

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 16 日現在

機関番号：32404

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861864

研究課題名(和文) レジン系ディボンド型セメントの諸物性

研究課題名(英文) Physical and mechanical properties of experimental resin cement for temporary luting

研究代表者

長沢 悠子 (Nagasawa, Yuko)

明海大学・歯学部・講師

研究者番号：90526451

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：試作レジン系仮着用セメントの作製には液成分にBis-GMA, UDMA, TEGDMA, MMA, HEMA, 粉末にPEMA, PMMA, silicone powderを使用した。硬化時間, 被膜厚さ, せん断強さ, 保持力, サーマルサイクル後のせん断強さの測定を行った。その結果, Bis-GMAを液成分に添加するとUDMAを添加するよりも硬化時間は短く, 被膜厚さは減少する傾向を示した。また, 液成分にHEMAを添加するとMMA単独の場合よりも被膜厚さが減少し, せん断強さは低下し, インプラントアバットメントへの鑄造冠の保持力は増加, また, サーマルサイクル後のせん断強さが減少することが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The experimental cements were prepared using liquids of five different resin monomers (Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, MMA or HEMA), and three different cement powders (PEMA, PMMA or silicone powder). The setting time, film thickness, retentive force and shear strengths of the experimental cement with and without thermal cycling were determined. Under the present experimental conditions, the resin monomers affected the setting time and film thickness of the cements. Bis-GMA in the cement liquid made the setting time shorter and the film thickness smaller than those of UDMA. HEMA in the MMA liquid appeared to reduce the film thickness and the strength of the experimental cements, while which tend to increase the retentive force on cement-retained crowns on implant abutment.

研究分野：歯科材料学

キーワード：歯科用セメント 高分子材料 機械的性質 仮着用セメント

1. 研究開始当初の背景

歯周治療や歯科インプラント補綴の治療過程において仮着用セメントは頻用されている。その治療期間は長期に亘る一方で、必要に応じて歯周組織やアバットメントを傷つけることなく補綴装置を撤去できる性質が望まれる。歯根膜の存在しないインプラント体の動揺は主に歯槽骨の変形に頼る部分が多い。咬合した際のインプラントの沈下量は3~5μmといわれ、天然歯の30μmと大きな差があり、インプラント体および上部構造物においてさまざまな機械的問題を引き起こす。咬合荷重と補綴物の機械的問題としてはクラウン咬合面の磨耗、ポーセレン破折、レジン歯の破折、スクリューの緩み、補綴物の破折、インプラント体の破折などがある。インプラント上部構造に関する合併症とその発生率について、生物学的問題(オッセointegrationの破壊)よりも上部構造物自体の機械的破壊の頻度が高いという報告もみられる。上部構造物の固定方法がセメント固定の場合、スクリュー固定よりも上部構造物の破壊が少ない。これはスクリューホールが無い構造的な利点に加え、歯根膜のないインプラント補綴に過重が生じた際にセメント層がショックアブソーバーとして作用していると考えられる。そこで、インプラント補綴に使用するセメントの緩圧作用に着目した。現在、ポリアクリル酸水溶液を使用した粉末と液で供給されるセメントあるいは非ユージノール系のペーストで供給されるセメントに関する報告は多いものの、レジン系の仮着用セメントについての歯科理工学的研究は少ない。そこで、本実験ではレジン系仮着用セメントを試作し、理工学的性質について検討を行った。

2. 研究の目的

本研究は補綴装置およびプロビジョナルレストレーションの仮着に使用するレジンセメントを試作し、セメント硬化時間、被膜厚さ、サーマルサイクル前後のせん断強さ、インプラントアバットメントへの鑄造冠の保持力について材料学的研究を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

1) 実験 1

(1) 材料と方法

レジンセメントの試作には、粉末に PEMA (Tissue Conditioner, Shofu, Japan) を使用した。液成分には Bis-GMA, UDMA および TEGDMA の 3 種類のモノマーを使用した。具体的には Bis-GMA/TEGDMA をモル比 1:1 (略号: セメント硬化体を A とする) および 1:2 (略号 B), また UDMA/TEGDMA も同様にモル比 1:1 (略号 C) および 1:2 (略号 D) で調整を行い、セメントの液成分を 4 種類とした。重合開始剤として粉末中に BPO1wt% を加え、重合促進剤として液成分に第 3 級アミン(DMPT)0.5wt% を添加した。セメント練和の粉液比 (P/L) は 0.5, 1.0 お

よび 1.5 の 3 種類とし、硬化時間、被膜厚さ、打抜きせん断強さの測定を行った。比較対照として市販レジン系仮着用セメント (implantlink@semi, DETAX, 以下 I) を使用した。

・硬化時間の測定

室温 (23±2) 中にてガラス板上に置いた直径 10mm, 高さ 3mm のテフロン製の円板状モールド内に各セメントの練和泥を填入して試料を作製した。試料は練和開始より 50±5 秒後に温度 37±2 相対湿度 95±5% の恒温恒湿器中に保管し、ピカー針 (直径 1mm, 質量 300g) の針入度が 2mm 以下となるまでの時間を測定し、セメントの硬化時間とした。

・セメント被膜厚さの測定

測定に際して、まず直径 15mm の 2 枚のガラス板の厚さの測定を行った (厚さ)。練和を行った各セメント練和泥をガラス板に挟み、練和開始から 45±5 秒後に定圧加圧装置で 15kg の荷重を加え、10 分間放置した。10 分後、荷重を除きマイクロメーターにてガラス板の厚さを測定した (厚さ)。セメント被膜厚さはセメント練和泥の有無による厚さの差 (厚さ - 厚さ) から算出した。ガラス板の厚さの測定は 1 つのガラス板について 3 か所測定し、その平均を 1 つの試料の測定値とした。

・打抜きせん断強さの測定

円板状試料 (直径 10 mm, 厚さ 1mm) を作製した。試料は 37±2 のイオン交換水中に 4 週間保管した。測定は練和開始より 1 時間, 24 時間, 1 週間および 4 週間後とした。せん断強さの測定は、室温大気中にて万能試験機 (Instron 3366 型) に専用治具を取付け、試料上面から直径 3.2mm のステンレス製円柱棒を用いて試料を打ち抜くことにより行った。クロスヘッドスピードは 1.0mm/min とし、せん断強さは試料が打ち抜かれた時の最大荷重値から下記に示す式を用いて算出した (ASTM D732:1990)

$$\text{せん断強さ (MPa)} = \text{荷重 (N)} / [\text{試料の厚さ (mm)} \times \text{パンチの円周 (mm)}]$$

なお、試料数は各 6 個とした。得られた測定値は統計学的有意差の検定 (ANOVA/Scheffé, 危険率 5%) を行い比較した。

(2) 結果

得られた結果を Table1, Fig.1,2,3 に示す。

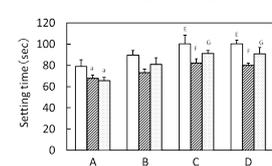


Fig.1 Setting time of experimental temporary resin cements

□ P/L0.5 ■ P/L1.0 ▨ P/L1.5
Same lower-case letters for each cement indicate no statistical differences (p<0.05).
Same upper-case letters at the same mixing ratios indicate no statistical differences (p<0.05).

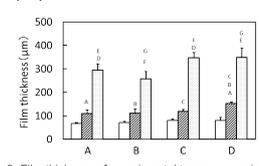


Fig.2 Film thickness of experimental temporary resin cements
□ P/L0.5 ■ P/L1.0 ▨ P/L1.5
Same upper-case letters at the same mixing ratios indicate statistical differences (p<0.05).
Significant differences were observed for each cement at the different mixing ratios (p<0.05).

