

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861830

研究課題名(和文)化学蒸着法(CVD)による義歯床用材料の表面改質

研究課題名(英文)Surface modification of the denture base resin by using CVD methods

研究代表者

岩城 麻衣子(Iwaki, Maiko)

東京医科歯科大学・歯学部附属病院・助教

研究者番号：70544500

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：化学蒸着法(CVD)による義歯の表面改質について、義歯床用加熱重合レジン(PMMA)を用いて基礎的評価を行ったところ、義歯床表面はより滑沢になり疎水性が高くなることが示唆された。また、PMMAにおけるカンジダバイオフィルム抑制効果を評価した結果、CVD処理試験片におけるカンジダ菌生存率は50%に低下し、かつ、表面に形成されたカンジダバイオフィルムの付着性が弱くなり、剥離しやすい特徴に変化したことが観察された。このことから、CVDの応用はデンチャープラークの除去が容易な義歯作製を可能にし、義歯装着者の口腔内および全身の健康を保つ上で有効な方法となり得ることが示された。

研究成果の概要(英文)：In the current study, the effects of the modification of the denture surface were evaluated in vitro. The heat-polymerized acrylic resin for denture base, poly (methyl methacrylate) (PMMA) was used as the test material. It suggests that the surface of the specimens were smoother and hydrophobicity increased with this coating by using CVD methods. The result of antifungal test showed that about 50 % reduction in *Candida albicans* viability was observed. In addition, the decrease of candida adhesion and the surface changing to the easy to separate the *Candida* plaque was observed. These results suggested that with the application of CVD, the easily-cleaned denture can be fabricated. It can be an useful technique to keep the denture wearer's oral and physical health.

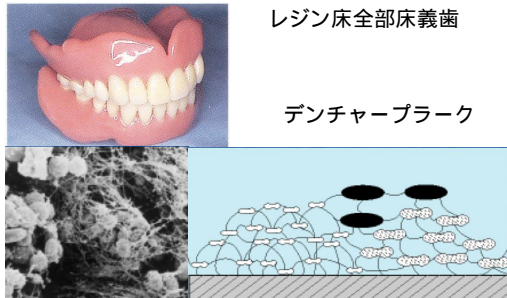
研究分野：補綴・歯科理工系歯学

キーワード：義歯床用アクリルレジン 表面改質 カンジダバイオフィルム 化学蒸着法

1. 研究開始当初の背景

平成 17 年度歯科疾患実態調査によると、75 歳以上の約 8 割が現在歯数 20 本以下である。8020 運動などの健康推進活動もあり、残存歯数は増加傾向にあるとは言え、依然として多くの高齢者が義歯を必要としていることは明白である。

義歯装着者にとって、義歯の衛生管理は口腔の健康を保つ上で重要である。“義歯の汚れ”すなわちデンチャープラークは、義歯性口内炎や口角炎を引き起こすとともに、義歯材料の劣化を招く可能性もあり、口腔内環境を悪化させることが知られている。



ポリメタクリル酸メチル樹脂 (PMMA) は、義歯特有のフラスコ重合が可能で、義歯床材料として 70 年以上も使われている高分子材料である。医科・歯科領域ではカテーテル・義歯などの高分子材料が使用されることが多い。しかし、高分子材料は、低エネルギー表面であることから微生物の付着が起こりやすく、汚染されやすい材料であると言える。デンチャープラーク中には、義歯表面に付着した唾液中の糖タンパクを主体とするペリクルを介し様々な細菌・真菌が存在し、全身状態の低下した要介護高齢者において誤嚥性肺炎や日和見感染症などの原因となることもある。したがって、デンチャープラークの除去が容易または付着を抑制する義歯材料の開発は、義歯装着者の口腔内および全身の健康を保つ上で重要な課題であると考えられる。

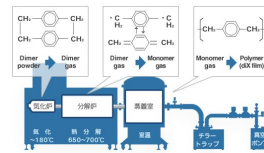
無歯顎患者の装着義歯に形成される代表的なデンチャープラークとして、カンジダ菌が知られている。カンジダ菌の付着は、唾液の有無、菌の形態、義歯の表面性状などによる。汚染を防止する方法としては、次の二つが考えられる。

(1) 汚れが付いても容易に離脱するよう表面を改質する方法

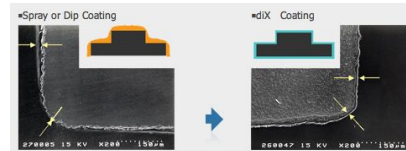
(2) できるだけ汚れを付かなくする方法である。(1)については、これまで二酸化チタン光触媒の応用¹⁾などが試みられ、義歯表面のカンジダ菌付着抑制効果が報告されている。また、Iwaki らは義歯表面に親水の性質を付与する方法として、即乾性の表面親水化処理剤であるシリカコーティング剤に着目し、表面改質効果を試みた結果、義歯表面は超親水性を示し、着色料の減少も見られ、簡便に義歯の清掃性を向上させる表面処理方法として有効であるとの結果を報告している²⁾。しかしながら、(2)のように最初から汚れが付きにくくする義歯材料については報告が見られない。では最初から汚れが付きにくくするにはどうしたらよいか。それには、材料表面を撥水性にすることが考えられる。高分子材料の表面を撥水性に改質する方法には、表面荒れ性を利用する物理的な方法と化学的な方法の 2 種類があるが、口腔内で使用する義歯の表面に荒れ性を付与することは不適切であるため化学的な方法により撥水性を付与することが望ましいと考えられる。

そこで、今回注目したのが化学蒸着法 (CVD) による義歯表面のコーティングである。この技術によるコーティングは、医療器具、電子部品、自動車や航空・宇宙部品などで実用化されており、特に医療分野ではすでにステント・カテーテル・内視鏡などにも使用されており、人体への安全面に問題がない点も注目すべき点である。この方法によると、スプレー式や浸漬式のコーティングと比較し、均一な膜厚で基材の形状を正確に再現することが可能である。また、蒸着は室温で行われるため、義歯の変形を招く心配もない。

そこで、今回注目したのが化学蒸着法 (CVD) による義歯表面のコーティングである。この技術によるコーティングは、医療器具、電子部品、自動車や航空・宇宙部品などで実用化されており、特に医療分野ではすでにステント・カテーテル・内視鏡などにも使用されており、人体への安全面に問題がない点も注目すべき点である。この方法によると、スプレー式や浸漬式のコーティングと比較し、均一な膜厚で基材の形状を正確に再現することが可能である。また、蒸着は室温で行われるため、義歯の変形を招く心配もない。



< CVD による蒸着プロセス > 均一な膜厚が可能



2. 研究の目的

すでに医療器具に使用されている化学蒸着法 (CVD) によるコーティング技術を義歯にも応用し、「汚れない義歯」の作製を検討することとした。本研究の目的は、化学蒸着法 (CVD) による義歯床用材料の表面改質について基礎的評価を行うことである。

3. 研究の方法

義歯床用加熱重合レジンにて作製した試験片に対し、CVD によるコーティング処理を施し、表面の改質による撥水効果と耐汚染効果を評価する。また、コーティングの最適条件を検討するとともに義歯床用レジンの物性への影響も検討する。コントロールは、コーティングを行わず、通常の研磨まで行った義歯床レジンによる試験片とする。

(1) 試料の作製と CVD によるコーティング

義歯床用加熱重合レジン (PMMA) (アクリロン (GC)) を用い、メーカー指示に従い重合した。試料は、直径 20 mm、厚さ 1 mm の円板状になるよう #1000 の耐水ペーパーを用いて仕上げた。作製した PMMA 試料に対し、CVD による diXC (KISCO) のコーティング処理を施した。

(2) 表面性状の評価

コーティング前後の円板状試料について、接触角測定器(VCA Optima-XE, AST Products, USA) を用いて接触角の測定を行った。n=3 とし、それぞれの平均値を比較した。

(3) カンジダ菌付着性試験

材料

・CVD 処理試験片(新規コーティング処理試験片, 両面処理 (n=6))

・未処理試験片(対照)1 種 (n=6)

これら試験品の両面にパルスドキシノンランプ(コメット, BHX-200)を 5 秒間照射して試験に用いた。

試験菌と試験菌液の調製方法

凍結保存された菌株をポテトデキストロス寒天培地(日水製薬, 以下 PDA)で $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、3 日間培養した。この培養菌を 50 mM Glucose 加 Yeast Nitrogen Base(Difco, 以下、Glucose 加 YNB)で $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 、24 時間培養した。培養菌液を濾過後 3,000 rpm(1,400 × g)・10 分間遠心処理し、沈渣を Glucose 加 YNB で懸濁して約 107 CFU/mL に調製し、試験菌液として試験に供した

