

〔原著〕 松本歯学 15 : 281~287, 1989

key words : polyolefin - soft liner - color change

ポリオレフィン系軟質裏装材の基礎的検討
—再加圧による色彩の変化について—

鷹股哲也, 杉藤庄平, 橋本京一
井上義久, 倉沢郁文, 舩田篤之

松本歯科大学 歯科補綴学第1講座 (主任 橋本京一 教授)

田村利政

松本歯科大学病院 技工部 (主任 田村利政)

A Basic Study on the Resilient Polyolefin Material for Denture Bases
—Effect of re-pressing on resistance to color change—

TETSUYA TAKAMATA, SHOHEI SUGITOU, KYOICHI HASHIMOTO,
YOSHIHISA INOUE, IKUFUMI KURASAWA and ATSUYUKI MASUDA

Department of Complete and Partial Denture Prosthodontics, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. K. Hashimoto)

TOSHIMASA TAMURA

Department of Dental Laboratory, Matsumoto Dental College Hospital
(Chief : T. Tamura)

Summary

The purpose of this study was to analyze the effect of re-pressing on denture base material made of resilient polyolefin, in terms of its resistance to color change and to swelling. Seven samples each of re-pressed polyolefin were immersed in three solutions (olive oil, olive oil plus β -Carotene, and iron hematoxylin) at 37°C for seven days. Equal numbers of once-pressed samples were immersed in the same solutions for control. For both the re-pressed and the once-pressed samples, immersion was found to produce the following statistically significant changes: (1) swelling as observed in olive oil alone, (2) moderate color change in the olive oil plus β -Carotene solution, (3) slight color change in the iron hematoxylin solution.

結 言

高齢化社会を迎え、歯科医学は益々、重要な位置を占めて来ている。中でも、歯科補綴学の果たす役割には大きな意義があり、とりわけ有床義歯の重要性は増大する一方である。老化に伴う顎堤の萎縮は義歯床の維持・安定を阻害し、顎堤粘膜の菲薄化は咬合圧に対する抵抗力を減じ、機能時に顎堤粘膜に疼痛を生じる結果となる。これらの症状は、顎堤粘膜に接触している材料が硬質材料である歯科用アクリリックレジンを用いているために引き起こされる場合が大部分であり、これに代わる軟らかい材料を使うことが出来れば、これらの問題をある程度解決出来るものと思われる。そこで、有床義歯の粘膜面に軟質材料を裏装する試みがなされ、ポリアクリル酸エステル、ポリメタクリル酸エステル、ポリ塩化ビニル共重合体¹⁻³⁾、ポリフルオロエチレン共重合体⁴⁻⁷⁾などが使われてきた。しかし、いずれも長期間の使用に際し、材質の劣化、変色、剝離などの問題があった。最近、ポリオレフィン系高分子化合物を主成分とする新しい軟質裏装材「モルテノ」が開発され、臨床に応用されるようになった。ポリオレフィンとは、オレフィンの重合体の総称で、代表的なものとしては、ポリエチレンとポリプロピレンがある⁸⁾。一般には食品保管用の密閉容器などにこの材料が用いられ、物理化学的安定性は十分あるとされている⁹⁾。軟質裏装材「モルテノ」の理工学的ならびに生物学的性質については、すでに報告されており⁹⁾、従来の裏装材に比べ耐久性に優れている。しかし、変色に関しては、いまだに不明な点が多く、その原因として、食用油の材料への浸透により、膨潤が生じ、そこに食物色素が侵入・沈着すること、あるいは材料の色素そのものが変色すること、などが考えられている。メーカーはこの変色を防止するための方法として、圧力釜から取り出した後、再度、油圧プレスにより加圧することで、ある程度の膨潤と変色を防止できると助言している。

本研究の目的は、再加圧の有無が、「モルテノ」の油浸により、膨潤と変色にどのような影響を与えるかを検討したものである。

材料と方法

1. 試料の作製

材料はポリオレフィン系高分子化合物を主成分とする、軟質裏装材「モルテノ」(モルテンメディカル社製)を使用した。

厚さ約1.5 mm、縦・横20 mm角のパラフィンワックスをフラスコに埋没し、流蠟後、ヒーティングガンで軟化した「モルテノ」を石膏型に置き、直ちに上下フラスコを閉じ、40—50 Kg/cm²の圧力下で約30秒間加圧する。この際、上下フラスコは完全に密着させず、約1.0 mmの間隙をもたせた。クランプ下部にスプリングが内蔵されている専用のフラスコレンチを用いて固定し、温度約120℃の圧力釜にて20分間加熱した。このフラスコレンチは「モルテノ」が加熱され軟化することによってクランプのパネの力により、過剰の「モルテノ」が溢出し、上下フラスコが完全に密着する機構を備えている。試料は再加圧を行わないもの21片(コントロール群)、再加圧を行ったもの21片(実験群)に分けた。前者は、圧力釜から取り出したフラスコを徐冷し、完全に冷却した後、試料を取り出した。後者は、圧力釜から取り出したフラスコを再度、油圧プレスにより約50 kg/cm²の加圧を行い、徐冷後、完全に冷却した後、取り出した。今回の実験では試料の両面ともに研磨は行わず、また、歯科用アクリリックレジンとの接着のない、「モルテノ」単体の試料を作製した。

2. 油浸による膨潤について

浸漬試験には局方オリーブ油(シオエ製薬社製)を用い、50 mlのオリーブ油をコントロール群用と実験群用に分けた2つのビーカーにとり、その中に、7片のコントロール群と7片の実験群をそれぞれ入れ、37℃の恒温槽 TAITEC Personal 10 (大洋科学工業社製)のなかで7日間浸漬した。オリーブ油浸漬前後の試料の重量測定には、電子天秤 EB 330-S (島津製作所製)測定精度1/10000 gを使用し、浸漬後の試料については特に、試料に付着したオリーブ油をきれいに拭き取り、計量した。コントロール群、実験群のそれぞれ7片の平均値と標準偏差を求め、t-test (p<0.05)により両者を比較した。

3. 色彩の変化について

色彩の物理学的計測には、分光測色計 R1000(ミ

ノルタカメラ社製)を用い、1976年、CIE規定のL*, a*, b*空間に基づき、明度指数L*および色相と彩度を表す知覚色度指数a*, b*を算出した。また、これらの値から色差 ΔE^*ab を求め、比較した。試料を置く背景の色を白色とし、カードボード、987番(Crescent Card Board社製)を使用した。

(1) 再加圧の有無による色彩変化

膨潤を検討するためにコントロール群(7片)と実験群(7片)の試料を使用して、油浸前の色彩を測定し、両者を比較した。

(2) オリーブ油単味浸漬による色彩変化

膨潤の検討に用いたコントロール群と実験群の試料を用いて、油浸前後の色彩を測定し、両者を比較した。

(3) オリーブ油と β -カロチンの混合溶液浸漬による色彩変化

オリーブ油100 ml中に β -カロチン(片山化学工業社製)0.1 gを混合・溶解した溶液を50 mlずつ、2つのビーカーにとり、それぞれに新しく作製したコントロール群(7片)と実験群(7片)を浸漬し、両者の比較を行った。

(4) 鉄ヘマトキシレン溶液浸漬による色彩変化

鉄ヘマトキシレン溶液50 ml中に新しく作製したコントロール群(7片)、実験群(7片)をそれぞれ浸漬し、油性成分による影響のない状態での色彩を検討した。浸漬後、中性洗剤を添加した温湯中で、15分間超音波洗浄した。

以上、いずれも浸漬温度は37°C、浸漬時間は7日間とした。

結 果

ポリオレフィン系軟質裏装材「モルテノ」の再加圧の有無が材料の膨潤と変色に与える影響について調べた。有意性の検討は、いずれもt-test

($P < 0.05$)を用いた。

(1) 膨潤について

コントロール群の油浸前(before)と油浸後(after)、実験群の油浸前と油浸後のそれぞれの重量を1/10000 gまで計量し、比較した。その結果、両群ともに、油浸前と油浸後に有意な差があった。(Table 1)

(2) 再加圧の有無による色彩変化について

温度約120°C、圧力1 kg/cm² Gの圧力釜にて、20分間、加熱・加圧した14片の試料のうち、7片をコントロール群とした。残りの7片を実験群として、さらに、約50 kg/cm²の加圧を行った後、コントロール群との色彩を比較した。その結果、L*, b*, ΔE^*ab に変化があった。(Table 2)

(3) オリーブ油単味浸漬による色彩変化についてオリーブ油のみで、コントロール群と実験群に色彩的な差があるかどうか比較した。その結果、浸漬前と浸漬後とは変化はなかった。(Table 3)

(4) オリーブ油と β -カロチンの混合溶液浸漬による色彩変化についてコントロール群、実験群ともに大きく変色し(Table 4)特に、b*の値が大きく変化した。

(5) 鉄ヘマトキシレン溶液による浸漬について油性成分を含まない、鉄ヘマトキシレン溶液による浸漬では、実験群のL*と、コントロール群、実

Table 1: Comparison of weight of the two specimens before and after immersion in olive oil (gm)

		Control	Experiment
Before	\bar{X}	0.5333	0.5798
	S. D.	0.0264	0.0236
After	\bar{X}	0.5861	0.6354
	S. D.	0.0278	0.0247

Groups connected by vertical lines are significantly different ($p < 0.05$; t-test).

Table 2: Mean values and standard deviations of the chromaticity in repressing (experiment) or not repressing (control)

		L*	a*	b*	ΔE^*ab
Control	Min.—Max.	62.3—64.0	24.2—25.5	6.9—7.2	29.5—31.2
	$\bar{X} \pm S. D.$	63.0 \pm 0.76	24.9 \pm 0.54	7.0 \pm 0.11	30.5 \pm 0.72
Experiment	Min.—Max.	60.0—62.6	24.4—26.5	6.5—7.0	30.7—33.3
	$\bar{X} \pm S. D.$	61.8 \pm 0.76	25.4 \pm 0.68	6.8 \pm 0.15	31.7 \pm 0.88

Comparison using a t-test. Groups means designated by vertical lines are statistically different ($p < 0.05$).

験群の a*, b* に有意差があった。(Table 5)

考 察

裏装材の義歯床への応用の目的は顎堤への義歯床の適合性と吸着性の改善にあり、一般に硬質裏装材と軟質裏装材とに分けることが出来る。前者は加熱重合型あるいは常温重合型義歯床用アクリックレジンを用い、後者はいわゆる弾性裏装材

としてアクリル系軟質裏装材、シリコーン系軟質裏装材、フッ素樹脂系軟質裏装材、そしてポリオレフィン系軟質裏装材とがある。軟質裏装材は、顎堤の吸収が著しく、顎堤粘膜が菲薄で疼痛を伴う場合、歯槽骨の凹凸が著しく、鋭利な骨縁のため咀嚼時に疼痛がある場合、咬合時に粘膜が極度に変形する場合、顎堤に著明なアンダーカットが存在し、義歯の着脱が困難な場合などに使われ、ま

Table 3: Mean values and standard deviations of the chromaticity before and after immersion in olive oil

			L*	a*	b*	ΔE*ab
Control	Before	\bar{X}	63.0	24.9	7.0	30.5
		S. D.	0.70	0.54	0.11	0.72
	After	\bar{X}	63.8	24.4	7.0	29.8
		S. D.	0.93	0.75	0.11	0.77
Experiment	Before	\bar{X}	61.8	25.4	6.8	31.7
		S. D.	0.76	0.68	0.15	0.88
	After	\bar{X}	62.6	25.2	6.8	31.1
		S. D.	0.64	0.50	0.12	0.59

In comparison of two groups, before and after, there are no significant differences ($p > 0.05$; t-test).

Table 4: Mean values and standard deviations of the chromaticity before and after immersion in olive oil with β -Carotene

			L*	a*	b*	ΔE*ab
Control	Before	\bar{X}	61.4	27.6	7.3	33.5
		S. D.	1.40	0.94	0.12	1.47
	After	\bar{X}	54.3	36.0	57.3	61.1
		S. D.	1.22	0.78	3.17	2.52
Experiment	Before	\bar{X}	60.2	27.9	7.2	34.4
		S. D.	0.97	0.66	0.19	0.95
	After	\bar{X}	53.7	35.7	57.9	61.2
		S. D.	0.73	0.66	3.62	2.57

Groups connected by vertical lines are significantly different ($p < 0.05$; t-test).

Table 5: Mean values and standard deviations of the chromaticity before and after immersion in iron hematoxylin solution (pH 6.3)

			L*	a*	b*	ΔE*ab
Control	Before	\bar{X}	60.9	28.0	7.1	34.2
		S. D.	1.71	1.30	0.23	1.88
	After	\bar{X}	59.0	24.2	6.0	32.6
		S. D.	2.21	2.49	0.40	3.06
Experiment	Before	\bar{X}	61.3	27.4	7.0	33.4
		S. D.	1.13	1.28	0.26	1.58
	After	\bar{X}	59.0	25.5	6.1	33.5
		S. D.	1.67	0.71	0.46	1.12

Groups connected by vertical lines are significantly different ($p < 0.05$; t-test).

た顎補綴のオブチュレーターで作製などにも用いられる¹⁰⁾。中でも最近開発されたポリオレフィン系軟質裏装材「モルテノ」は物理的ならびに化学的安定性に優れているといわれる。しかし、このように安定した化学構造を持つポリオレフィン系軟質裏装材も変色に関してはいまだに不明な点が多く、特に油性成分が介在した場合の変色が著しいと言われ、実際、日常臨床の術後経過中にこの変色に気づくことがある。そこで本研究はポリオレフィン系軟質裏装材「モルテノ」の変色に関して、物理学的な計測を行い色彩学的に検討したものである。

1. 実験材料について 「モルテノ」はポリオレフィン系軟質裏装材で、オレフィンには、エチレン $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ や、このなかのHが炭化水素、たとえばメチル基 $-\text{CH}_3$ とか、エチル基 $-\text{C}_2\text{H}_5$ で置き換わったプロピレン $\text{CH}_2=\text{CH}\cdot\text{CH}_3$ 、ブチレン $\text{CH}_2=\text{CH}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$ などがある。このエチレンにプロピレンなどを混合して重合すると、分子の規則性がなくなって結晶にならず、ゴムに似た性質が生まれる。これらの性質を変えるのに可塑性を用いる必要がないので、材料の劣化の原因としての可塑性の溶出がない。同時にCとC、CとHという化学的に非常に安定した結合であるため薬品に侵されにくく、吸水しにくい化学構造を有している¹¹⁾。この材料にはソフト、レギュラー、ハードの3種類があるが、レギュラーの理工学的性質では、弾性係数が $(1.0\pm 0.2)\times 10^2 \text{ kg f/cm}^2$ でフッソ樹脂系軟質裏装材よりしなやかでシリコン系軟質裏装材よりも硬い¹¹⁾。ちなみにフッソ系軟質裏装材は $(7.4\pm 0.2)\times 10^2 \text{ kg f/cm}^2$ であり、シリコン系軟質裏装材の1つは $(1.9\pm 0.2)\times 10 \text{ kg f/cm}^2$ である。引っ張り破断強度は $120\pm 50 \text{ kg/cm}^2$ でフッソ系軟質裏装材 18 kg/cm^2 、シリコン系軟質裏装材 48 kg/cm^2 よりもはるかに強度がある¹²⁾。吸水量は 0.002 mg/cm^2 (37°C , 24h 浸漬)で床用レジンの 0.61 mg/cm^2 と比較するとはるかに少ない。このように化学的あるいは物理学的な性質はかなり優れていると云えよう。「モルテノ」はアクリルレジンと接着する性質を持たないことから、特殊な接着剤を用いている。接着剤としてはモルブライマー T100を使用し、まず床用レジンのMMAと、モルブライマー T100に含有されているMMAとが反応し化学的結合が行われ、「モルテノ」とは、モルブライ

マー T100に含まれている溶媒によって「モルテノ」を一層溶解し、 $90-100^\circ\text{C}$ に加熱することにより「モルテノ」とモルブライマー T100とが熱溶解される。本研究に最も関係の深い変色についてはメーカーの変色性試験によると ΔE^*ab 値は 37°C , 7日間浸漬後ではターメリック水溶液 (0.05 g/100ml) で3.6, これはフッソ系軟質裏装材と同程度で、シリコン系裏装材の14.4と比較するとかなり小さい値を示し⁹⁾、変色しにくいことが窺われる。しかし、実際臨床での術後経過ではかなりの頻度で変色(オレンジ色に変化する)が観察されている。変色は患者によって気になる場合と気にならない場合とが有りその度合いは異なると思われるが、少なくとも義歯装着時の色が使用しているうちに変化してくる現象は患者の心理的側面からも考慮すべき事と考えられる。材料の変色がただ単に着色による色の変化だけであるならば、それ程大きな問題とはならないかも知れないが、変色は材料自体の劣化、変質の兆候であるという見方をすれば、非常に大きな問題である。著者は特に軟質裏装材の変色と劣化との関連について興味を持っているが、その前段階として先ずポリオレフィン系軟質裏装材をとりあげ、変色について調べた。

2. 実験方法について

浸漬試験に用いられる液体には、ターメリック水溶液、インスタントコーヒー液、赤色102号液¹²⁾、人工唾液シュール¹³⁾、鉄ヘマトキシレン溶液、油性成分含有液体としてはオリーブオイル、SALIVA OIL、ワセリン剤¹³⁾などが使われている。また浸漬温度は 37°C 、浸漬期間は1週間^{12,13)}とする報告が多い。本実験では「モルテノ」の膨潤を調査するために局方オリーブ油(シオエ製薬社製)を用い、変色試験にはオリーブ油単体、オリーブ油に食物色素 β -Carotene を混合した溶液、鉄ヘマトキシレン溶液の3種類を用いた。試料は再加圧したものの(実験群)と再加圧しないもの(コントロール群)に分け、油性成分による実験群とコントロール群の膨潤と変色、特に β -Carotene を溶解したオリーブ油浸漬による影響を調べた。

3. 実験結果について

1) 膨潤について

吸水量は床用レジンと比較して極めて少ない⁹⁾にも拘らず、コントロール群、実験群共に、オリ

ブ油浸漬後では浸漬前と比較して有意な差を持って重さが増加した。すなわち、再加圧してもしなくても、「モルテノ」に膨潤が生じていることになり、メーカーが主張するように再加圧することにより膨潤は少なく、従って変色も少ないという説明は覆される。いずれにせよ、膨潤が変色の第一段階であることは否定できず、「モルテノ」の表面に何らかのコーティングを行って薄い被膜を形成し、油性成分の組織内への浸潤を防ぐか、あるいは材料そのものを改良することが重要な課題であろう。

2) 再加圧の有無による色彩変化について

いろいろな溶液を用いた浸漬試験による変色の程度を調べる前に、再加圧の有無により色彩に変化があるかどうかを先ず検討した。その結果、 L^* 値、 b^* 値は有意な差を以て低い値を示し、 ΔE^*ab 値も有意な差を以て高い値を示した。すなわち再加圧すると「モルテノ」はわずかに鈍い色になり、黄色味が減少した色になることが分かった。しかし、この程度の変色は実際臨床で使用する場合にはほとんど問題にならない。

3) オリーブ油単味浸漬による色彩変化について

「モルテノ」を裏装した患者の術後経過観察中に見られる変色は、一様に黄色味がかったオレンジ色への変化である。変色の程度あるいは変色開始時期は個人により差があり一定ではないが少なからず観察される事実である。この変色が油性成分のみで生じるのかあるいは油性成分を媒体として他の色素、例えば食物色素の一部が沈着するのかあるいは「モルテノ」の色素と化学的に結合して変色するのかわからない。そこでまず、オリーブ油単味で変色が生じるかどうか調べたところ、全く変化はなかった。すなわちこの軟質裏装材は何らかの色素に影響され、変色が生じることが分かり、その媒体をなしているのは結果(1)に見られるように食用油のような油性成分であることが示唆された。

4) オリーブ油と β -Caroteneの混合溶液浸漬による色彩変化

そこで食物色素の1つである β -Caroteneと局方オリーブ油との混合溶液を用いて、油性成分による膨潤と色素の侵入・沈着との関係について実際に浸漬試験を行いその変化を調べた。Table 4

に見られるようにコントロール群も実験群も浸漬前後の L^* 、 a^* 、 b^* 、 ΔE^*ab は大きく変化し、特に、 b^* の値はコントロール群、実験群共に約7倍の値を示し、臨床で見られる変色と同様なオレンジ色あるいは黄色変化が著明に現れた。結果(3)で明らかかなように、オリーブ油単味浸漬では現れなかった変色も、 β -Caroteneのような食物色素の混合溶液では著明な変化が現れ、油性成分の存在が変色の媒体を成していることが立証された。このことは日常の食生活のなかで我々が摂取している食用油がいろいろな食物色素を含有する食物と共にこの軟質裏装材を徐々に変色させていることを示唆するものである。現在市販されている軟質裏装材の1つフッソ樹脂系軟質裏装材「クレバートドウ」(呉羽化学工業社製)ではコーティング材として「クレガード」(呉羽化学工業社製)を使用しており、クレバートドウの有効成分の溶出を防ぐ工夫がなされている。今後、ポリオレフィン系軟質裏装材でもその表面に何らかのコーティング処理を施し、油性成分による影響を少なくすることが急務であろう。

5) 鉄ヘマトキシレン溶液浸漬による色彩変化

油性成分を含まない染色液として鉄ヘマトキシレン溶液を選び、試料に与える色の変化への影響を調べた結果では、色差(color difference)には変化はなかったが、個々の色彩変化ではコントロール群の a^* 、 b^* に、実験群の L^* 、 a^* 、 b^* にそれぞれ有意な差をもって変化があった。この結果から非常に僅かではあるがポリオレフィン系軟質裏装材の吸水性のために色素が沈着したものと考えられる。また中性洗剤を用いた超音波洗浄を行っているので表面のみの色素の付着でないことは明らかである。色差は、分光測色計に付属している白色校正板を基準値とした値で示され、コントロール群も実験群も浸漬前後の色の差は有意に変化していないことが窺え、オリーブオイルと β -Caroteneとの混合溶液での変色の程度とを比較すると僅かな色の変化であることが分かった。

結 論

ポリオレフィン系軟質裏装材「モルテノ」について、油性成分による膨潤と変色について圧力釜から取り出した直後に再加圧を行った試料(実験群)と行わない試料(コントロール群)について

検討した。その結果、

- (1) 両者に油浸による膨潤がみられ、重量が増加した。
- (2) 再加圧の有無により色彩的な変化があった。すなわち、再加圧を行った場合はやや鈍い色になり、黄色味が減少した色となった。
- (3) 両者にオリーブ油単味油浸による変色は見られなかった。
- (4) β -Carotene を溶解した油浸では大きく変色し、特に b^* の値が大きく変化することによりオレンジ色に変化した。
- (5) 油性成分を含まない鉄ヘマトキシレン溶液浸漬においても僅かではあるが変色が観察された。

文 献

- 1) 津留宏道, 長澤 亨, 佐藤隆志, 高木道弘, 浜田重光, 岡田周造(1977): 弾性裏装材の特性およびその臨床応用, 日本歯科評論, 417: 59~67.
- 2) 長澤 亨, 井田淳一, 田中逸朗, 佐藤隆志, 中村博, 荒谷和明, 津留宏道(1969): 新しい弾性裏装材の使用法とその臨床効果, 日本歯科評論, 319: 1~6.
- 3) 岡根秀明, 津留宏道(1981): 弾性裏装材: 歯科 Q & A, 168~169, 六法出版, 東京
- 4) 津留宏道, 大川周造, 岡根秀明, 浜田重光(1981): 新しい義歯床用軟質裏装材「クレベート」の性質と使用法, 広島大学歯学雑誌, 9: 1~8.
- 5) 大川周造, 岡根秀明, 赤川安正, 谷 信吾, 石嶋誠司, 津島隆司, 津留宏道(1982): フレンジテクニクを応用したあとに軟質裏装材「クレベート」を使用して咀嚼機能を回復した総義歯の 1 症例, 補綴誌, 16(1): 55~62.
- 6) 増原英一, 永田勝久, 林都志夫, 早川 巖(1979): 新しいリベース材料-軟質フッ素系ポリマーの性質と使用法, Quintessence International/Dental Digest 7(6):69~75.
- 7) 増原英一, 永田勝久, 佐藤雅彦, 渡辺昭彦, 坂内信男, 今井庸二(1979): 義歯床用軟質フッ素系ポリマーに関する研究, 歯科理工学雑誌, 20: 115~120.
- 8) 津留宏道, 長澤 亨, 大川周造, 吉田耕一郎, 平井浩二(1987): 新しい義歯床用軟質裏装材「モルテノ」の臨床評価, 歯科技工, 15: 519~525.
- 9) 津留宏道, 長澤 亨, 大川周造, 吉田耕一郎, 石田栄作(1987): ポリオレフィン系軟質裏装材「モルテノ」の性質と使用法, Quintessence of Dental Technology, 12: 1495~1500.
- 10) 平澤 忠, 平林 茂(1987): 市販各種リベース材の現況とその材料学的な整理として, Quintessence of Dental Technology, 12: 1475~1488.
- 11) 川上道夫(1987): 軟質レジン of 材料科学, 歯科技工, 15: 513~518.
- 12) モルテンメデイカル編(1986): モルテノに関する各種性質, モルテノ資料, 1~6.
- 13) 柳沢治之, 石渡寿夫, 戸田雅也, 赤松俊也, 佐野晴男, 大山喬史(1988): 軟質プラスチックの顎顔面補綴応用に関する基礎的検討, 顎顔面補綴, 11(2): 19~20.