Table1 Properties of cement I (mean±sd)

Setting time(sec)	131±7
Film thickness(μm)	11±5
Shear strength(MPa)	1hour 15.0±1.3
	24hours 15.4±1.5
	1week 16.4±1.4
	4weeks 17.8±1.6

・硬化時間: 試作セメントは全ての条件において市販セメントよりも硬化時間が有意に短くなった (p

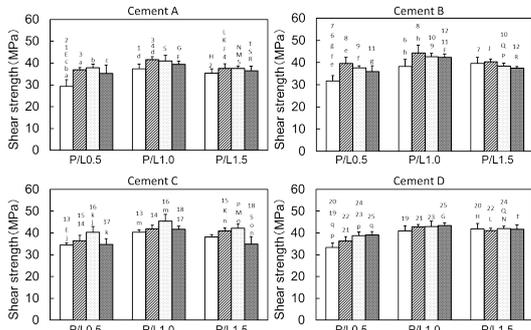


Fig. 3 Shear strength of experimental temporary resin cements
 □ 1 hour ■ 24 hours ▨ 7 days ▩ 28 days
 Same lower-case letters for each cement indicate statistical differences(p<0.05).
 Same upper-case letters at the same storage period indicate statistical differences(p<0.05).
 Same numbers for each cement at the different mixing ratios indicate statistical differences(p<0.05).

< 0.05). 分散分析の結果, モノマーの種類 (F=78.641, p<0.001), 粉液比 (F=78.790, p<0.001), モノマーと粉液比の相互作用 (F=2.712, p<0.05) により硬化時間に有意差が認められた.

・被膜厚さ: 試作セメントはすべての条件において市販セメントよりも被膜厚さが有意に大きくなった(p<0.05). 分散分析の結果, モノマーの種類 (F=24.125, p<0.001), 粉液比 (F=1067.244, p<0.001), モノマーと粉液比の相互作用 (F=8.142, p<0.05) により被膜厚さに有意差が認められた.

・せん断強さ: 試作セメントは全ての粉液比において1時間, 24時間, 1週間, 4週間後のせん断強さがセメントIよりも有意に大きい値を示した (p<0.05). 分散分析の結果, モノマーの種類 (F=26.101, p<0.001), 粉液比 (F=146.986, p<0.001), 測定時間 (F=40.504, p<0.001), モノマーの種類と粉液比 (F=2.398, p<0.05), モノマーの種類と測定時間 (F= 6.179, p<0.001), 粉液比と測定時間 (F=7.620, p<0.001) の相互作用においてせん断強さに有意差が認められた.

2) 実験 2

(1) 材料と方法

実験 1 よりセメント被膜厚さの減少させることに着目し, MMA を使用した. また TEGDMA がセメントの諸性質に与える影響を検討することを目的とした. レジンセメントの作製には粉末に PEMA (Tissue Conditioner, Shofu, Japan) を使用した. 液成分には TEGDMA, Bis-GMA, UDMA および MMA を使用して 3 種類の液成分を作製した. 具体的には TEGDMA (略号: セメント硬化体をセメント A とする), Bis-GMA/TEGDMA/MMA をモル比 0.5:1:1 (略号 B), そして UDMA/TEGDMA/MMA をモル比 0.5:1:1 (略号 C) で調整を行った. 重合開始剤として粉末中に BPO1wt% を加え, 重合促進剤として液成分に第 3 級アミン (DMPT) 0.5wt% を添加した. セメント練和は粉液比 (P/L) 0.5, 1.0, 1.5 の 3 種類とし, 実験 1 と同様に試作仮着用セメントの硬化時間, 被膜厚さそしてせん断強さの測定を行った. なお, 試料数は各 6 個とした. 測定結果は ANOVA/Scheffe's test (α=0.05) に

より統計学的検討を行った.

(2) 結果

本実験から得られた結果を Fig. 1, 2 に示す.

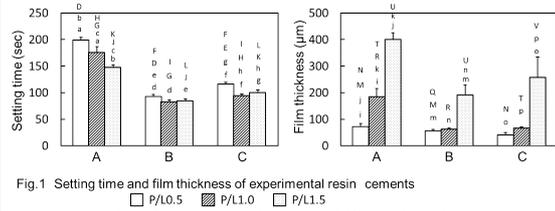


Fig. 1 Setting time and film thickness of experimental resin cements

□ P/L0.5 ■ P/L1.0 ▨ P/L1.5

Same lower-case letters for each cement indicate statistical differences(p<0.05).

Same upper-case letters for each cement at the same mixing ratios indicate statistical differences(p<0.05).

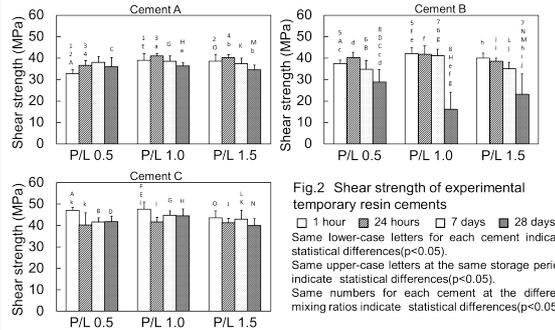


Fig. 2 Shear strength of experimental temporary resin cements

□ 1 hour ■ 24 hours ▨ 7 days ▩ 28 days
 Same lower-case letters for each cement indicate statistical differences(p<0.05).

Same upper-case letters at the same storage period indicate statistical differences(p<0.05).

Same numbers for each cement at the different mixing ratios indicate statistical differences(p<0.05).

・硬化時間: 硬化時間の分散分析の結果, モノマーの種類 (F=1409.569, p<0.001), 粉液比 (F=109.830, p<0.001), モノマーと粉液比の相互作用 (F=33.872, p<0.05) により硬化時間に有意差が認められた.

・被膜厚さ: 分散分析の結果, モノマーの種類 (F=71.696, p<0.001), 粉液比 (F=263.286, p<0.001), モノマーと粉液比の相互作用 (F=14.936, p<0.05) により被膜厚さに有意差が認められた.

・せん断強さ: 分散分析の結果, モノマーの種類 (F=95.510, p<0.001), 粉液比 (F=4.663, p<0.05), 測定時間 (F=47.885, p<0.001), モノマーの種類と測定時間 (F= 28.121, p<0.001), 粉液比と測定時間 (F=3.792, p<0.001), モノマーの種類と粉液比および測定時間 (F=3.879, p<0.001) の相互作用においてせん断強さに有意差が認められた.

3) 実験 3

(1) 材料と方法

実験 1, 2 および実験 3 の予備実験の結果より, ベースモノマーを MMA および歯科で接着性モノマーとして使用されている HEMA を使用した. 液成分は MMA (L1), MMA/HEMA (L2,モル比 1:1) の 2 種類とした. 粉末成分は PEMA(Megami Chemical), PMMA(Megami Chemical) および silicone powder (5-μm particle size, Shin-Etsu Silicon) を使用した. 重合開始剤として粉末中に BPO1wt% を加え, 重合促進剤として液成分に第 3 級アミン (DMPT) 0.5wt% を添加した. 予備実験の結果より, 以下の組成を有するもの 6 種類をセメントの粉末成分として使用した. 粉末 (A) PEMA:PMMA(1:1), 粉末 (B) PEMA:PMMA(9:1), 粉末 (C) PMMA: silicone powder(1:1), 粉末 (D) PEMA: silicone powder(1:1), 粉末 (E)

PMMA: silicone powder(9:1)および粉末(F)
PEMA: silicone powder(9:1)とした。なお、
粉末A~Fと液成分L1より得られたセメント
をそれぞれA1, B1, C1, D1, E1, F1とし、
同様にL2より得られたセメントをそれぞれ
A2, B2, C2, D2, E2, F2とした。

・セメント被膜厚さの測定

粉液比(P/L)0.5および1.0の2種類と設定
した。実験1のセメント被膜厚さの測定と同
様に実験を行った。

・打抜きせん断強さの測定

P/L1.0と設定した。円板状試料(直径10mm、
厚さ1mm)を作製した。実験1の打抜きせん
断強さの測定と同様に行った。

なお、試料数は各6個とした。得られた測定
値は統計学的有意差の検定(ANOVA/Scheffé,
危険率5%)を行い比較した。

・インプラントアバットメントにセメント固
定した鑄造冠の保持力の測定

①試料の作製

インプラントアバットメントにはスナッ
ピーアバットメントを使用した。鑄造冠作製
にはプラスチックコーピングをパターンと
して金銀パラジウム合金を使用して鑄造を
行った。セメント層の厚さの測定はホワイト
シリコンをインプラントアバットメント
および鑄造冠の間に介在させ、グループを除
く軸面のホワイトシリコンの厚さを各3か
所測定し、セメント層の厚さが $70 \pm 3 \mu\text{m}$ で
あることを確認した。

②保持力の測定

P/L1.0で練和を行った各セメント泥を鑄
造冠内面に填入し、セメント練和開始から40
秒後に圧接し、手指圧にて5分間保持した。
その後、鑄造冠辺縁部の余剰セメントを除去
し、 $37 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $95 \pm 5\%$ の恒温恒湿
器内に保管した。保持力の測定は室温大気中
にて専用治具を万能試験機に装着し、最大離
断荷重(kgf)を求め、本実験における保持
力(N)とした。また、保持力の測定は24
時間および1週間後に行った。試料数は各5
個とした。測定結果はANOVA/Scheffé's test
($p=0.05$)により統計学的検討を行った。

・サーマルサイクル後の打抜きせん断強さ

実験2の打抜きせん断強さの試験と同様に
試料を作製した。セメント練和開始1時間後、
試料をサーマルサイクル試験機(K178, 東京
技研)にセットした。サーマルサイクル試験
は $5 \pm 2^\circ\text{C}$ に60秒、室温大気中に30秒、 $55 \pm 2^\circ\text{C}$
に60秒、再び室温大気中に30秒を1
サイクルとし、3,000回繰り返し行った。せん
断強さの測定はサーマルサイクル試験後
に試料を取り出し、実験2と同様に、せん断
強さを算出した。

(2) 結果

・被膜厚さ：被膜厚さ測定の結果をFig.1に
示す。分散分析の結果、セメントの粉末の組
成($F=83.664$, $p<0.001$)、液の組成
($F=373.958$, $p<0.001$)、粉液比($F=367.891$,
 $p<0.001$)、粉末の種類と液の種類($F=67.256$,

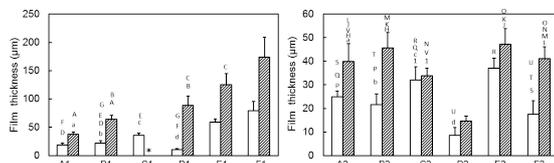


Fig.1 Film thickness of experimental temporary resin cement
□ P/L0.5, ■ P/L1.0 * no cement-forming
The same numbers in each cement indicate no statistical differences ($p>0.05$).
The same lower-case letters in the same powder components indicated no statistical differences ($p>0.05$).
The same upper-case letters at the same P/L ratio in the same liquid components indicated no statistical differences ($p>0.05$).

$p<0.001$)、粉末の種類と粉液比($F=10.777$,
 $p<0.001$)、液の種類と粉液比($F=132.410$,
 $p<0.001$)、粉末の種類と液の種類と粉液比の
相互作用($F=13.219$, $p<0.001$)においても
被膜厚さに有意差が認められた。

・せん断強さ：Fig.2に各セメントの打抜き
せん断強さの結果を示す。分散分析の結果、

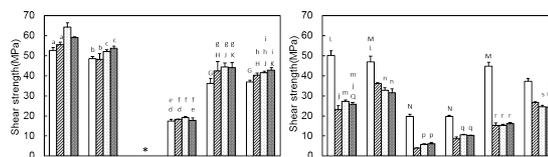


Fig.2 Shear strength of experimental temporary resin cements
□ 1 hour, ■ 24 hours, ▨ 1 week, ▩ 4 weeks * no cement-forming
Same lower-case letters for each cement indicate no statistical differences ($p>0.05$).
Same upper-case letters at the same storage period indicate no statistical differences ($p>0.05$).

セメントの液の種類($F=5840.145$, $p<0.001$)、
セメントの粉末の種類($F=2723.154$,
 $p<0.001$)、測定時間($F=302.848$, $p<0.001$)、
液の種類と粉末の種類($F=287.669$,
 $p<0.001$)、液の種類と測定時間($F=784.625$,
 $p<0.001$)、粉末の種類と測定時間($F=15.752$,
 $p<0.001$)、液の種類と粉末の種類および測定
時間の相互作用($F=43.416$, $p<0.001$)の全
ての条件においてせん断強さに有意差を認
めた。

・保持力：Fig.3に各セメントの保持力の結
果を示す。分散分析の結果、セメントの液の

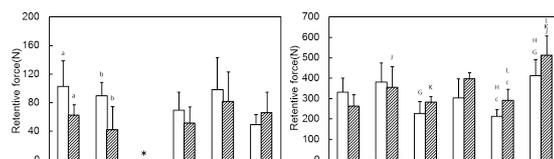


Fig.3 Retentive force of experimental temporary resin cements
□ 24 hours, ■ 1 week * no cement-forming
Same lower-case letters for each cement indicate statistical differences ($p<0.05$).
Same upper-case letters at the same storage period indicate statistical differences ($p<0.05$).

種類($F=607.949$, $p<0.001$)、セメントの粉
末の種類($F=10.270$, $p<0.001$)、液の種類と
粉末の種類($F=13.778$, $p<0.001$)、液の種類
と測定時間($F=6.442$, $p<0.05$)、粉末の種類
と測定時間($F=3.222$, $p<0.05$)の条件にお
いて保持力に有意差を認めた。

・サーマルサイクル後のせん断強さ：Fig.4
に各セメントのサーマルサイクル後の打抜

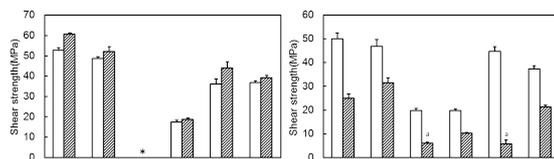


Fig.4 Shear strength of experimental temporary resin cement after thermal cycling
□ 1 hour, ■ TC3,000 * no cement-forming
Same lower-case letters at the same storage period indicate no statistical differences ($p>0.05$).

きせん断強さの結果を示す。分散分析の結果、
セメントの液の種類($F=1420.961$, $p<0.001$)、

セメントの粉末の種類 ($F=1228.671$, $p<0.001$), 測定時間 ($F=675.143$ $p<0.001$), 液の種類と粉末の種類 ($F=80.361$, $p<0.001$), 液の種類と測定時間 ($F=1789.439$, $p<0.001$), 粉末の種類と測定時間 ($F=43.877$, $p<0.001$), 液の種類と粉末の種類および測定時間の相互作用 ($F=112.686$, $p<0.001$) の全ての条件においてせん断強さに有意差を認めた .

4 . 研究成果

1) 実験 1

硬化時間はベースレジンに UDMA を使用した方が Bis-GMA を用いるよりも長くなった . Bis-GMA/TEGDMA のモル比は 1 : 2 よりも 1 : 1 の方が硬化時間は短くなった . 被膜厚さは低粉液比ほど小さい値を示した . P/L1.5 において , Bis-GMA/TEGDMA のモル比 , あるいは UDMA/TEGDMA のモル比の違いでは被膜厚さに有意差はみられなかった . また , Bis-GMA をベースレジンとして使用する方が , UDMA をベースレジンとするよりも被膜厚さが有意に小さくなった . しかしながら , P/L0.5 で $67 \sim 80 \mu\text{m}$, P/L1.0 で $109 \sim 152 \mu\text{m}$, P/L1.5 で $259 \sim 350 \mu\text{m}$ となり , 合着用セメントの規格 ($25 \mu\text{m}$) を大きく上回る結果となった . せん断強さはいずれのベースレジンを使用した場合でも P/L1.0 は 0.5 よりも大きくなった . また , ベースレジンの違いに関しては , P/L0.5 では 24 時間以降 4 週間後まで , 1.0 では 1 時間から 1 週間後までせん断強さに影響は少なかった . 一般的にフィラーの配合量の増加に伴い機械的強さは増加するが , 本実験条件においては PEMA のみならず , ベースレジンの割合も強さに影響したと考えられた . また , 1 時間後より 24 時間後のせん断強さが増加していることより , 重合反応はセメント練和開始から 24 時間程度続くものと推察された .

2) 実験 2

Bis-GMA/TEGDMA/MMA を液成分に使用すると全ての粉液比において硬化時間は他のセメントよりも有意に短くなった . 各試作セメントにおいて , P/L0.5 は P/L1.0 , 1.5 よりも硬化時間が有意に長くなった . 全てのセメントにおいて , P/L1.5 の被膜厚さは P/L0.5 の被膜厚さよりも大きい値を示した . P/L0.5 のとき , セメント間で被膜厚さに有意差が認められた . P/L1.0 および P/L1.5 のときに , セメント B とセメント C の被膜厚さに有意差は認められなかった ($p>0.05$) .

セメント A は 1 週間あるいは 4 週間後も安定したせん断強さを示した . セメント B のせん断強さは試料の保管期間が 4 週間後には低下する傾向であった . セメント C はセメント練和初期からせん断強さは粉液比の影響を受けにくいと考えられた . UDMA を含むセメントは Bis-GMA を含むセメントよりもせん断強さの経時的な影響が少なく , 4 週間後まで安定した機械的性質を有すると考えられた . 本実験条件下では , レジンモノマーはセメントの硬化時間と被膜厚さに影響を及ぼ

した . TEGDMA を単独でセメント液成分とすると他のセメントよりも硬化時間が長く , 被膜厚さも大きくなった . Bis-GMA/TEGDMA/MMA をセメントの液成分とすると UDMA/TEGDMA/MMA を使用するよりも硬化時間が短くなった . 合着用セメントの規格 ($25 \mu\text{m}$) を上回る結果ではあったが , 液成分への MMA の添加は試作レジンセメントの被膜厚さを減少させると考えられた . レジンモノマーがせん断強さに与える影響はモノマーの種類とセメント練和開始からの経過時間あるいはセメント硬化体の水への親和性が影響すると考えられた .

3) 実験 3

P/L1.0 のときセメント C1 では硬化体を得られなかった . 液成分の影響に関して , MMA を単独で使用 ($10 \sim 174 \mu\text{m}$) するよりも HEMA を添加した場合 ($9 \sim 47 \mu\text{m}$) に被膜厚さが減少する傾向が得られた . 特に D2 の MMA/HEMA と PEMA : silicone1:1 から成るセメントは被膜厚さが小さい値を示した . セメント硬化体を得られない C1 を除き , D1 は他のセメントよりもせん断強さが小さい値を示した . MMA/HEMA を液の成分としたセメントは練和開始 1 時間後のせん断強さは 24 時間後 , 1 週間後 , 4 週間後より大きい値であった . また , C2 は他のセメントよりもせん断強さが小さい傾向であった . MMA に HEMA を添加することは被膜厚さを減少させる効果があると考えられた . MMA/HEMA を液の成分とするセメントは MMA を使用するよりも大きい保持力を示した . せん断強さの 1 時間値をベースラインとして比較すると , MMA/HEMA を液の成分とするセメントはいずれの粉末を使用した場合においてもサーマルサイクル後にせん断強さが低下する傾向がみられた .