バイオフィーム形成試料の作成

平底 6 ウェルプレート内に試験片を置き、1 % 牛血清アルブミン(BSA) 3 mL をウェル内に加え、 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 、2 時間暗所下で静置した。その後ウェル内から BSA を除去し、試験片評価面上に試験菌液 0.08 mL を接種し、 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 、90 分間培養した。さらに Glucose 加 YNB 12 mL をウェル内に加え、 $37 \pm 1^\circ\text{C}$ 、48 時間培養した。培養後、左右に往復 5 回(幅 1~2 cm)スライドさせ、試験片上部のバイオフィーム付着状況を確認後、ウェル内の培養液を取り除いた。試験片に付着した培地に含まれる浮遊菌を洗うために、新たに滅菌水 10 mL を入れた平底 6 ウェルプレートを準備した。この滅菌水 10 mL 入りのウェルに試験片を入れ、滅菌水を取り除き、さらに新たな滅菌水を加えてこの操作を 2 回繰り返して、バイオフィーム形成試料とした。

バイオフィーム形成試料の回収

バイオフィーム形成試料を PBS 10 mL が入った遠心管に回収した。試験管攪拌機で 1 分間処理し、菌数測定用試料液とした。菌数測定用試料液を原液として、PBS で 10 倍段階希釈液を作製し、試料液および希釈液の各 1 mL をシャーレに移し、PDA 20 mL と混合後、固化させて $37 \pm 1^\circ\text{C}$ で 48 時間培養した。培養後、培地上に発育した集落を数えて、試験片あたりの生菌数を求めた(検出限界値 10 CFU/試験品)

4. 研究成果

(1) 義歯床用レジンに CVD 処理は可能であり、コーティング膜厚は 5 μm であった。本

処理を施した試験片は、未処理群と比較し肉眼観察による変色等の変化は見られなかった(図 1)。



図 1 左: 未処理, 右: CVD 処理

(2) 接触角の平均値は、コーティング前の試料で 69.4, コーティング後の試料で 88.5 となり、CVD 処理を施したものは未処理のものに比べ接触角が約 28 パーセント増加した。

(3) カンジダ菌付着試験の結果を図 2 に示す。表中には対照の菌数平均値を 100 % として、CVD 処理試験片の菌数平均値から求めた生存率を示した。

生菌数平均値は CVD 処理試験片で、 4.6×10^6 CFU となり、未処理試験片(対照)での 9.1×10^6 CFU と比べ、生存率は 50.5 % であった。また、培養後のバイオフィーム形成状況を比較したところ、試験片を静置した状態では CVD 処理試験片は対照と比較してバイオフィーム形成性に差は認められないが、試験片をそれぞれ左右に往復 5 回スライドさせると、CVD 処理試験片では、試験片からバイオフィームが剥離した状況が観察された。

| 試験品名 | n数 | カンジダ菌数 (CFU/試験片) | 生存率(%) |
|-----------------------|----|-------------------|--------|
| 未処理試験片 (対照群) | n1 | 6.0×10^6 | / |
| | n2 | 1.0×10^7 | |
| | n3 | 1.0×10^7 | |
| | n4 | 6.8×10^6 | |
| | n5 | 9.5×10^6 | |
| | n6 | 1.2×10^7 | |
| | 平均 | 9.1×10^6 | |
| CVD 処理試験片 (コーティング処理群) | n1 | 6.0×10^6 | 50.5 |
| | n2 | 3.8×10^6 | |
| | n3 | 5.2×10^6 | |
| | n4 | 4.0×10^6 | |
| | n5 | 4.0×10^6 | |
| | n6 | 4.8×10^6 | |
| | 平均 | 4.6×10^6 | |

図 2 CVD 処理試験片によるカンジダ菌バイオフィーム形成の抑制効果試験結果

(4) まとめ

本コーティングは、義歯床独特の色調を損なうことなく処理可能であり、義歯床表面はより滑沢になり、疎水性が高くなることが示唆された。また、コーティング処理によって、義歯床表面に形成されたカンジダバイオフィームの質に大きな変化はないが、付着性は弱くなり、剥離しやすい特徴に変化したことが示唆された。

以上より、化学蒸着法(CVD)による義歯床用材料の表面改質は可能であることが示唆されたが、今後も十分な検討が必要である。

<引用文献>

[Felton D](#), [Cooper L](#), [Duqum I](#), [Minsley G](#), [Guckes A](#), [Haug S](#), [Meredith P](#), [Solie C](#), [Avery D](#), [Deal Chandler N](#); [American College of Prosthodontists](#). **Evidence-based guidelines for the care and maintenance of complete dentures: a publication of the American College of Prosthodontists. Journal of Prosthodontics 20 (2011) S1-S12.**

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 件)

〔学会発表〕(計 件)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 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 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

岩城 麻衣子 (IWAKI, Maiko)

東京医科歯科大学・歯学部附属病院・医員

研究者番号: 70544500

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号: