

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月11日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21791839

研究課題名（和文） Modified Wear Simulatorを用いた歯牙酸蝕症の研究

研究課題名（英文） In vitro tooth erosion analysis with using a modified wear simulator

研究代表者

高垣 智博（TAKAGAKI TOMOHIRO）

東京医科歯科大・医歯学総合研究科・助教

研究者番号：60516300

研究成果の概要（和文）：今回の一連の研究により、修復材料と対向したエナメル質の摩耗挙動の詳細が明らかとなり、Tooth Wear、特に歯牙酸蝕症に対する修復処置についての判断基準に対する新しい解決策となると期待される

研究成果の概要（英文）：The details of wear behavior of restorative materials and antagonistic enamel becomes clear, and become a new solution for the repair criteria for dental erosion, especially for the treatment of tooth wear.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1000000	300000	1300000
2010年度	700000	210000	910000
2011年度	700000	210000	910000
年度			
年度			
総計	2400000	720000	3120000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学、保存治療系歯学

キーワード：酸蝕・摩耗・ABRZ・機能性モノマー・耐酸性

1. 研究開始当初の背景

歯は自然治癒しない組織であり、一度発生したダメージは確実に残る。Tooth Wear は、成人のほとんどが罹患している一般的な疾患であり、そのうち約 7%は治療を必要とする病的な状態にある¹⁾。また近年では、ソフトドリンクなどの酸性食品による外因性の「酸蝕」が日本でも大きく注目を集めている。Lussi らの報告によると、26～30 歳で 35%、46～50 歳で 40%に歯の酸蝕が確認されている²⁾。Tooth Wear に関しては病因論も含めて依然として不明な点が多く、修復処置についての判断基準も明確にされていない。しかしながら、現在の超高齢化社会において、今後ますます増加し、国民の関心が高

まることが予想されていた。

現在臨床においてはコンポジットレジンを用いた修復処置によって Tooth Wear に対応するケースが多く見受けられるが、エナメル質と修復物は口腔内で絶え間なく機械的な摩耗、また科学的な摩耗（酸蝕）のリスクにさらされていることになる。Shabanian らは、歯の摩耗が低い pH 下では促進することを報告している³⁾ものの、現在までに行われてきた修復材料とエナメル質、もしくは修復材料同士の摩耗試験は、そのほとんどが水道水中（pH=7.0）で行われており⁴⁾、また対合歯に用いられてきた材料は常にエナメル質のみである。写真にもあるように近年の高齢者では、象牙質が露出したまま Tooth Wear

が進行することも多く、酸蝕の体系化のためにも、様々な pH 環境下で、エナメル質だけでなく象牙質の摩耗についても検討する必要がある。また、修復材料に関しても、耐摩耗性、対合歯の保護に優れるとされるサブミクロンフィラーを用いた高密度ハイブリッドコンポジットレジンなどが臼歯部修復に広く用いられている。旧来小さなフィラー粒子は、喪失しても粒子の抜けた後の空隙が小さいので、コンポジットレジンの耐摩耗性は向上し、また対合歯の摩耗量も減少するとされてきた。しかし現在ではナノサイズのフィラーや、球状のサブミクロンフィラーなど従来とは異なるコンセプトのフィラーを用いたコンポジットレジンが登場してきている。フィラーサイズだけでなく、その形状や性質も注目されるようになってきているが、未だに十分な検討がなされていない。摩耗挙動が天然歯と一致する、理想的な歯冠色修復材料の登場が、臨床の現場からも強く望まれている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、in vitro ではこれまで別々の研究の枠で捉えられてきた、酸による歯牙の浸食と、力学的な咬耗とについて、Modified Wear Simulator を用いることで、「酸蝕」、「咬耗」を同時に検討し、Tooth Wear をより in vivo に近い状態で研究することである。それにより、Tooth Wear により失われた歯牙実質欠損の修復法、進行の防止および予防処置への対応の向上を目指し、治療から予防まで含めた体系化に大きく寄与するものである。

