

# ティッシュコンディショナーの硬化挙動評価における ディスプレイメントレオメーターの有用性

洪 光, 村田比呂司, 浜田 泰三

## Utility of Displacement Rheometer in Setting Behavior Evaluation of Tissue Conditioners

Guang Hong, Hiroshi Murata and Taizo Hamada

(平成14年3月29日受付)

### 緒 言

ティッシュコンディショナーは、義歯床下粘膜に対する組織調整のみならず、動的印象、即時義歯や顎義歯の暫間裏装など、補綴臨床において広く応用されている<sup>1-4)</sup>。また基礎床のアンダーカット部への適用、オブチュレーターなどの顎顔面補綴領域にも応用されている。

ティッシュコンディショナーは粉と液を混和した後ゲル化し、時間の経過とともに弾性回復を生じる。本材のゲル化進行中の粘弾性的性質は、操作性や義歯床粘膜面と口腔粘膜との適合性および患者の行う機能運動に密接に関係している<sup>5-7)</sup>。ティッシュコンディショナーを裏装した義歯が口腔内で顎粘膜と正しい位置関係になるためには、操作時間、撤去時間および弾性回復率の経時的変化は特に重要である。

ティッシュコンディショナーの操作時間および撤去時間に関する国際規格は現在のところ見当たらない。現在、ディスプレイメントレオメーターを用いたゲル化時間の評価を国際標準化機構 (ISO) 規格試験とすることが検討されている。本装置は弾性回復を測定することから、臨床的観点より硬化挙動を評価できるものと考えられる。

そこで本研究では、弾性回復を測定することのできるディスプレイメントレオメーターを用い、ティッシュコンディショナーの操作時間、撤去時間および硬化挙動を測定し、さらに本装置の有用性についても検討した。

### 材料ならびに方法

本実験に使用した9種類の市販ティッシュコンディショナーを表1に示す。測定には、ディスプレイメントレオメーター、高精度レーザ変位センサ (Z4M-

表1 本実験で使用した材料

Code	Material	Batch no. powder/liquid	Manufacturer
VG	Visco-gel	0001000126-0002000132	De Trey Division Dentsply Ltd.
CC	COE-Comfort	102299A-122199A	GC America Inc.
HC	Hydro-Cast	0730010413-0380010395	Kay-See Dental Industrial Co.
F	Fitt	9-1328-9-1333	KEER Manufacturing Co.
CS	COE-Soft	020700A-020700A	GC America Inc.
SL	Soft-Liner	0002032-0002041	GC Corp.
STC	Shofu Tissue Conditioner	119977-119983	Shofu Inc.
BT	Bosworth Trusoft	9910-561	Bosworth Co.
BS	Bosworth Softone	0001-033	Bosworth Co.

W40, オムロン), およびペンレコーダー (R-62, 理科電気) を用い, 弾性回復率の経時的変化を測定した. 測定装置を図 1 に示す. 装置の表面温度は恒温水槽 (SB-11, 東京理科器械) および循環装置 (NTT-120, 東京理科器械) を用い, 温度調整を行った. 水槽の温度と測定装置の表面温度はデジタル温度計 (SATO 計量器) で確認した.

各材料はメーカ指示の粉液比と操作方法により,  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  のもとで練和した. 練和が終了した時間をもって計測開始時間とした.

操作時間の測定は  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  で行った. 練和  $30 \pm 5$  秒後に, ペンレコーダーの記録を開始するとともに, 約 2 ml の材料をディスプレイメントレオメーター試料台の中央にのせ, スティールプレートをセットした. 60

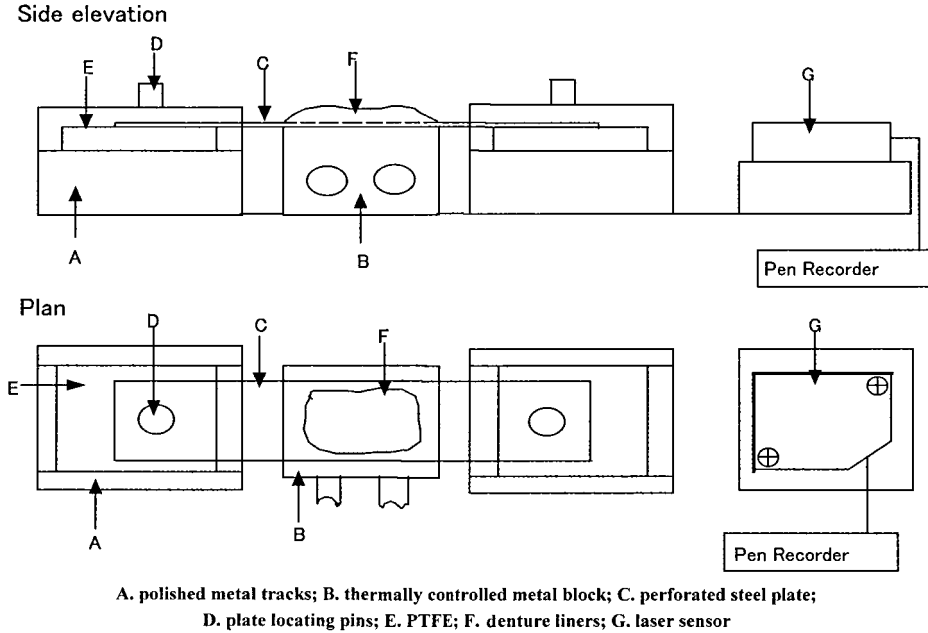


図 1 ディスプレイメントレオメーターの構造図

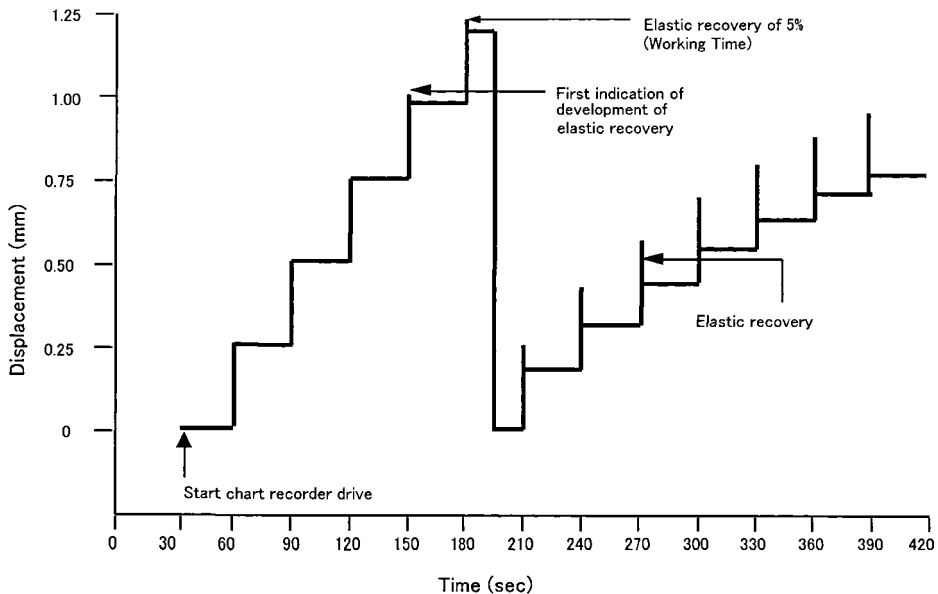


図 2 操作時間の測定方法および算出方法

± 5 秒後に、0.25 mm の変位を 1 秒間で与え、弾性回復率を測定した。この手順を30± 5 秒間隔で繰り返し、弾性回復率が10%以上になるまで測定を続けた(図2)。試料が初めて弾性回復を示す時間および5%弾性回復を示す時間を記録し、5%弾性回復を示す時間を操作時間とした。

撤去時間の測定は37±1°Cで行った。試料練和60±5秒後に、操作時間の測定と同様の手順で試料をディ

スプレイスメントレオメーターにセットした。練和120±5秒後に、測定を開始した。変位は60±5秒間隔で繰り返し、30分間測定した。各試料の弾性回復率を算出し、試料が一定の弾性回復を示す時間を撤去時間とした(図3)。

各材料につき3回ずつ測定し、平均値を求めた。各測定値は一元配置分散分析を行い、Tukeyの方法による多重比較により統計処理を行った。

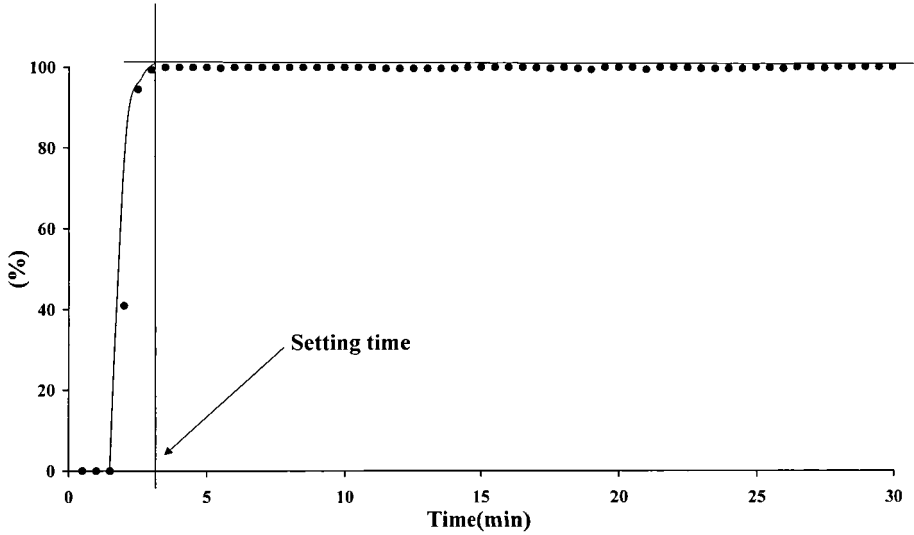


図3 撤去時間の算出方法

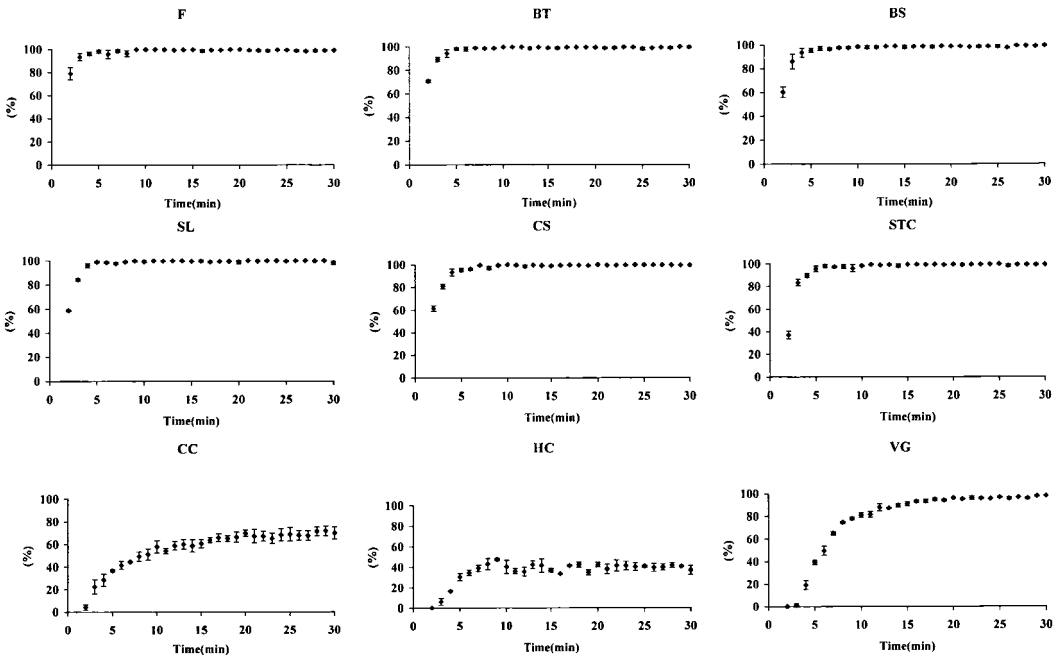


図4 各材料の弾性回復率

## 結 果

ティッシュコンディショナーの弾性回復の経時的変化を図4に示す。すべての材料は時間の経過とともに、弾性回復率が増大し、一定時間後一定の値になる傾向であった。弾性回復率の経時的な変化は、材料によって大きな相違が認められた。ゲル化後の弾性回復率の

値も材料によって相違があった。

ティッシュコンディショナーの操作時間および撤去時間を図5、図6に示す。各材料の操作時間および撤去時間を一元配置分散分析した結果、各材料間で有意差が認められた ( $p < 0.05$ ) (表2, 3)。さらにTukeyの方法による多重比較を行った結果、操作時間ではF, BT, BS, SL, CSおよびSTCの間で有意差が認められ

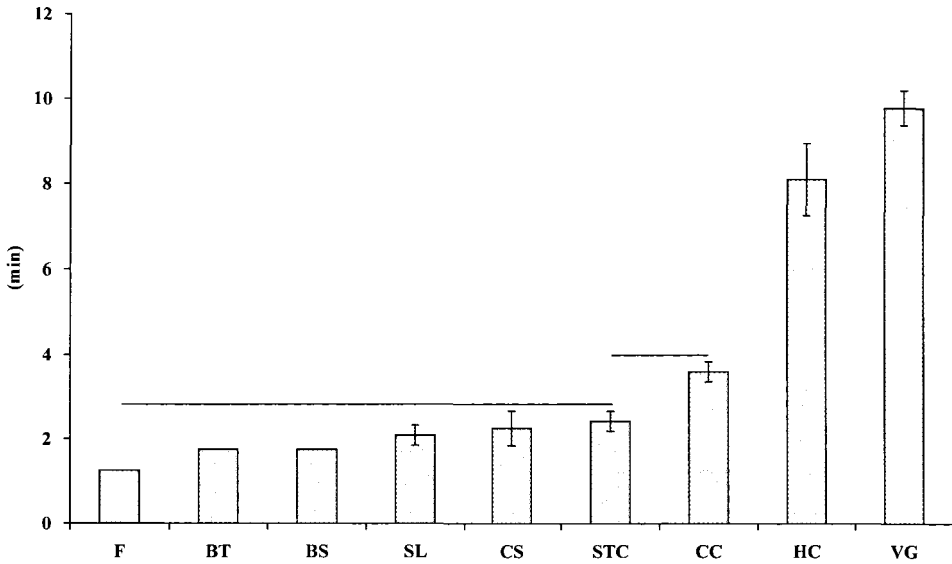


図5 各ティッシュコンディショナーの操作時間  
横線は有意差なし ( $p > 0.05$ ) を示す

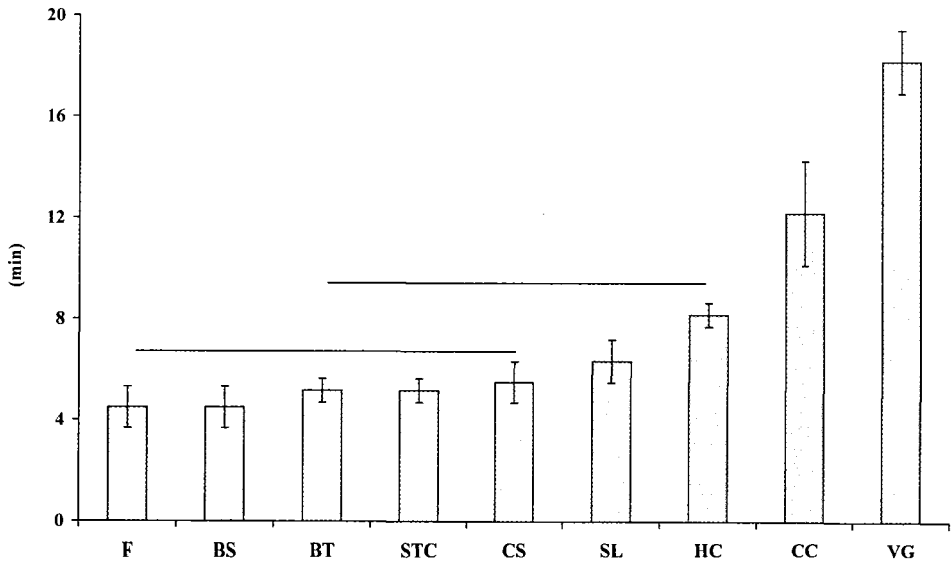


図6 各ティッシュコンディショナーの撤去時間  
横線は有意差なし ( $p > 0.05$ ) を示す

表2 操作時間の一元配置分散分析

Source of Variation	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig
Between Materials	227.352	8	28.419	139.511	0.000
Within Materials	3.667	18	0.204		
Total	231.019	26			

表3 撤去時間の一元配置分散分析

Source of Variation	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig
Between Materials	509.185	8	63.648	41.661	0.000
Within Materials	27.500	18	1.528		
Total	536.685	26			

なかったが、これらの材料の操作時間は HC, VG に比べて有意に短かった ( $p < 0.05$ )。VG は他の材料に比べて、もっとも長い撤去時間を示した。F, BT, BS, CS および STC の撤去時間では有意差が認められなかったが、これらの撤去時間は VG, CC に比べて有意に短かった ( $p < 0.05$ )。VG では他の材料に比べ、最も長い撤去時間を示した。

## 考 察

ティッシュコンディショナーはポリマーと可塑剤が溶解した高分子濃厚溶液で、練和後高分子ポリマーが溶媒の液を吸収し無制限に膨潤したのち、溶媒中に分散し溶解する。そしてポリマー鎖は互いに絡み合い、ゲル化し弾性回復を示す。ティッシュコンディショナーの操作時間と撤去時間は本材の操作性<sup>7)</sup>、義歯と床下粘膜との位置関係を決定する上で重要である。また、これらの因子は義歯床粘膜面のティッシュコンディショナーの厚さ、および義歯を患者の口腔内から撤去するタイミングなどにも影響を与えられ考えられる。本材の硬化挙動は、材料によりその挙動がかなり異なっており、臨床における操作性および義歯床下粘膜への治療効果などの観点より、各材料の練和直後からの硬化進行中の弾性回復を熟知することは重要である。

これまで短期用軟質義歯裏装材（ティッシュコンディショナー）の ISO 規格（ISO10139-1, 1991）では、初期の流動性に関してはちよう度試験が規格とされていた。しかしながら本試験方法では、操作が煩雑で誤差が生じやすく、また算出した値は臨床操作に関連していないと考えられる。つまりティッシュコンディショナーの操作時間と撤去時間の測定は困難である。

ティッシュコンディショナーの硬化挙動の材料間の比較には、従来より平行板プラストメーター<sup>5)</sup>、レシブ

ロケーティングレオメーター<sup>6,8)</sup>、オシレーティングレオメーター<sup>7,9,10)</sup> およびストレス制御式レオメーター<sup>11,12)</sup> が使用されている。これらのレオメーターはティッシュコンディショナーのゲル化時間の測定は可能であるが、硬化中の弾性回復値を測定することはできない。ディスプレイスメントレオメーター<sup>13-15)</sup> は、本材を含めた歯科材料の硬化中の弾性回復値を測定するのに適した装置である。また本材の操作時間および撤去時間に関する規格および評価方法について、明確な基準は見当たらない。本研究では本材の硬化中の弾性回復の挙動を測定し、ティッシュコンディショナーの操作時間および撤去時間を決定した。

今回の実験では、23°C において 5% の弾性回復を生じた時間を、各材料の操作時間と定義した。この時間内までに義歯床にティッシュコンディショナーを裏装する必要がある。

撤去時間は、37°C において弾性回復値が一定となった時間とした。この時間内において、筋形成を行う必要があり、さらにこの時間後に裏装した義歯を口腔内から撤去することができる。

ディスプレイスメントレオメーターでの操作時間、撤去時間および弾性回復率は、1秒間で、0.25 mm の変位を生じさせるが、この操作自体はいくぶん困難と思われる。しかしながら、Murata ら<sup>14)</sup> によると、変位に要する時間を 1秒および 5秒とした場合、両者の測定結果に大きな相違が認められなかったと報告している。

ディスプレイスメントレオメーターの利点は、1) 必要とされる材料が少量である、2) 弾性回復率を測定できる、3) 操作時間と撤去時間の測定ができる、さらに硬化後のティッシュコンディショナーの弾性回復値も測定できる、などがあげられる。

今回用いた 9 種類の市販ティッシュコンディショ

ナーの中で F, BT, BS, SL, CS, STC および CC の 7 種類の材料の操作時間は 1 分以上 4 分以下であり、これらの材料を臨床で使用する際、比較的短時間で裏装を行い、患者の口腔内に挿入する必要があると考えられる。また、HC と VG の操作時間は 8 分以上であり、この二種類の材料を使用する際には、材料の流動性が減少するまでしばらく放置してから、患者の口腔内挿入、筋形成を行う必要があると考えられる。さらに、HC, CC および VG の硬化時間が 8 分以上であるため、裏装した義歯を十分な時間をかけて、患者の口腔内で筋形成を行うことができると考えられる。

ディスプレイメントレオメーターを用いたティッシュコンディショナーの硬化挙動の測定では、試験環境の温度、湿度、試験機表面の温度、材料のロットなどが試験結果に影響を及ぼし、誤差を生じると考えられる。そこで今後の課題としては、本装置のステールプレートが移動する傾斜度を測定し、標準試料によりキャリブレーションを行い、より詳細にディスプレイメントレオメーターの有用性について検討していく予定である。

#### ま と め

ディスプレイメントレオメーターを用い、9 種類のティッシュコンディショナーの弾性回復の経時的変化を測定し、以下の結論を得た。

1) 各ティッシュコンディショナーの操作時間および撤去時間は材料間で有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。本材の硬化中の弾性回復の挙動も材料間で大きな相違が認められた。

2) ディスプレースメントレオメーターは硬化中のティッシュコンディショナーの弾性回復挙動の測定に有用であることがわかった。さらにこれらの弾性回復値は操作時間および撤去時間の評価に応用できることが示唆された。

#### 参 考 文 献

- 1) Chase, W.W.: Tissue conditioning utilizing dynamic adaptive stress. *J. Prosthet. Dent.* **11**, 804-815, 1961.
- 2) Pound, E.: Conditioning of denture patients. *J.*

- Am. Dent. Assoc.* **64**, 461-468, 1962.
- 3) Harrison, A.: Temporary soft lining materials. *Br. Dent. J.* **151**, 419-422, 1981.
- 4) 浜田泰三, 村田比呂司: デンチャーライニング。デンタルダイヤモンド, 東京, 64-132, 2001.
- 5) Newsome, P.R.H., Basker, R.M., Bergman, B. and Glantz, P.-O.: The softness and initial flow of temporary soft lining materials. *Acta Odontol Scand.* **46**, 9-17, 1988.
- 6) Graham, B.S., Jones, D.W. and Sutow, E.J.: Clinical implications of resilient denture lining material research. Part II: Gelation and flow properties of tissue conditioners. *J. Prosthet. Dent.* **65**, 413-418, 1991.
- 7) Murata, H., Hamada, T., Djulaeha, E., Nikawa, H.: Rheology of tissue conditioners. *J. Prosthet. Dent.* **79**, 188-199, 1998.
- 8) Jones, D.W., Sotow, E.J. and Graham, B.S.: Gel strength and rate of gelation of soft polymers. *Dent. Mater.* **7**, 138-144, 1991.
- 9) Parker, S. and Braden, M.: Formulation of tissue conditioners. *Biomaterials* **11**, 579-584, 1990.
- 10) Murata, H., Iwanaga, H., Shigeto, N. and Hamada, T.: Initial flow of tissue conditioners - influence of composition and structure on gelation. *J. Oral Rehabil.* **20**, 177-187, 1993.
- 11) McCabe, J.F. and Carrick, T.E.: Rheological properties of elastomers. *J. Dent. Res.* **68**, 1218-1222, 1989.
- 12) McCabe, J.F. and Arikawa, H.: Rheological properties of elastomeric impression materials before and during setting. *J. Dent. Res.* **77**, 1874-1880, 1998.
- 13) Abuasi, H.A., McCabe, J.F., Carrick, T.E. and Wassell, R.W.: Displacement rheometer: a method of measuring working time and setting time of elastic impression materials. *J. Dent.* **21**, 360-366, 1993.
- 14) Murata, H., McCabe, J.F., Jepson, N.J. and Hamada, T.: The determination of working time and gelation time of temporary soft lining materials. *Dent. Mater.* **13**, 186-191, 1997.
- 15) Vlachodimitropoulos, H and Wilson, P.R.: Characterization of the development of elasticity in dental luting cements. *J. Dent.* **26**, 173-176, 1998.