歯床を維持させるため、図1に示すように上顎両側第4小臼歯の口蓋側面に、歯髄を障害しない程度に深さ約1.5mmの溝を注意して削除形成した。ついで、上下顎をラバーベースで印象採得し、その石膏模型上で上顎両側第4小臼歯間の口蓋部に、幅2cm、厚さ2mmの加熱重合レジン板（以下、レジン床と略す）を作製した。

このレジン床を、咬合した場合、力が床を介して粘膜に加わるよう、レジン床に可動性をもたせて装着し、咬合調整を行なった。上顎両側第4小臼歯の窩洞ならびにレジン床の床縁を修正して、床を沈下させても床下組織にだけ力が加わり歯牙にかからないようにした。その装着は、加圧しないように粘膜上においた後、離脱を防ぐために上顎右側第4小臼歯の窩洞に即時重合レジンを充填した（図1）。なお、この際、レジン床との接着をさ

図1 レジン床装着状態

The 2nd Department of Prosthetic Dentistry
Dental School, Osaka University (Chief: Prof.
Shōjirō Kawai)
大阪大学歯学部歯科補綴学第2教室（主任：河合庄治
郎教授）

昭和46年10月15日受付

けるために分離剤として床縁にワセリンを塗布した。ついで、咬合状態は、上下顎の歯牙が装着前の咬合状態と同じになるように、咬合紙を用いて下顎両側第1大臼歯の咬頭を削除した。

組織呼吸の測定は、動物をネブタール麻酔下にレジン床下の被検部と、盲検部として床前方の部位を切除し、氷冷した生理食塩水中ですみやかに洗滌後、可及的に上皮結合組織を取り除き、トーションバランスにて、300 mg 湿重量を秤量し、氷室中にて、約 1 mm 以下の細片にした。ワールブルグ検圧計は、マノメーター、反応容器と恒温槽より構成されており、氷冷した反応容器の主室には、Krebs-Ringer-Bicarbonate 溶液 1.7 ml と、上記細片 300 mg 湿重量を入れ、側室には、基質として 10 μ moles のコハク酸ソーダと 10 μ moles のグルコースを、また副室には、30% NaOH 0.3 ml と 2×1.6 cm の濾紙を丸めたものを入れ、すばやくマノメーターに取り付ける。反応は 37°C の恒温槽中で振盪させつつ行ない、側室の基質を主室に入れることにより開始し、数分後の温度平衡に達してのち、10 分間隔でマノメーターの変化を測定した。

一般に生体は、組織呼吸により酸素を消費し炭酸ガスを排出しているが、発生する炭酸ガスは副室中のカセイソーダにより吸収されるので、マノメーターの変化は酸素吸収のみの変化を測定できる。マノメーターの読みの変化より、吸収された酸素量の換算は次の式により行なった¹⁰⁾。

t 時間後に消失したガス容積 (X) は、t 時間後の反応後のガス容積 (標準状態に換算して) より、反応前のガス容積の差であらわれ、

$$X = \left(V_g \frac{273}{T} \cdot \frac{P}{P_0} + V_f \alpha \frac{P}{P_0} \right) - \left(V_g \frac{273}{T} \cdot \frac{P-h}{P_0} + V_f \alpha \frac{P-h}{P_0} \right) = h \left(\frac{V_g \frac{273}{T} + V_f \alpha}{P_0} \right) = hK$$

によって求められる。

h : t 時間前後のマノメーター開脚の読み (mm の差)
V_g : 反応容器内のガス相の容積 (μ l)
V_f : 反応容器内の液相の容積 (μ l)
P : t 時間経過前の気圧
P₀ : 1 気圧
T : 絶対温度であらわした反応温度
 α : 温度 T, 1 気圧のもとで、反応容気内ガスの液相への溶解度 (溶解ガス ml/ml 液)
K : 容器恒数
上記の式により、t 時間前後のマノメーターの読みの

差 h に容器恒数 K を乗ずれば、その間に消失したガス量を知ることができる。容器恒数 K は、反応容器に特有で一度測定しておけばよい。

実験結果

基質について検討したところ表 1 に示すごとく、コハク酸が基質として酸素吸収量が、もつとも多く、グルコース、ピルビン酸がこれについていた。基質としては、コハク酸とグルコースを用いることにした。反応の経時変化については、2 時間までは一定の酸素吸収量を示し比例関係があり、従つて、測定は初めの 1 時間とした。

表 2 は、レジン床装着後 3 日目の床下組織の酸素吸収量である。単位は、被検部の組織 1 g 湿重量あたり、1 時間に使用された酸素量を μ l であらわした。4 例中、2 例において、対照正常組織より高い酸素吸収量を示した。対照部の値を 100 として比較してみると、93.3, 132.8, 127, 98.8, となり平均は 113.0 であつた。

表 3 は、レジン床装着後 5 日目の床下組織の酸素吸収

表 1 基質に対する呼吸活性の差

Substrate	O ₂ Absorption μ l/gr tissue/hr
none	140.0
pyrvate	136.8
glucose	175.0
succinate	310.0

表 2 レジン床下粘膜の呼吸活性

3 days after Resin plate insertion

control	denture μ l/gr tissue/hr	%
199.0	185.8	93.3
220.0	292.0	132.8
152.0	193.0	127.0
158.0	156.3	98.8

表 3 レジン床下粘膜の呼吸活性

5 days after Resin plate insertion

control	denture μ l/gr tissue/hr	%
169.3	170.0	101.0
186.4	178.0	95.5
136.2	160.9	118.2
216.0	236.0	108.0

表 4 レジン床下粘膜の呼吸活性

10 days after Resin plate insertion

control	denture $\mu\text{l/gr tissue/hr}$	%
178.0	142.5	80.2
166.5	170.0	104.0
237.0	166.5	70.3
166.5	146.5	88.3
202.0	169.5	83.6
290.0	250.0	86.2

表 5 レジン床下粘膜の呼吸活性

30 days after Resin plate insertion

control	denture $\mu\text{l/gr tissue/hr}$	%
226.0	203.0	89.1
267.0	269.0	101.0
184.0	145.0	78.8
233.0	208.5	89.5
※ 237.0	310.0	130.5
※ 288.5	304.0	111.0
※ 220.0	258.0	117.0

量である。4 例中、3 例において対照部位より高い酸素吸収を示した。対照部の値を 100 として比較した値は、101.0, 95.5, 118.2, 108.0 となり平均は 106.0 であった。

表 4 は、レジン床装着後 10 日目の床下組織の酸素吸収量である。6 例中、5 例において対照部位より低い酸素吸収を示した。対照部の値を 100 として比較した値は、80.2, 104.0, 70.3, 88.3, 83.6, 86.2 となり平均は 85.5 であった。以上はレジン床装着後、ごく短期日の結果であるが、表 5 は、比較的長期のものとしてレジン床装着後 30 日目の測定結果である。※の 3 例は、床装着部位に発赤腫脹あるいは、潰瘍を形成していたもので、これら 3 例はすべて、対照部位より高い値を示した。パーセントは 130.5, 111.0, 117.0 で平均は 119.3 であった。これらを除いた 4 例について、3 例は対照部位より低い値を示し、対照部の値を 100 として比をとってみると、89.1, 101.0, 78.8, 89.5 で平均は 89.7 であった。

以上の結果を表にまとめてみると、表 6 のごとくである。レジン床装着 3 日目の 4 例の平均が 113, 5 日目の 4 例の平均が 106 と酸素消費量は対照部位より上昇している。これは、レジン床装着後、数日間は床下口腔粘膜

表 6 呼吸活性の経日的変化

days after denture insertion	%	average
3 days	93.3	113.0
	132.8	
	127.0	
	98.8	
5 days	101.0	106.0
	95.5	
	118.2	
	108.0	
10 days	80.2	85.5
	104.2	
	70.3	
	88.3	
	83.6	
	86.2	
30 days	89.1	89.7
	101.0	
	78.8	
	89.5	
	※ 130.5	※ 119.3
	※ 111.0	
	※ 117.0	

の物質代謝が明らかに促進されていることを示している。また、30 日目の 3 例のように発赤腫脹あるいは、潰瘍を形成した場合にも、物質代謝は促進されることがわかった。しかしながら、レジン床装着後 10 日目では 6 例の平均が 85.5, 30 日目では 4 例の平均が 89.7 とわずかながら呼吸活性は減少した。これは床装着後 3~4 週間目になると、床下口腔粘膜の物質代謝は低下することを示している。

