

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592834

研究課題名(和文)粘着シリコーンの接着機構の解明と義歯床粘膜面応用に関する研究

研究課題名(英文)Development of cohesive silicone for the denture

研究代表者

佐藤 奈央子(Sato, Naoko)

東北大学・大学病院・助教

研究者番号：80510015

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：義歯の維持・安定を得るために、接着性を有する義歯開発が求められている。そこでわれわれは粘着性を有するシリコーンの開発に着手した。2種類の同量のシリコーンを反応させる事によって製作できるシリコーンサンプルを開発し、粘着度の中、高2種類について、機械的性質、粘着度について検討した。改良が必要であるものの、(高)は、コントロールに比べ操作性が向上し、ほとんど気泡のないサンプルとなった。また、コントロールと同レベルの機械的性質、粘着性を有する事が示唆された。今後は水分の存在する状況下での接着について検討していく予定である。

研究成果の概要(英文)：In the present study, to develop a glueless retentive material for the denture, two prototypes of cohesive silicone were made and their mechanical properties and level of instantaneous adhesions were investigated. Two prototypes, High cohesion (H) and Middle cohesion (M), were made to be cured by using equivalent amount of a catalyst and base silicone, which improved manipulation of the silicone and bubble entrapment. Mechanical properties and the level of adhesions for (H) were same level as those for control. Further investigation and improvement are necessary, for example, put in hydrophilic materials to show adhesive characteristics even when water is existent.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：粘着シリコーン

1. 研究開始当初の背景

加齢，唾液腺障害，全身疾患の症状，薬剤の副作用，顎・顔面腫瘍の手術，放射線療法などにより唾液分泌量の減少などが起こり，義歯の維持・安定を得るのが困難な患者は多い．このような患者は義歯安定剤使用を余儀なくされることもあるが，強力な義歯安定剤は除去困難であり，口腔粘膜や義歯の残留物が口腔粘膜の炎症を引き起こすことが多々ある．よって，接着性を有する義歯開発が求められている．

一方，頭頸部腫瘍・外傷・先天的欠損による顎骨・顔面欠損は，咀嚼・発音・嚥下などの機能障害ならびに審美障害を生じ，患者の QOL に多大な影響を及ぼす．顔面エピテーゼはシリコーンエラストマーなどで製作され，接着剤・インプラント・眼鏡等で維持される．諸外国では，インプラント維持によるエピテーゼ治療が増加しているが，放射線治療の既往，経済的問題などから適応できない場合も多い．従って，維持力として接着剤が多く用いられているが(1)接着剤に対するアレルギー，(2)正確な位置へのエピテーゼ装着困難，(3)皮膚やエピテーゼに付着した接着剤除去困難，などの欠点がある．

以前我々は，シリコーンが低アレルギー性であることに着目し，エピテーゼ用に接着性を有する粘着シリコーン開発に着手した．これまでに，シリコーン製作時にカタリスト/ベースシリコーン混和比(CBR)を変化させたサンプルについて，接着性の評価として rolling ball tag test を行い，CBR1/60 付近で硬化後の接着性が増加することを発見した．また，この粘着シリコーンは，撤去時にシリコーンが被着面に残留することがなく，粘着シリコーン内部での凝集破壊が起こって

ないこと，アレルギー試験で問題ないことを確認している．次に，同意を得た上で，粘着シリコーン維持によるエピテーゼの臨床試験を，過去に接着剤維持法経験のある患者1名に行なった．結果，維持力は十分である，アレルギー反応はみられない，接着剤に比較して取り扱い・メンテナンスが容易であるとの評価を得た．また，1, 5 年経過時の手指感覚による評価で，維持力の低下はみられていない．Koyama S et.al.: The potential of cohesive silicone for facial prostheses: a preliminary case report; J Prosthodont. 2011 Jun;20(4):299-304.

しかしながら，CBR1/60 粘着シリコーンは，(1)サンプルに多量の気泡が混入する，(2)極少量のカタリストの計量に熟練を要する，などの問題があった．義歯床粘膜面応用を目標とし，これらを改善すべく，カタリストと架橋剤の比率を変化させることによって粘着性を出し，2種類の同量のシリコーンを反応させる事によって製作できるシリコーンを開発し，その試作品サンプルの機械的強度，粘着度について検討を行った．

2. 研究の目的

開発中の粘着シリコーンサンプルの粘着度の中，高2種類を，(中)，(高)とし，エピテーゼ用に開発していた A-2186F(Factor) カタリスト/ベースシリコーン混和比(CBR)1/60 をコントロール(C)として機械的強度，粘着度について検討を行い，粘着性を有する義歯材料開発を目標とする．

3. 研究の方法

(1) 実験方法

本実験には、カタリストと架橋剤の比率を変化させることによって粘着性を出し、2種類の同量のシリコンを反応させる事によって製作できるシリコンサンプルの粘着度の中、高2種類(中)、(高)とA-2186F(Factor)のカタリスト/ベースシリコン混和比(CBR)1/60をControl(C)とした3種類の粘着シリコンが準備された。

(2) 引っ張り試験

Universal testing machine (Instron5565)を用い(500mm/minクロスヘッドスピード)それぞれ3サンプルについて(n=3)peak loadを測定した(図1)。

(3) Type FR durometer 硬さ測定

type FR durometer (Asker社製)を用い、それぞれ3サンプルについて(n=3)durometer硬さを測定した。

(4) Rolling ball tack test

20°の傾斜面の頂上から5.5gのcarbon steel ballがリリースされ、水平面に置かれた粘着シリコンサンプル上(それぞれ3サンプルについて転がった距離を測定した(図2)。これはinstantaneous adhesionを表している。

4. 研究成果

Control (CBR1/60)の問題点を改善すべく開発した粘着シリコン(中)、(高)は、カタリストと架橋剤の比率を変化させることによって粘着性を出し、2種類の同量のシリコンを反応させる事によって製作でき、操作性が向上した。また、ほとんど気泡のないサンプルとなった(図3(a), (b), (c))。

(1) 引っ張り試験

(C), (中), (高)のpeak loadはそれぞれ $0.3 \pm 0.1\text{N}$, 0.1N , $0.23 \pm 0.057\text{N}$ であった(図4)。(C)と(高)のpeak loadには有意な差は見られなかった。(中)のpeak loadは(C), (高)に比べて有意に低かった($p < 0.01$)。

(2) Type FR durometer 硬さ

(C), (中), (高)のType FR durometer硬さはそれぞれ $72.2 \pm 3.5\text{N}$, $69.8 \pm 3.4\text{N}$, $65.2 \pm 3.7\text{N}$ であった(図5)。(C)の硬さは(高)に比べて有意に高かった($p < 0.01$)。

(3) Rolling ball tack test

(C), (中), (高)のrolling distanceは $37.2 \pm 1.48\text{mm}$, $32 \pm 3.22\text{mm}$, $26.2 \pm 2.04\text{mm}$ であった(図6)。(高)のinstantaneous adhesionは(C)と(中)と比較して有意に高かった($p < 0.05$)。

(C)と(中)のinstantaneous adhesionには有意な差は見られなかった。



図1 引っ張り試験

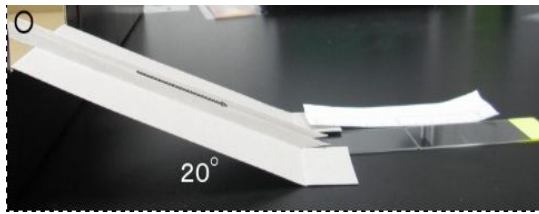


図 2 Rolling ball tack test



図 3 (a)Control (b)中 (c)高

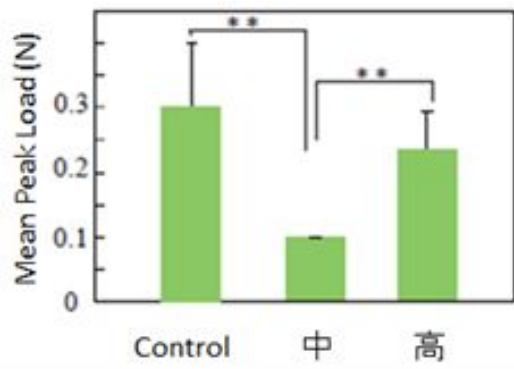


図 4 引っ張り試験

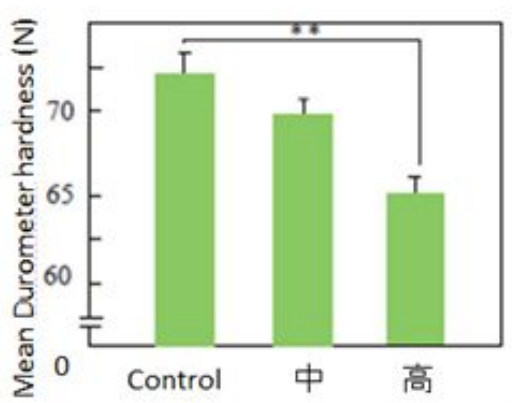


図 5 Durometer hardness

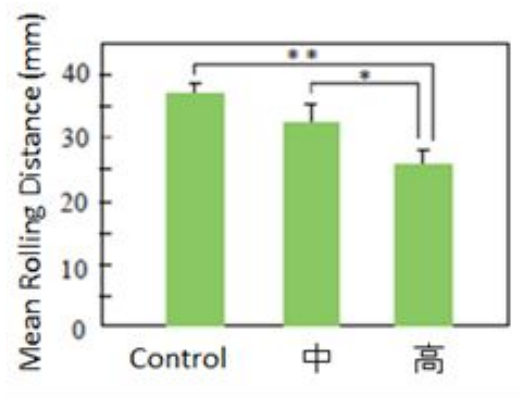


図 6 Rolling ball tack test

本研究では粘着シリコーン A-2186F (Factor) (CBR)1/60 における (1) サンプルに多量の気泡が混入する, (2) 極少量のカタリストの計量に熟練を要する. といった問題点を改善すべく, カタリストと架橋剤の比率を変化させることによって粘着性を出し, 2 種類の同量のシリコーンを反応させる事によって製作できる試作品粘着シリコーン(中), (高)を開発した. 粘着シリコーン製作時の操作性は向上し, ほとんど気泡のないサンプルが出来上がった. また, 試作品(高)は (CBR)1/60 コントロール(C)と同程度の引っ張り強さを有し, 有意に低い Type FR durometer 硬さを示した. Rolling ball tack test において, rolling distance は instantaneous adhesion の程度を反映していると考えられる. (高)の rolling distance が (C), と(中)と比較して有意に低かった事から, 限られたデータであるものの, 試作品サンプル(高)は粘着シリコーンのベースとなる可能性が示唆された. 今後は, 粘着シリコーンの義歯応用目標に口腔内を想定して, 水分存在下での試験を行い, 接着力が保てる様改良する必要がある.

5. 主な発表論文等
(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者
には下線)

[雑誌論文](計1件)

Sato N, Kuwana T, Yamamoto M, Suenaga H, Anada T, Koyama S, Suzuki O, Sasaki K; Bone response to immediate loading through titanium implants with different surface roughness in rats, *Odontology*.2013, 1-10
DOI 10.1007/s10266-013-0107-4 査読あり

[学会発表](計1件)

Naoko Sato, Shouichi Fukushima, Shigeto Koyama, Keiichi Sasaki; Material property study of cohesive silicone for the denture, 15th International College of Prosthodontists conference. 2013年9月18日-21日, イタリア トリノ・Lingotto Congress Center

6. 研究組織

(1)研究代表者

佐藤 奈央子 (Sato, Naoko)
東北大学・大学病院・助教
研究者番号: 80510015

(2)研究分担者

佐々木 啓一 (Sasaki, Keiichi)
東北大学・大学院歯学研究科・教授
研究者番号: 30178644

小山 重人 (Koyama, Shigeto)
東北大学・大学病院・准教授
研究者番号: 10225089

埴 総司 (Hanawa, Soshi)
東北大学・大学病院・助教
研究者番号: 90431585