原 著 論 文

上顎総義歯の床下における気圧の動態

第1報 維持力との関係

竹迫 清 布井 隆行 是枝 美行 廣安 敬之
濱野 徹 川畑 直嗣 長岡 英一

Dynamics of Atmospheric Pressure under the Maxillary Complete Denture

Part 1. The relations between the denture retention and the atmospheric pressure

Kiyoshi Takesako, Takayuki Nunoi, Yoshiyuki Koreeda, Takayuki Hiroyasu
Tohru Hamano, Naotsugu Kawahata and Eiichi Nagaoka

Abstract : Dynamics of atmospheric pressure under the maxillary complete denture, and their relations with the denture retention influenced by the factors such as the denture seating force, the saliva viscosity and the postdamming, were investigated on the simulation models.

The following results were obtained.

1. The atmospheric pressure under the denture became higher than the external one by the denture insertion, and increased during the denture seating, and decreased by the removing force of denture and furthermore became lower than external one by continuous application of its force, and at all became equal to the external one when the denture separated from the basal seat.
2. Greater seating force brought about greater positive pressure and less negative pressure.
3. Higher viscosity of saliva and the postdamming brought about greater positive and negative pressures.
4. Both of greater seating force and higher viscosity of saliva brought about greater retentive force.
5. The postdamming was useful for the maxillary posterior border seal.
6. The atmospheric pressure under the denture base seems not to relate directly to the maxillary denture retention in the static condition but to reveal the status of peripheral seal.

Key words : atmospheric pressure, denture retention, saliva viscosity, seating force, postdamming

I. 緒 言

総義歯の維持力の要素として教科書的には粘着力や気圧などの物理的因子¹⁻¹¹⁾が考えられている。粘着力については義歯と粘膜との間に介在する唾液層の問題であり、多くの研究報告¹²⁻²⁰⁾がなされているが、これらの考えは基本的には一致していると考えられる。これに対して、気圧についての研究報告^{13, 21, 22)}は少ないうえに、これらは人為的に義歯床下や外的環境の気圧を変化させ維持力との関係について検討したものであり、これらの操作を加えずに直接義歯床下の気圧を計測し、その動態ならびに維持力との関係について追求した研究報告はみあたらない。したがって、教科書的にも気圧と維持力との関係は明快ではなく、基本的に考えが一致していない。

そこで、われわれは、義歯床下の気圧の動態を計測する方法を開発し、気圧の動態と維持力との関係を知るために、これらに影響すると考えられる3つの要素(義歯装着時圧接力の大きさ、人工唾液の粘度、ポストダムの存在)を種々の条件に設定して、シミュレーション実験により義歯床下の気圧と維持力を計測した。

II. 材料と方法

本学の総義歯の学生実習で通法により作製した上顎義歯と顎模型を利用し、シミュレーション模型を作製した。義歯はスウェンソン型ポストダム(中央部における幅と深さはそれぞれ3 mmと1 mm, 最大幅5 mm, 最大深さ2 mm)が着脱できるようにした。また、顎模型は粘膜部を所定の粘膜の厚さに相当するように削除し、この部分に義歯の粘膜面と適合するようにポリサルファイ

Fig. 1 Thickness of the simulated soft tissue

Table 1 Conditions of the saliva viscosities and seating forces

Artificial saliva	1 CS*
	5 CS
	10 CS
Seating force	1 kg
	3 kg
	5 kg
	7 kg

*CS: unit of viscosity

ドラバー(GC社, シュールフレックス)の代替粘膜を作製貼付した。

粘膜の厚さは生体の計測値^{23, 24)}を参考に、顎堤部で約2 mm, 口蓋隆起相当部で約1.5 mm, 硬口蓋後側方で約4 mm, 後縁部で約5 mm(ポストダム撤去時), 歯肉頰移行部で約5 mmとした(図1)。人工唾液として、3種のシリコンオイル(信越化学工業社, 粘度: KF 96 L-1 CS, KF 96 L-5 CS, KF 96-10 CS)を使用し、義歯を粘膜に適合させて圧接する力(以下圧接力)は、1, 3, 5, 7 kgとした(表1)。