3. 研究の方法

修復材料の耐摩耗性試験

上部試料は直径 5 mm の半球状の凹型の石英モールド (イシカワテクノ社製) にそれぞれ 4 種類のコンポジットレジン、Estelite Σ (ES, トクヤマデンタル)、Estelite Σ Quick (EQ, トクヤマデンタル)、Clearfil® Majesty® (CM, クラレメディカル)、Filtek™ Supreme (FS, 3M ESPE) を充填し、砲弾型 SUS 製スタイラスを垂直に押し付け作製した。その後、光照射器 (Optilux501, Kerr) を用いて垂直方向より 30 秒、水平方向より 10 秒×4 光照射後、37°C 水中に 24 時間保管し、上部試料とした。下部試料は内径 22 mm のアクリルチューブ中央に即重レジンを用いて、ヒト抜去小白歯を頰側エナメル質中央に露出するよう包埋した後、耐水研磨紙を用いて 1500 番まで研磨し、エナメル質平坦面を露出して下部試料とした。衝突摩耗試験機

(K655-05, 東京技研、図 1) を用い、37°C 水中において荷重 0.58 MPa、距離 1 mm より衝突 1 回、スライド 1 回、ストローク幅 1 mm、50000 サイクルで試験を行った。

レーザー顕微鏡 (1 LM15, レーザーテック)

を用いて上部サンプル摩耗痕断面の直径を 2 点平均で読み取り、コンポジットレジン体積損失量 (mm³) を算出した。下部サンプルでは、表面粗さ計 (サーフコム 570A, 東京精密) を用いて、摩耗痕の深さを測定し、平均値をエナメル質摩耗深さ (μ m) とした。試料数は各群 5 とし、得られた結果は Bonferroni 補正した t-検定を用いて有意水準 5% にて統計処理を行った。



図 1 衝突摩耗試験機

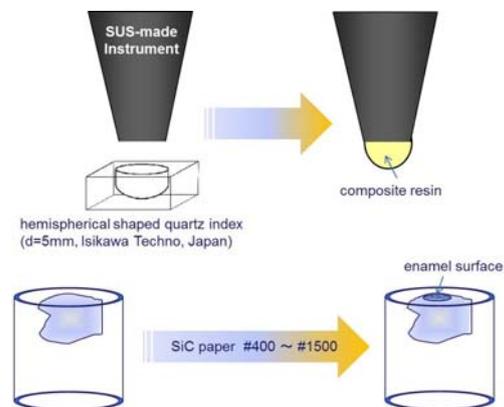


図 2 耐摩耗性試験試料作成模式図

4. 研究成果

人歯エナメル質摩耗量において、各群差はみられなかったものの、CR 摩耗量においては FS 群が ES 群、EQ 群に比較して有意に摩耗量が少なかった。またレーザー顕微鏡像においても FS 群は大きなクレーター上の欠損は見られず、比較的均等な研磨面を示した。FS に含まれるフィラーの平均径は 5 nm~75 nm と他群と比較して小さく、この性質が摩耗量を減少させたと思われる。

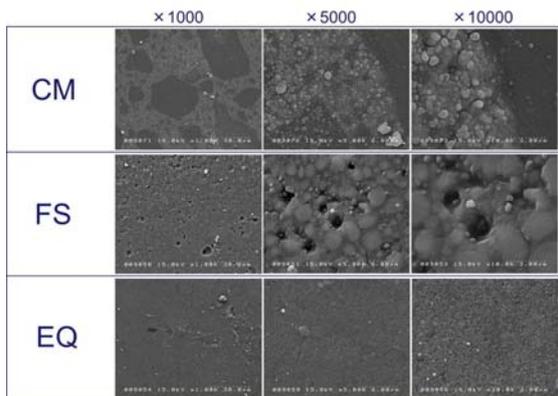


図3 各種修復材料の摩耗後の表面SEM像

これまで数多くの研究者によってなされてきたコンポジットレジン¹の物性向上に関する研究、特に *in vitro* の摩耗加速試験は、現在の保存修復学領域におけるコンポジットレジン修復の耐摩耗性において、確固たる基礎を築いてきた。しかしながら、その酸性環境下での評価、ならびに象牙質²に対する評価は未だに十分に検討されているとは言えない。本研究と類似の研究は未だ無く、Tooth Wear、特に歯牙酸蝕症³に対する修復処置についての判断基準に対する新しい解決策となると期待される。また、口腔内に近い環境で、摩耗挙動が天然歯に近い材料を開発することで、今後の Tooth Wear に対する修復処置をより確実なものにすることができる。現在歯科界で急務とされている Tooth Wear に対する治療の方向性を示す上で、摩耗による物理的な浸食と、酸による科学的な浸食を *in vitro* で融合させた今回の取り組みは大いに意義のあるものと思われる。

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6件)

1. Nurrohman H, Nikaido T, Sadr A, Takagaki T, Kitayama S, Ikeda M, Waidyasekera K, Tagami J. Long-term regional bond strength of three MMA-based adhesive resins in simulated vertical root fracture. *Dent Mater J.* 2011;30(5):655-63. Epub 2011 Sep 23.