考 察

義歯床下の組織変化に関する肉眼的ならびに、病理組織学的研究は従来より数多くなされているが、義歯の床下粘膜に及ぼす影響については、必ずしも諸家の見解は一致していないようである。Stansbery⁸⁾, Fröhlich⁹⁾ 等は、義歯床下の組織は著明な変化をおこし、顎堤の変形もさけられないとのべ、Grohs¹⁾, 大原⁷⁾は、義歯を装着すると、咬合力が義歯床を介して働き、粘膜ならびに顎骨の変化をおこすが、日時の経過とともに改造現象がお

こり、床下組織が義歯に適応するにいたると報告している。これに対して Pendleton²⁾ は、義歯床下にみられる組織変化は、義歯を装着していない場合でもみられるような変化で、義歯装着患者に特有なものではないとのべている。

一方、生物に共通な生命現象を代謝機能の方面より追求する研究も多くなっている^{10,11)}。しかしながら、歯科補綴学領域においてこの方面の研究が少ないのは、口腔領域の組織は一般に代謝速度も遅く不活発であったり、研究上、多量の試料が得がたいことなどが大きく左右していたと思われる。口腔粘膜は代謝機能の面よりみると、結合繊維や、脂肪組織が多いため活性は著しく低い。その程度は、組織呼吸でみると肝臓、腸粘膜の約1割くらいである¹⁹⁾。しかし、これだけで歯肉の呼吸活性は、他の組織より著しく弱いとは結論できず、無細胞成分が多い結合組織では、単位重量あたりで算出される QO_2 (内在呼吸の活性) は低くても、細胞数に比例する DNA 量あたりより呼吸活性をみると、肝よりはずつと劣るが脾臓とはほぼ同程度になる²⁰⁾。同時に、歯肉はその生理的条件の変動につれて呼吸活性も大きな変化を示すことが知られている¹²⁻¹⁷⁾。今回、著者らは、義歯床下の口腔粘膜の代謝現象について解明するための第1歩として、レジン床下粘膜の呼吸活性をワールブルグ検圧計を用いて測定し、その変化を追求し、また、義歯構成のための基礎的データの助として、本実験を行なった。

実験に使用した義歯は、陶歯を配列しない板状の加熱重合レジン床を用いた²¹⁾。また、実験の対象部位としては、無歯顎堤は抜歯手術による創の治癒にかなりの差があり^{22,23)}、一定の組織状態が得られにくい欠点があるので、組織状態が比較的安定な口蓋厚唇部を選び、しかも、摂食時の食塊などによる刺激で組織変化をおこす口蓋前方部はさけ、上顎両側第4小白歯間の硬口蓋部を選んだ。また、レジン床の構成は咬合した場合、力が床を介して粘膜に加わるように可動性をもたせてつくった²¹⁾。床下の汚物停滞については、1週間毎に床下を清掃することにより、この汚物停滞等による刺激を軽度におさえた²⁵⁾。

従つて、今回、呼吸活性の測定により代謝機能の変化があらわれたのは、咬合力による刺激が主な因子で、その他は附随的なものと考えている。

歯肉の呼吸活性の測定には、切片を用いた時とホモジネートを用いた時とは、与えた基質の利用度が違い、切片の場合はコハク酸だけが著明に利用されると報告されているが¹⁹⁾、本実験でもグルコースとコハク酸が基質として良い結果を得たのでその両者を基質とした。反応

中の酸素吸収量の時間的経過について、本実験では2時間まで比例関係をみているが、その後の追加実験では4時間まで比例関係があつた。

レジン床下粘膜の呼吸活性は床装着後3日目で、4例の平均が113、床装着後5日目の4例平均が106と、床装着後一定期間は粘膜の物質代謝は上昇した。大原の同一条件下での病理組織学的所見によれば⁷⁾、3日目では床下粘膜厚唇部で、上皮突起が結合繊維やや不規則に増殖し、粘膜固有層には毛細血管の拡張、充血、円形細胞の浸潤などの炎症性反応がではじめ、5日目では、上皮の変化はやや著明で表層の錯角化が強くなり、棘細胞は肥厚し上皮突起も深部へ増殖しているほか、粘膜固有層では線維束間ならびに、血管周囲に多くの円形細胞が浸潤し線維芽細胞の増殖も認められ、これらの炎症性変化は漸次、深部に波及すると報告している。

内在呼吸活性は、歯肉の状態により大きな変化を示し、Glickman¹²⁾ は、わずかな炎症と増殖のみられる場合には正常歯肉にくらべ、約11%上昇し、著しい炎症と増殖のみられる場合には約62%上昇すると報告している。Schrader¹³⁾ は、臨床的に炎症のある歯肉では QO_2 は82%上昇し、Manhold, Volpe¹⁴⁻¹⁷⁾ も軽度のもものでは19%の上昇を示し、もつと炎症がひどくなると4%の減少を示すとしている。また、Glickman²⁶⁾ は、イヌで歯肉切除後の創傷治癒過程の歯肉の呼吸活性の変化をしらべ、正常歯肉では QO_2 は1.5であるが、歯肉切除後5日目の炎症性細胞浸潤や毛細血管新生、上皮細胞の増殖などのみられる時期には、 QO_2 は約3.0になり、14日目に5.0、21日目に、だいたい正常歯肉の QO_2 になるとしている。著者らの実験結果は、大原の病理組織学的観察からみても軽度の炎症性変化の出はじめている時期であり、この時期に呼吸活性が上昇したのは、生体がレジン床に対して防禦的反応を示す結果、組織の増殖の過程あるいは、増殖しようとする過程で酸素消費が増加したと考えられる。

次に、レジン床装着後10日目の呼吸活性は、6例の平均が85.5、床装着後30日目の4例の平均は89.7といずれもこの時期は代謝活性は減少していることを示した。大原の同一条件下での病理組織学的所見によれば、10日目では上皮表層の角化層は強い錯角化を示し、棘細胞層も肥厚して acanthosis を呈するとともに、上皮突起は細く索状に増殖して樹枝状を呈している。結合繊維乳頭も不規則になり細い結合繊維が増加し、その線維束間には著明な円形細胞の浸潤、線維芽細胞の増殖、毛細血管新生、充血もみられ、これらの炎症は深部にも波

及しているとしている。ついで、15~20 日になると上皮の肥厚、増殖ならびに結合組織の炎症性変化は同程度あるいは減退の方向を示し、30 日目では上皮表層の角化層は正常に比してやや厚く、上皮突起の結合組織内への増殖もかなり、規則的になり、結合組織中の線維も太く、かつ緻密になり、乳頭層にはまだ軽度の炎症性細胞浸潤を認めるが、その深部や骨組織は異常を認めなくなっている、と報告している。Glickman は、炎症と増殖のみられる場合には QO_2 は上昇するが、変性的変化のある場合には逆に減少することを報告している。また、Leng²⁷⁾によれば、hypertrophic な歯肉では解糖活性 ($Q\dot{C}_{50}$) は著明に上昇するが atrophic な歯肉では、正常歯肉の 1/8 になるとし、その時の乳酸量も hypertrophic で 2 倍上昇し、atrophic で 1/2 になると報告している。著者らの実験結果では、大原の病理組織学的観察からみて、上皮の parakeratosis, acanthosis も織反著明で組織も認められる 10 日目より結合組織の線維化、軽度の慢性炎症に移行していく時期に相当している。Glickman²⁶⁾の創傷治癒過程での呼吸活性の変化は、21 日目に大体正常歯肉の QO_2 にもどるとしているが、著者らの実験のようにレジン床下という条件下では大原ののべているごとく、慢性炎症が伴っているため、組織は完全に正常にはもどらずに、atrophic な変化も伴っているのではないかと推察される²⁸⁾。

なお、発赤腫脹あるいは潰瘍を形成した床下組織ではいずれも明らかな呼吸活性の上昇をみた。

以上、著者らは義歯を装着した場合の口腔粘膜の代謝現象について解明する手初めとして、レジン床下粘膜の組織呼吸をワールブルグ検圧計を用いて測定し一定の知見を得た。しかしながら今回の実験で、実験結果にややばらつきがでているが、これは実験動物における固体差と単位組織あたりのマンオメーターの読みの差が少なかったのが原因であろうと考える。

今後、代謝機能的な研究をする場合、さらに精度のよい測定方法や、酵素組織化学的方法もとり入れて実験をしていきたい。

結 論

成犬の硬口蓋後方にレジン床を可動性に装着し、その床下粘膜の組織呼吸をワールブルグ検圧計を用いて測定し、正常組織のそれと比較した。

床装着後、3 日目の平均は正常組織を 100 とすると 113、5 日目では 106 と、呼吸活性は上昇した。10 日目

では 85.5、30 日目では 89.7 と、10 日目以降では呼吸活性は減少した。以上の事実より、床下粘膜は咬合力などの刺激で代謝活性が一時的に増加し、床下粘膜の物質代謝は促進されるが、日時の経過とともに次第に、その物質代謝も低下し、正常組織よりもやや低い状態で義歯床下という新しい環境に適応していくことが推察された。

文 献

- 1) Grohs, R. : Gewebsveränderung in prothesen-tragenden Kiefer nebst praktischen Folgerungen, Z. Stomat., 33 : 705-719, 970-988, 1935.
- 2) Pendleton, E.C. : Changes in the denture supporting tissues, J.A.D.A., 42 : 1-15, 1951.
- 3) Östlund, S.G. : The effect of complete dentures on the gum tissues, Act. Odont. Scand., 16 : 1-41, 1958.
- 4) Turck, D. : A histologic comparison of the edentulous denture and non-denture bearing tissues, J. Pros. Den., 15 : 419-434, 1965.
- 5) 野々村徹也 : 義歯床下口腔粘膜の病理組織学的変化に関する研究, 口外誌, 9 : 14-28, 1963.
- 6) Nedelman, C., et al. : The alveolar ridge mucosa in denture and non-denture wears, J. Pros. Den., 23 : 265-273, 1970.
- 7) 大原 靖 : 有床義歯の咬合状態による床下組織の変化に関する実験的研究, 補綴誌, 10 : 14-32, 1966.
- 8) Stansbery, C.J. : Tissue changes under dentures, J.A.D.A., 15 : 349-353, 1928.
- 9) Fröhlich, E. : Gewebsveränderungen als Folgegeschleimhautgetragener Prothesen, D.Z.Z., 7 : 107-118, 1952.
- 10) 日本歯科医師会編 : 歯槽膿漏の生化学, 臨床歯科学講座, 5 : 1-12, 1965.
- 11) 鈴木賢太郎 : 乳酸脱水素酵素アイソエンザイムその生理的意義と歯学領域における研究, 歯基礎誌, 12 : 1-14, 1970.
- 12) Glickman, et al. : Determination of oxygen consumption in normal and inflamed human gingiva using the Warburg manometric technique, J. Dent. Res., 28 : 83-94, 1949.
- 13) Schrader & Schrader : Oxygen uptake by nor-

- mal and inflamed gingiva and saliva. *Helv. Odont. Acta*, 1 : 13-16, 1957.
- 14) Manhold, et al. : Microrespirometer technic for study of human gingival tissue, *J. Dent. Res.*, 39 : 746-747, 1960.
 - 15) Volpe & Manhold : Microrespirometer technic for study of human gingival tissue, *J. Dent. Res.*, 41 : 420-426, 1962.
 - 16) Volpe, et al. : Effect of age and other factors upon normal gingival tissue respiration, *J. Dent. Res.*, 41 : 1060-1063, 1962.
 - 17) Manhold & Volpe : Effect of inflammation in the absence of proliferation on the oxygen consumption of gingiva tissue, *J. Dent. Res.*, 42 : 103-109, 1963.
 - 18) 阿南功一 : 他生化学実験法, 医学書院, 421-432, 1959.
 - 19) 斉藤滋 他 : 歯根膜の生化学的研究 (II), *生化学*, 32 : 624-625, 1960.
 - 20) 桂 暢彦 : 口腔諸組織の核酸含量 (I) (II), *口腔病会誌*, 27 : 162-171, 1960.
 - 21) 河合庄治郎 : 総義歯学, 医歯薬出版, 97-108, 1960.
 - 22) Fuler, H. : Die Heilung von Extraktions-Wunden, *Dtsch. Mschr. Zahnhlk.*, 41 : 685-700, 1923.
 - 23) 生田信保 : 抜歯学, 医歯薬出版, 242-271, 1952.
 - 24) 奥野善彦 他 : 即時義歯による床下組織の変化に関する実験的研究, *補綴誌*, 7 : 99-105, 1963.
 - 25) Menke, H. : über den Einfluss der partiellen Plattenprothese auf die Kieferschleimhaut, *Dtsch. Mschr. Zahnhlk.*, 51 : 309-322, 1933.
 - 26) Glickman, et al. : The oxygen consumption of healing gingiva, *J. Dent. Res.*, 29 : 429-435, 1950.
 - 27) Leng : The importance of the study of the local metabolism in periodontal disease, *J. Dent. Med.*, 3 : 3-5, 1948.
 - 28) Staegmann, G. : Wechselbeziehungen zwischen Prothese und Mundschleimhaut, *D. Stomat.*, 7 : 518-530, 1958.