義歯床下の気圧を測定する位置は、口蓋部で4/4の人工歯遠心面を結ぶ線上の中央とし、この部位に内径4 mm, 長さ1 mのシリコンチューブを取り付け、デジタルマノメータ(横河北辰電機社, TYPE 2654-25)に接続して気圧の測定を行った。義歯の圧接ならびに牽引は万能試験機(島津社, オートグラフ AG-A型)を用いて義歯の咬合平面と垂直方向に規定して行った。義歯と粘膜の適合は約10秒間で所定の4種の圧接力に達するようにし、所定の圧接力に達すると同時に義歯の牽引を開始した。牽引は500 mm/分の速度で行い、離脱に要した最大引張り力を計測し、これを維持力とした(図4-b)。義歯床下の気圧の測定は、義歯圧接と同時に開始し、義歯離脱直後までチャート速度60 mm/分でX-Yレコーダー(三栄測器社, 8 U 16型)に記録した(図2, 3)。

計測は各条件下において5分間隔(1回の計測終了から次の計測開始まで)で7回行い、これらの記録を1/20 mm精度のノギスで読み取り、記録の平均値および標準偏差を算出し、t-検定により統計学的に検討した。気圧は、大気圧より大きい場合を陽圧、大気圧より小さい場合を陰圧として評価した。

III. 実験結果

1. 義歯の圧接から離脱までの義歯床下の気圧の動態

義歯を模型に圧接し始めると同時に義歯床下には陽圧

Fig. 2 Measuring methods of the atmospheric pressure and the retentive force

Fig. 3 Equipment of the present experiment

が生じ、圧接力の増大とともに陽圧も増し、所定の圧接力で陽圧は最大に達する。義歯を牽引し始めると急激に気圧は減少し、陰圧に転じたのち、義歯の離脱と同時に大気圧になる(図4-a, b)。

2. 維持力と気圧との関係

所定の各条件下の圧接力と唾液粘度において記録された維持力と気圧との関係を、ポストダムがある場合とない場合について唾液粘度ごとに散布図で示す(図5~8)。なお、各因子間の相関係数を表2に示す。

1) 陽圧との関係

どの唾液粘度においても、ポストダムの存在の如何にかかわらず、陽圧が大きいほど維持力も大きい傾向がみられる(図5, 6)。

2) 陰圧との関係

どの唾液粘度においても、ポストダムの存在の如何にかかわらず、陽圧とは逆に陰圧が大きいほど維持力が小さい傾向がみられる(図7, 8)。

a : atmospheric pressure
P.P.; positive pressure N.P.; negative pressure

b : retentive force
S.F.; seating force R.F.; retentive force

Fig. 4 A record of measurements

3. 維持力と維持要素との関係(図9, 10, 表3, 4)

所定の各条件下の圧接力と、唾液粘度においてポストダムがある場合とない場合について維持力を計測した(図9, 10)。これら維持力と圧接力ならびに唾液粘度との関係についてt-検定を行った(表3, 4)。

Fig. 5 Relations between the positive pressures and the retentive forces of the dentures with postdam

Fig. 6 Relations between the positive pressures and the retentive forces of the dentures without postdam

1) 圧接力ならびに唾液の粘度との関係

ポストダムの存在の如何にかかわらず、圧接力や人工唾液の粘度が大きいと維持力も大きい (図 9, 10)。

2) ポストダムとの関係

維持力の大きさは、唾液粘度が 10 CS においては、ポ

ストダムがない場合よりもある場合の方が大きい傾向が認められるが、有意差はない (表 3)。また、唾液粘度が 1 CS と 5 CS においては、ポストダムがない場合の方がある場合よりもかえって維持力が高い傾向が認められる。特に 1 CS でその差が明瞭である (図 9, 10, 表 3)。

Fig. 7 Relations between the negative pressures and the retentive forces of the dentures with postdam

4. 気圧と維持要素との関係

所定の各条件下の圧接力和各唾液粘度においてポストダムがある場合とない場合について気圧を計測した (図 11~14)。これら気圧と圧接力ならびに唾液粘度との関係について t-検定を行った (表 3, 5, 6)。

Fig. 8 Relations between the negative pressures and the retentive forces of the dentures without postdam

1) 陽圧 (図 11, 12)

(1) ポストダムとの関係

圧接力や人工唾液の粘度が同じ条件では、ポストダムがあれば、これがない場合よりも陽圧は大きい。しかし、ポストダムがあると陽圧は圧接力や唾液の粘度により複雑な影響を受けている。

Table 2 Correlation coefficients and significance of differences between the atmospheric pressures and the retentive forces under the different viscosities of saliva

		positive pressure			negative pressure		
		1 cs	5 cs	10 cs	1 cs	5 cs	10 cs
retentive force	P (+)	0.80*	0.26	0.53*	-0.84*	-0.42	-0.50*
	P (-)	0.24	0.87*	0.44	-0.37	-0.90*	-0.17

P (+) ; with postdam

P (-) ; without postdam

* ; $p < 0.01$

Table 3 Significance of differences between the retentive forces, the positive pressures and the negative pressures, respectively, of the dentures with and without postdam

	1 cs				5 cs				10 cs			
	1 kg	3 kg	5 kg	7 kg	1 kg	3 kg	5 kg	7 kg	1 kg	3 kg	5 kg	7 kg
retentive force	**	**	**	**	**	**	—	**	—	—	—	—
positive pressure	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
negative pressure	**	**	**	**	**	**	*	**	—	—	—	*

** ; $P < 0.01$

* ; $P < 0.05$

— ; not significant

Fig. 9 Retentive forces of the dentures with postdam under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

Fig. 10 Retentive forces of the dentures without postdam under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

(2) 圧接力との関係

ポストダムの存在の如何にかかわらず、圧接力が大きいほど陽圧も大きい傾向がみられる。

(3) 人工唾液の粘度との関係

ポストダムがない場合には人工唾液の粘度が高いと陽圧も大きい傾向があるが、ポストダムがある場合には一定の傾向は認められず、圧接力 7 kg においては唾液粘度が高いほどかえって陽圧は小さい傾向が認められる。

2) 陰圧 (図 13, 14)

(1) ポストダムとの関係

圧接力や人工唾液の粘度が同じ条件では、陽圧と同様ポストダムがある方が、これがない場合よりも陰圧は大きい、その差は陽圧ほど大きくなく、10 CS の圧接力 1, 3, 5 kg において有意差が認められない (表 3)。また、ポストダムがある場合、陰圧は圧接力や唾液の粘度により複雑な影響を受ける。

Table 4 Significance of differences between the retentive forces under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

1 cs				5 cs				10 cs			
3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)	3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)	3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)
**	**	**	1 kg	*	*	*	1 kg	**	**	**	1 kg
	**	**	3 kg		—	—	3 kg		**	**	3 kg
		**	5 kg			—	5 kg			—	5 kg
3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)	3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)	3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)
**	**	**	1 kg	**	**	**	1 kg	*	**	**	1 kg
	*	**	3 kg		**	**	3 kg		*	**	3 kg
		**	5 kg			**	5 kg			**	5 kg

1 kg			3 kg			5 kg			10 kg		
5 cs	10 cs	P(+) P(+)	5 cs	10 cs	P(+) P(+)	5 cs	10 cs	P(+) P(+)	5 cs	10 cs	P(+) P(+)
**	**	1 cs	**	**	1 cs	**	**	1 cs	**	**	1 cs
	**	5 cs		**	5 cs		**	5 cs		**	5 cs
5 cs	10 cs	P(-) P(-)	5 cs	10 cs	P(-) P(-)	5 cs	10 cs	P(-) P(-)	5 cs	10 cs	P(-) P(-)
**	**	1 cs	**	**	1 cs	**	**	1 cs	**	**	1 cs
	*	5 cs		**	5 cs		**	5 cs		**	5 cs

P(+); with postdam
P(-); without postdam

** ; p<0.01
* ; p<0.05
— ; not significant

Fig. 11 Positive pressures of the dentures with postdam under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

Fig. 12 Positive pressures of the dentures without postdam under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

(2) 圧接力との関係

ポストダムの存在の如何にかかわらず、陽圧とは逆に圧接力が大きいほど陰圧は小さい傾向がみられる。

(3) 人工唾液の粘度との関係

ポストダムの存在の如何にかかわらず、陰圧は 10 CS では 1 CS や 5 CS におけるよりも大きい傾向がみられ、

Table 5 Significance of differences between the positive pressures under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

1 cs				5 cs				10 cs			
3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)	3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)	3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)
**	**	**	1 kg	*	**	**	1 kg	**	**	**	1 kg
	—	**	3 kg		*	—	3 kg		—	—	3 kg
		—	5 kg			—	5 kg			—	5 kg
3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)	3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)	3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)
—	—	—	1 kg	**	**	**	1 kg	—	—	*	1 kg
	—	—	3 kg		*	**	3 kg		—	—	3 kg
		—	5 kg			—	5 kg			—	5 kg
1 kg			P(+) P(+)	3 kg			P(+) P(+)	5 kg			P(+) P(+)
5 cs	10 cs			5 cs	10 cs			5 cs	10 cs		
*	—	1 cs		—	—	1 cs		—	—	1 cs	
	—	5 cs			—	5 cs			—	*	5 cs
5 cs			P(-) P(-)	10 cs			P(-) P(-)	1 cs			P(-) P(-)
5 cs	10 cs			5 cs	10 cs			5 cs	10 cs		
—	—	1 cs		*	*	1 cs		**	**	1 cs	
	—	5 cs			—	5 cs			—	5 cs	

P(+); with postdam
P(-); without postdam
** ; p<0.01
* ; p<0.05
— ; not significant

Fig. 13 Negative pressures of the dentures with postdam under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

Fig. 14 Negative pressures of the dentures without postdam under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

この傾向はポストダムがある場合よりもない場合において明瞭である。

IV. 考 察

総義歯の維持と介在唾液との関係については多くの研

Table 6 Significance of differences between the negative pressures under the different conditions of seating forces and saliva viscosities

1 cs				5 cs				10 cs			
3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)	3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)	3 kg	5 kg	7 kg	P(+) P(+)
**	**	**	1 kg	*	**	*	1 kg	**	**	**	1 kg
	**	**	3 kg		*	—	3 kg		—	—	3 kg
		**	5 kg			—	5 kg			—	5 kg
3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)	3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)	3 kg	5 kg	7 kg	P(-) P(-)
**	—	**	1 kg	**	**	**	1 kg	—	—	*	1 kg
	—	—	3 kg		**	**	3 kg		*	*	3 kg
		—	5 kg			—	5 kg			—	5 kg
1 kg				3 kg				5 kg			
5 cs	10 cs	P(+) P(+)		5 cs	10 cs	P(+) P(+)		5 cs	10 cs	P(+) P(+)	
—	—	1 cs		—	—	1 cs		—	—	1 cs	
	*	5 cs		—	5 cs			—	5 cs		
5 cs	10 cs	P(-) P(-)		5 cs	10 cs	P(-) P(-)		5 cs	10 cs	P(-) P(-)	
**	*	1 cs		**	**	1 cs		—	*	1 cs	
	—	5 cs			**	5 cs			*	5 cs	

P(+); with postdam

** ; p<0.01

P(-); without postdam

* ; p<0.05

— ; not significant

究成果¹²⁻²⁰⁾がみられ、種々の関係式が導き出されている。しかし、これらの考えは、唾液の粘着力に基づいており、基本的には一致しているとみなされ、教科書にも詳細な記述がみられる。これに対して、大気圧と総義歯の維持との関係については基本的に考えが一致していない。わが国での代表的な考えは、義歯が粘膜に圧接されることにより、義歯床下の空気が追い出されて義歯床下に陰圧を生じるとする説^{2,3,6)}である。これに対し、沖野⁴⁾は「かつて義歯床は、気圧作用によって維持されると解釈されていたが、義歯床が陰圧吸着装置(空室)を有し、しかもその装置が現に陰圧を保持する場合のみを除いて、普通の義歯床が粘膜面に接着して維持される状態を、気圧作用によると解するのは全く誤りである。この維持状態は毛細管現象による粘着状態と解するのが至当である」と述べている。また、一方では、「個別的にはいろいろ異なる程度の空気希薄空隙(比較的真空)を生じ、

この希薄度に相当する外気圧が、維持作用をあらわすにすぎない」との記述がみられる。もしも、これが沖野自身の考えであるとすれば、結局、沖野は、大気圧は維持の第一義的な要素ではないが、義歯床下にはある程度の陰圧が生じ、維持に関与していると考えていることになる。以上に示した気圧と維持との関係は、ある大きさの圧接力によって義歯を装着しただけの静的な状態におけるものと考えられる。一方、Watt 氏⁷⁾や Boucher 氏⁸⁾は義歯の離脱時に陰圧が生じて離脱力に抵抗すると考えている。これは、義歯を離脱させる何らかの作用が働いたときの動的な状態における関係と考えられる。いずれにしても、気圧が義歯とどのように関わっているのかその関係が唾液と維持力との関係ほど明確にされていない。そして、林氏¹¹⁾は、義歯の維持に関して、大気圧との関係について全く触れていないので、維持に対する大気圧についての考え方は不明であるが、唾液の粘着力を第一

義的な要素と考えている。これに対し、Körber¹⁰⁾ は、完全に閉鎖された空間が拡張することにより陰圧が生じ、これによる吸着が維持の第一義的な要素であると考えており、唾液の粘着力を維持要素とは考えていない。一方、大気圧と維持力との関係についての実験的研究としては、Tyson¹⁴⁾、Snyder ら²¹⁾、Stamoulis²²⁾ の報告がある。

Snyder らによれば、部屋の気圧を変化させて口腔内で維持力を測定した結果、気圧が 70% 減少すると維持力は 50% 減少した。これに対し、Stamoulis によると、顎模型に装着した義歯を容器に入れ、容器内を真空状態にした場合と、顎模型と義歯の間に空間を設けて辺縁部を封鎖し、この内部を真空状態にした場合について、義歯の維持力を測定した結果、大気圧は維持力にほとんど関係がなかった。このように両者の結果は一致していない。また、竹井²⁵⁾ は、咬合力あるいは維持力が最大値を示し均衡が破れる時期は、均衡側における義歯床と粘膜との間に起こる陰圧の絶対値が最大値を示す時期と同時性を有するかどうかを確認する実験を行っている。しかし、竹井はこの圧力が陰圧であることの根拠やこの圧力の動態ならびにこれと義歯の維持との関わりについては全く言及していない。いずれにしても、筆者らの知る限り、義歯の装着から離脱に至るまでの義歯床下の気圧の動態を直接計測して、この気圧の動態ならびにこれと義歯の維持との関係について検討した報告はないようである。

そこで、筆者らは、義歯床下の気圧が実際にどのようなものであって、それが義歯の機能中にどのように義歯と関わりあっているのかを究明することを計画した。わが国では、総義歯の維持力は唾液の粘着力ならびに大気圧によるとする矢崎²⁾、中沢³⁾、坪根⁶⁾ の考えが代表的と考えられる。そこで、維持力すなわち唾液の粘着力や気圧に影響すると考えられる要素として、唾液の粘度、義歯の圧接力、ポストダムによる辺縁封鎖の 3 つを取り上げ、これらとの関係で気圧の動態を捉え、これと維持力との関係を知るための実験系を設定して、シミュレーション実験を行った。

本実験における気圧計測方法によると、シリコンチューブに相当する空室が設置されたことになり、これが実験結果に影響することが考えられる。しかし、上顎の口蓋の形態は、口蓋と義歯の間に空気が閉じ込められやすい形態であること、さらに、シリコンチューブの内径が 4 mm と小さいことから、シリコンチューブを設置することによる空気の閉じ込められやすさに対する影響は少ないことが考えられる。以下、このような考えの

もとに考察を進める。

1. 気圧の動態

義歯を装着することによって義歯床下には陽圧を生じ、圧接力の増大とともに陽圧は増大し、所定の圧接力に達しても義歯床下の圧は陰圧を示すことなく、義歯を粘膜から引き離し始めると急激に義歯床下の圧は低下し、あるところで陰圧に転じ、陰圧が最大に達した直後に大気圧になる。前述の竹井²⁵⁾ は、義歯の離脱時には陰圧が生じるとの前提のもとに気圧を測定したようであるが、気圧そのものの動態については全く言及していない。しかし、その結果は、これを筆者らが解釈する限りにおいて、筆者らの今回の実験と類似の結果を示しているものとする。この気圧の動態についての筆者らの結果を Boyle-Charles の法則²⁶⁾ $PV = nRT$ (P : 圧力, V : 容積, n : モル数, R : 分子気体定数, T : 絶対温度) に当てはめて考えてみると、本実験における義歯床下では、この場合 nRT は一定と考えられるので、圧と容積は反比例する。すなわち、上顎の義歯の装着時には口蓋部と義歯の間に空気が閉じ込められ、同部の気圧は大気圧よりも高くなり、圧接力を増すことによって、このように一旦閉じ込められた空気は義歯床下から排出されないばかりか、義歯の沈下によるその部の容積の減少のために陽圧が増大する。そして、義歯を離脱させる力が働くと、周囲の唾液層の破壊が生じない限り空気が閉じ込められた部分の容積は増し、その結果として陰圧を生じる。これらの結果は、義歯の装着ならびにこれに続く沈下によって、義歯床下には陽圧すなわち義歯を離脱させると考えられる力が生じることを示している。したがって、これはこれまでのわが国における義歯床下の気圧についての代表的と考えられる説^{2,3,6)} を否定するものである。すなわち、義歯を装着しただけの静的な状態における義歯の維持には気圧は関与しないものと考えられる。さらに、従来、維持を増すための方法として一旦噛みしめたり強く圧接することが推奨されているが、これは気圧の観点からは逆効果となる。また、陰圧が最大値に達した直後に大気圧になるのは、粘膜と義歯の間に介在する唾液層が破れるためと考えられる。したがって、義歯床下の気圧の動態は唾液による気密性の反映であると考えられ、陽圧は空気の排出のされにくさの指標となり、陰圧は環境保持の指標となる。そして、唾液層が破壊されずに気密性が保たれている限り、生じた陰圧は義歯が粘膜から離脱するときにこれを引き戻そうとする力としての動的な維持力に関与し得るものと考えられる。これは

Watt ら⁷⁾, Boucher ら⁸⁾, Körber¹⁰⁾ の考えを支持するものである。この点で辺縁封鎖は従来からいわれているように維持力増強のために重要であると考えられ、今後さらに研究を進め詳細に検討する予定である。

2. 気圧と維持要素との関係

1) ポストダムとの関係

ポストダムの設置により陽圧と陰圧がともに大きくなる傾向があることは、ポストダムが気密性を向上させるのに役だっていることを示している。すなわち、ポストダムは、義歯床下に空気を閉じ込め易い環境をつくり、義歯床下に閉じ込められた空気を一層排出されにくくする。一方、義歯の離脱時には唾液層の破壊の防止に役立ち、陰圧の状態を長く保持することになると考えられる。したがって、ポストダムはその目的である辺縁封鎖の向上に役だつことを証明したものと考える。

2) 圧接力の大きさととの関係

ポストダムの存在の如何にかかわらず、圧接力が大きいほど、陽圧は大きい、逆に陰圧は小さい傾向がある。このことを、陽圧が圧接時に生じ、陰圧は離脱時に生じることと考え合わせると、圧接力が大きくなることは義歯の沈下ならびに義歯床下における唾液層の薄層化とともに、空気が閉じ込められた部分の容積が小さくなり、陽圧が大きくなることを意味し、一方、離脱時には、唾液層の薄層化によって唾液層の破壊が容易に生じ、空気が閉じ込められた部分と外界が通じ易くなり、したがって、陰圧が小さくなることを示しているものと考えられる。このことは、義歯床下の気密性に限って考えると、圧接する力を大きくすることはかえって不利な条件をつくることを意味する。

3) 人工唾液の粘度との関係

陽圧は、ポストダムの存在の如何によって唾液の粘度から受ける影響が異なり、ポストダムがない場合粘度が低いとわずかに陽圧も小さい傾向があるが、ポストダムを設置すると一定の傾向はみられなくなる。このことはポストダムがなければ唾液の粘度が低いほど義歯床下に閉じ込められた空気は排出され易いが、ポストダムがあると義歯床下の空気の排出の難易に唾液の粘度の影響があらわれにくいことを意味する。一方、陰圧は、ポストダムの存在の如何にかかわらず唾液の粘度が 10 CS の場合には 1 CS や 5 CS の場合に比べ大きい傾向があり、さらに、ポストダムがない場合圧接力が小さいと 5 CS よりも 1 CS において陰圧が小さい傾向が明瞭である。これは唾液の粘度が低いと気密性を保持しにくいことを意

味しており、唾液の性状が漿液性の場合には粘液性に比べ唾液層が破壊され易いことを示しており、特にポストダムがない場合唾液の性状の影響を受けやすいことを示しているものと考えられる。

3. 維持力と維持要素との関係

1) 圧接力の大きさと人工唾液の粘度との関係

唾液が義歯と粘膜の間に介在し、その粘着力が義歯を維持する力であると考えられている。すなわち、唾液の粘度が大きく介在唾液層が薄いほど粘着力も大きいと考えられている¹¹⁻¹⁴⁾。また、圧接力が大きいほど介在唾液層は薄くなると考えられる。本実験でも圧接力や人工唾液の粘度が大きいほど維持力も大きく、従来の報告と一致した。このことと先に考察した圧接力と気圧との関係、すなわち圧接力が大きいほど気密性にとっては不利になることと考え合わせると、義歯を装着圧接しただけの静的な条件下での義歯を維持する力の主体は唾液の粘着力によるものと考えられる。

2) ポストダムとの関係

ポストダムの設置による維持力増強に関しては、今回のわれわれの実験結果は、1 CS と 5 CS ではかえってポストダムがない方が維持力が大きいことを示している。Skinner ら^{27,28)}の実験結果は、義歯を離脱させる力の作用点の位置によっては、ポストダムの効果があることを示している。ここでこの点について考察を加える。

今回のわれわれの実験では、ポストダムの設置により維持を阻害すると考えられる陽圧と維持に役立つと考えられる陰圧が共に大きくなる。これは気圧が直接的には維持に関与していないことを示しているものと考えられる。また、ポストダムの設置により陽圧と陰圧はともに大きくなるが、その割合が陽圧の方が大きいことも、ポストダムの設置により維持力が大きくならない 1 つの原因であると考えられる。Skinner ら²⁷⁾は、緩衝腔の存在は空気を閉じ込め、これが維持力減少につながると考えている。さらに、彼らのもう 1 つの研究報告²⁸⁾では、義歯を垂直方向に離脱させると考えられる力や前方からの回転離脱力に対しては、維持力増強に対するポストダムの効果はない。われわれの実験では義歯を垂直に引張っているため、先に考察したように、静的な維持力の主体が唾液の粘着力であることを考えあわせると、本実験条件では、粘着力と深い関係にある粘膜と義歯の接着面積が、ポストダムの設置だけでは粘着力の向上に役立つほど増えないものと考えられる。また、維持力向上に関して、1 CS と 5 CS ではポストダムが逆効果になっている

だけでなく、ポストダムがあると気圧の動態は圧接力和唾液粘度により複雑な影響を受けている。これは、唾液粘度が 1 CS と 5 CS においてはポストダムがない方が圧接力和により確実に唾液層が薄くなりやすく、この唾液層の薄層化による静的な維持力向上の効果が大きく現れたものと考えられる。

3) 気圧との関係

ポストダムの存在の如何にかかわらず、陽圧が大きいほど維持力は大きく、逆に陰圧が大きいほど維持力は小さい。しかしながら、気圧が維持に関係があると仮定すれば、陽圧は維持力を弱め、逆に陰圧は維持力を強める因子と考えられ、得られた結果とは反対である。また、維持力との関係が認められる圧接力が大きいと、陽圧が大きく、逆に陰圧が小さい。したがって、気圧と維持力との関係はみかけの現象で維持力に対する圧接力や唾液粘度の影響が現れたものと考えられ、今回のような実験条件では、気圧は維持力に直接影響する因子ではないといえる。

一方、ポストダムの設置により辺縁封鎖性が向上する所見を得ている。そこで、辺縁封鎖が維持力の増強に関与すると仮定するならば、今回のような垂直方向への離脱に対してはポストダムによる封鎖性の効果は十分に発揮されないが、他の条件、例えば、義歯の回転転覆のような離脱に対してはその効果を発揮し、離脱に抵抗することが考えられる。すなわち、義歯を引き離すような作用が働く動的な条件下において、義歯床下に陰圧が生じれば、これは唾液層が破壊されない限り、義歯を引き戻そうとする力として役立つものと考えられる。Skinner ら²⁸⁾によると、ポストダムは後方からの回転離脱力に対しては維持力増強に大いに役立っている。この点に関しては、今後さらに研究を進め検討を加える予定である。

V. 結 論

今回、上顎総義歯の床下の気圧に関して、その動態ならびに維持との関係について、義歯圧接力の大きさ、人工唾液の粘度、ポストダムの存在との関連において、シミュレーション実験を行った。その結果、以下のような結論を得た。

1. 義歯床下には義歯装着により陽圧が生じ、この気圧は義歯離脱時にはじめて陰圧に転じ、義歯の離脱と同時に大気圧となる。

2. 圧接力が大きいほど陽圧は大きい陰圧は小さい。

3. 人工唾液の粘度が高いほど陽圧、陰圧ともに大きい。

4. ポストダムのある場合の方がいない場合より陽圧、陰圧ともに大きい。

5. 圧接力が大きく、唾液の粘度が高いほど、維持力は大きい。

6. 圧接力は、維持力の観点からは大きい方が、気密性の観点からは小さい方がよい。

7. 唾液の粘度は維持力と気密性双方の観点から高い方がよい。

8. ポストダムは辺縁封鎖性の向上に役立つ。

9. 義歯床下の気圧は静的な維持力には関与しない。静的な維持力の主体は唾液の粘着力であると推察される。

10. 義歯床下の気圧は、義歯床下の気密性を反映するものであり、陰圧が生じる離脱時のような動的な条件においては維持に関与するものと推察される。

今回の結果を踏まえて、今後義歯床下の気圧の動態と義歯との関係について、気密性を保持するための義歯の具備条件に関して、さらに詳細な検討を加える予定である。

本論文の内容の要旨は、第 75 回日本補綴歯科学会学術大会において発表した。

文 献

- 1) Prothero, J.H. : Prosthetic Dentistry, 23~29, Medico-Dental Publishing Company, Chicago, 1916.
- 2) 矢崎正方 : 総義歯学, 78~86, 而至化学工業, 東京, 1967.
- 3) 中沢 勇 : 全部床義歯学, 222~227, 永末書店, 京都, 1968.
- 4) 沖野節三 : 総義歯学 理論編, 129~146, 医歯薬出版, 東京, 1972.
- 5) Sharry, J.J. et al. : Complete denture prosthodontics, 36~39, McGraw-hill book company, 3rd ed., 1974.
- 6) 坪根政治, 豊田静夫 : 総義歯臨床形態学, 37~42, 医歯薬出版, 東京, 1978.
- 7) Watt, D.M. and MacGregar, A. 共著 ; 小林義典, 田中武, 鳥居建吾 共訳 : コンプリートデンチャーの設計, 72~89, 医歯薬出版, 東京, 1979.
- 8) Hickey, J.C. and Zarb, G.A. : Boucher's Prosthodontic treatment for edentulous patients, 144~147, The C.V. Mosby Company, St. Louis • Toronto • London, 1980.
- 9) Heartwell, C.M. and Rahn, A.O. : Syllabus of complete

- dentures, 42~43, 179~180, Lea & Febiger, Philadelphia, 1980.
- 10) Körber, K. 著; 田端恒雄, 河野正司, 福島俊士 共訳: ケルバーの補綴学〔第2巻〕, 327~333, クインテッセンス, 東京, 1984.
- 11) 林都志夫 編: 全部床義歯補綴学, 10~13, 医歯薬出版, 東京, 1982.
- 12) Stanitz, J.D.: An analysis of the part played by the fluid film in denture retention, J Am Dent Assoc, 37: 168~172, 1948.
- 13) Campbell, R.L.: Some clinical observations regarding the role of the fluid film in the retention of dentures, J Am Dent Assoc, 48: 58~63, 1954.
- 14) Tyson, K.W.: Physical factors in retention of complete upper dentures, J Prosthet Dent, 18: 90~97, 1967.
- 15) 関野憲三, 川添和幸, 浜田泰三, 長沢 亨, 津留宏道: 義歯の維持に関する研究 第1報 口蓋腺開口部の分布について, 補綴誌, 17: 303~307, 1973.
- 16) 川添和幸, 浜田泰三, 山田早苗, 関野憲三, 長沢 亨, 津留宏道: 義歯の維持に関する研究 第2報 口蓋腺唾液分泌と床の離脱力について, 補綴誌, 18: 35~39, 1974.
- 17) 川添和幸, 浜田泰三, 山田早苗: 義歯の維持に関する研究 第3報 床下介在唾液量の変化と離脱力について, 補綴誌, 19: 289~293, 1975.
- 18) Iida, Y.: Physical factors in denture retention, Bull Tokyo Med Dent Univ, 22: 113~125, 1975.
- 19) 長尾正憲, 飯田洋子, 川沼やす子, 辻 喜之, 林 哲堂: 唾液と義歯床の維持に関する研究—唾液の粘膜と離脱力について—, 補綴誌, 26: 81~84, 1982.
- 20) 山田博明, 和泉憲一, 谷津 悟, 湯浅 智, 向井隆朗, 田島玲子, 坪田健嗣, 山本克之, 森谷良彦: 唾液の粘性に関する基礎的検討—維持との関連性について—, 補綴誌, 29: 1183~1193, 1985.
- 21) Snyder, F.C., Kimball, H.D., Bunch, W.B. and Jacksonville, F.: Effect of reduced atmospheric pressure upon retention of dentures, J Am Dent Assoc, 32: 445~450, 1945.
- 22) Stamoulis, S.: Physical factors affecting the retention of complete dentures, J Prosthet Dent, 12: 857~864, 1962.
- 23) Kydd, W.L., Daly, C.H. and Wheeler III, J.B.: The thickness measurement of masticatory mucosa in vivo, Int Dent J, 21: 430~441, 1971.
- 24) Turck, D.: A histologic comparison of the edentulous denture and non-denture bearing tissues, J Prosthet Dent, 15: 419~434, 1965.
- 25) 竹井正章: 有床義歯の設計および人工歯排列に関する維持力発現機構の研究, 歯科学報, 69: 721~751, 1969.
- 26) 玉虫文一, 他編: 理化学辞典 第3版, 1256, 岩波書店, 東京, 1981.
- 27) Skinner, E.W. and Chung, P.: The effect of surface contact in the retention of a denture, J Prosthet Dent, 1: 229~235, 1951.
- 28) Skinner, E.W., Campbell, R.L. and Chung, P.: A clinical study of the forces required to dislodge maxillary denture bases of various designs, J Am Dent Assoc, 47: 671~680, 1953.