2. Nikaido T, Ichikawa C, Li N, Takagaki T, Sadr A, Yoshida Y, Suzuki K, Tagami J. Effect of functional monomers in all-in-one adhesive systems on formation

of enamel/dentin acid-base resistant zone. *Dent Mater J.* 2011;30(5):576-82. Epub 2011 Sep 23.

3. Li N, Takagaki T, Sadr A, Waidyasekera K, Ikeda M, Chen J, Nikaido T, Tagami J. Effect of curing modes of dual-curing core systems on microtensile bond strength to dentin and formation of an acid-base resistant zone. *J Adhes Dent.* 2011 Dec;13(6):527-35.

4. Kondo Y, Takagaki T, Okuda M, Ikeda M, Kadoma Y, Yamauchi J, Okada K, Sadr A, Nikaido T, Tagami J. Effect of PMMA filler particles addition on the physical properties of resin composite. *Dent Mater J.* 2010 Oct 14;29(5):596-601. Epub 2010 Sep 7.

5. Li N, Nikaido T, Takagaki T, Sadr A, Makishi P, Chen J, Tagami J. The role of functional monomers in bonding to enamel: acid-base resistant zone and bonding performance. *J Dent.* 2010 Sep;38(9):722-30. Epub 2010 Jun 12.

8: Iida Y, Nikaido T, Kitayama S, Takagaki T, Inoue G, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Evaluation of dentin bonding performance and acid-base resistance of the interface of two-step self-etching adhesive systems. *Dent Mater J.* 2009 Jul;28(4):493-500.

[学会発表] (計7件)

1. Nurrohman H, Takagaki T, Waidyasekera K, Nikaido T, Tagami J. Interfacial ultramorphology between MMA-based adhesive and dentin after acid-base challenge. 88th IADR General Session, Barcelona, Spain, Oral presentation, July 14-17, 2010.

2. Nikaido T, Ichikawa C, Li N, Takagaki T, Yoshida Y, Suzuki K, Tagami J. Effect of functional monomers on ultrastructure of acid-base resistant zone. 88th IADR General Session, Barcelona, Spain, Oral presentation, July 14-17, 2010.

3. Li N, Nikaido T, Takagaki T, Makishi P, Chen JH, Tagami J. 10-MDP contributes to formation of acid-base resistant zone on enamel. 88th IADR General Session, Barcelona, Spain, Oral presentation, July 14-17, 2010.

4. Takagaki T, Nikaido T, Nurrohman H, Li

N, Tagami J. The role of functional monomers in two-step self-etching bonding systems. 88th IADR General Session, Barcelona, Spain, Oral presentation, July 14-17, 2010.

5. ハミド・ヌロマン、二階堂徹、カンチャナ・ワイディアセケラ、高垣智博、池田正臣、田上順次. 垂直性歯根破折における3種MMA系レジンセメントの長期接着耐久性の評価. 第56回日本理化学会学術大会、岐阜、2010年10月9日、10日

6. 矢作智花、高垣智博、二階堂徹、池田正臣、田上順次. I級修復におけるフロアブルレジンによるライニングの効果. 日本歯科保存学会2010年度春季学術大会、熊本、2010年6月4、5日

7. 高垣智博、二階堂徹、池田正臣、鈴木司郎、田上順次. 各種コンポジットレジンの耐摩耗性ならびに対合摩耗量の評価. 日本歯科保存学会春季学術大会. 札幌、2009年6月12日

[その他]

ホームページ等

<http://www.tmd.ac.jp/grad/ope/research/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高垣 智博 (TAKAGAKI TOMOHIRO)

研究者番号 : 60516300