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4 件)

1. 長沢悠子 , 日比野 靖 , 重田浩貴 , 粟田智 , 松本賢一 , 中嶋 裕 : サーマルサイクル試験がインプラントアバットメントにセメント固定したクラウンの保持力に及ぼす影響 , 日歯理工誌 33(1) , 59-64 , 2014 .
2. 長沢悠子 , 日比野 靖 , 重田浩貴 , 松本賢一 , 中嶋 裕 : 仮着用セメントの酸性環境下での崩壊挙動の速度論的検討 , 明海歯学 43(1) , 87-93 , 2014 .
3. Nagasawa Y, Hibino Y, Nakajima H. Retention of crowns cemented on implant abutment with temporary cements. Dent Mater J 33:835-844, 2014.
4. 重田浩貴 , 長沢悠子 , 日比野 靖 , 中嶋 裕 . 試作レジン成分の添加が充填用グラスアイオノマーセメントの破壊靱性値に及ぼす影響 . 明海歯科医学 44:62-73, 2015 .

[学会発表] (計 7 件)

1. 長沢悠子, 日比野 靖, 重田浩貴, 中嶋裕: 試作レジン系仮着用セメントの性質. 第 62 回日本歯科理工学会学術講演会, 新潟, 2013 年 10 月.
2. 重田浩貴, 長沢悠子, 日比野 靖, 中嶋裕: レジン成分の添加が充填用従来型ガラスアイオノマーセメントの破壊靱性値に及ぼす影響. 第 62 回日本歯科理工学会学術講演会, 新潟, 2013 年 10 月.
3. Nagasawa Y, Hibino Y, Shigeta H, Nakajima H. Changes in retentive force on cement-retained crowns on implant abutment after thermal cycling. 2013 Annual Meeting of Academy of Dental Materials, Vancouver, Canada, October, 2013.
4. 重田浩貴, 松本賢一, 粟田 智, 尾松 純, 和田賢一, 長沢悠子, 日比野 靖, 中嶋裕: 親水性レジン成分の添加が充填用従来型ガラスアイオノマーセメントの破壊靱性値に及ぼす影響. 第 64 回日本歯科理工学会学術講演会, 広島, 2014 年 10 月.
5. Nagasawa Y, Hibino Y, Shigeta H, Nakajima H. Properties of experimental temporary resin-cements made using different resin monomers. 2014 Annual Meeting of Academy of Dental Materials, Bologna, Italy, October, 2014.
6. Nagasawa Y, Hibino Y, Shigeta H and Nakajima H. Film thickness of experimental resin cements for temporary luting. 93rd General Session & Exhibition of International Association of Dental Research. Boston, U.S.A., March, 2015.
7. 重田浩貴, 松本賢一, 粟田 智, 尾松 純, 和田賢一, 長沢悠子, 日比野 靖, 中嶋裕: 試作充填用レジン添加型ガラスアイオノマーセメントの稠度および破壊靱性値. 第 65 回日本歯科理工学会学術講演会, 仙台, 2015 年 4 月.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 出願年月日:
 国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
 発明者:
 権利者:

種類:
 番号:
 出願年月日:
 取得年月日:
 国内外の別:

〔その他〕
 ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長沢 悠子 (NAGASAWA Yuko)
 明海大学・歯学部・講師
 研究者番号: 90526451

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし