

平成 30 年 6 月 21 日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11107

研究課題名(和文) OCTを用いたレジン修復の密封性及び歯面脱灰の評価

研究課題名(英文) OCT evaluation of marginal gaps and secondary caries around composite restorations

研究代表者

サダル アリレザ (SADR, Alireza)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師

研究者番号：20567755

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：修復物周囲の二次う蝕は、視診やレントゲン診査による初期の段階での評価が困難である。光干渉断層計(OCT)は、組織や修復物の断層画像をリアルタイムで観察することができました。本研究は、波長走査型OCT(SS-OCT)を用い、コンポジットレジン修復のギャップ形成を録すること、ならびに接着システムの違いによるギャップ及び二次う蝕形成量を比較検討することを目的として行った。本研究では2D,3D、リアルタイムイメージング的手法の確立から、OCT最大の利点である非破壊的、即時的な組織内部観察という特徴を、総合的な視覚化及び定量解析にも応用できたという点で、非常に有意義な成果を得た。

研究成果の概要(英文)：Secondary caries around the composite dental restoration is difficult to evaluate at the early stages by visual inspection or X-ray examination. Optical coherence tomography (OCT) can observe tomographic images of tissues and restorations in real time. This project focused on variety of experiments to study gap and secondary caries formation in different dental adhesive systems using swept-source OCT (SS-OCT). In this project, we could establish 2D, 3D and real-time imaging and analytical methods of dental hard tissue and restorative materials for SS-OCT. Real-time observation of gap formation under polymerization shrinkage has resulted a new understanding of the mechanism of failures in dental treatment. The methodology greatly contributes to the development of new bulk-fill composite materials. Nondestructive and immediate cross-sectional observation are the biggest advantage of OCT resulting in meaningful results for this research project.

研究分野：医歯薬学

キーワード：保存修復学 コヒーレンストモグラフィー コンポジットレジン

1. 研究開始当初の背景

従来の歯牙硬組織の画像診断には、デンタル X 線が用いられてきたが、撮影に際して X 線の被曝を避けることができない。またコンポジットレジン修復のある歯の周囲にまたう蝕ができることを二次う蝕と言う。二次う蝕は、普通う蝕と同様、酸によって歯の表面の脱灰ことによって起こる。二次う蝕に受けるコンポジットレジン修復とエナメルまたは象牙質のギャップの影響が不明確である。修復物周囲の二次う蝕は、視診やレントゲン診査による初期の段階での評価が困難である。光干渉断層計 (OCT) は、組織や修復物の断層画像をリアルタイムで観察することができる。

2. 研究の目的

本研究は、波長走査型 OCT (SS-OCT) を用い、コンポジットレジン修復のギャップ形成を録すること、ならびに接着システムの違いによるギャップ及び二次う蝕形成量を比較検討することを目的として行った。またコンポジットレジン修復のギャップ形成をリアルタイムに動画記録すること、ならびに接着システムの違いによるギャップ形成量を比較検討することを目的として行った。

3. 研究の方法

(1)

本研究で以前に開発したソフトにてギャップ形成量を測定した。それに SS-OCT で歯の脱灰形及び二次う蝕の大きさを撮影または画像処理を行った。SS-OCT 画像において、酸を作用させたコンポジットレジン修復物周囲に輝度の変化がみられ、脱灰層の形成が観察できた。結果、2ステップセルフエッチング接着材を用いた試料でワンステップに比べてギャップの形成は少なかった。試料を酸で保管して、1週間後、2週間後、3週間後、4週間後と5週間後でエナメル質または象牙質の脱灰を SS-OCT で調べた。詰め物ギャップの基線長と脱灰層の大きさの相関が見られた。申請者が以前開発したソフトウェア imageJ により 2D 断層画像上の輝度変化部を抽出し、脱灰層および修復物周囲ギャップ形成量の定量化を行った。

(2)

OCT を用いて修復物および周囲歯質の三次元 (3D) データを得て、ソフトウェア Amira を用いて修復物周囲ギャップ形成量の 3D 定量解析の手法を新たに開発した。ギャップ形成のタイミングやパターンをリアルタイム観察し、後重合や残留応力による影響を即時的に記録することに成功した。

(3)

4mm 深さ窩洞の新自己硬化バルクフィルコンポジットレジンによる一括充填時の 3D ギャップ形成定量解析を行った。

4. 研究成果

(1)

SS-OCT を用いて二次う蝕のサイズを各時点で測った。エナメル質マージンで脱灰進みが象牙質マージンより遅かった。接着システムにおいて、コンポジットレジン修復のギャップ形成が進行が接着システムにおいて依存する。臨床的に二次う蝕の進行は pH の変動ような口腔内の要因に依存する (Fig. 1)。

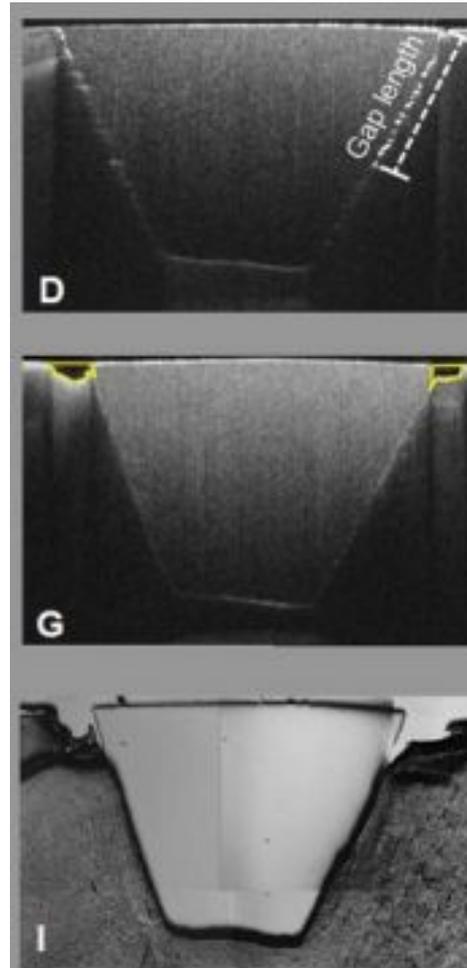


Fig. 1 SS-OCT でコンポジットレジン修復のギャップ (D) または二次う蝕 (G) のサイズを各時点で測った。結果をレーザー顕微鏡で確認した。

(2)

ギャップ形成のタイミングやパターンをリアルタイム観察し、後重合や残留応力による影響を即時的に記録することに成功した (Fig. 2)。2ステップ接着材では接着界面にギャップはみられず、充填方法による違いもみられなかった。しかしながら、1ステップ接着材では充填法によってギャップの生成に違いがみられ、積層充填を行うことによって良好な窩壁適合性が得られた。2ステップ接着材を用いた試料では、光重合までのリアルタイム観察においてギャップの形成はみられなかった。

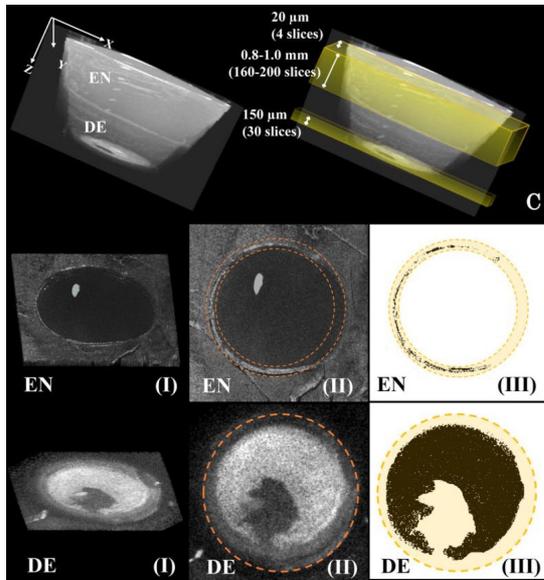
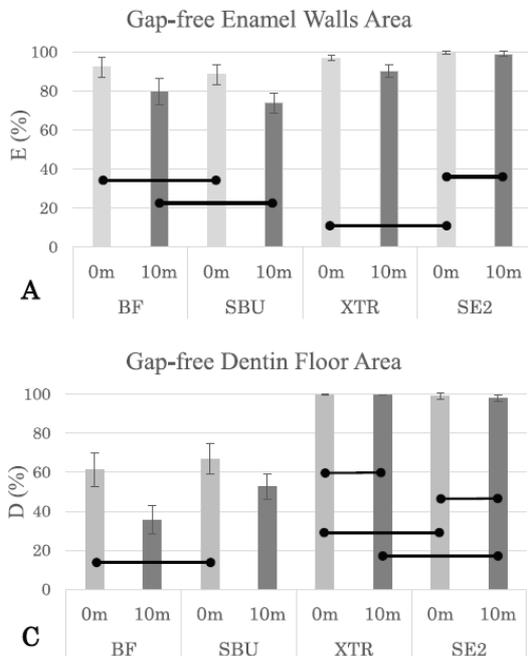


Fig. 2 SS-OCT でコンポジットレジン修復



のエナメル質 (EN) または象牙質 (DE) のギャップを 3D で測った。

(3)

4mm 深さ窩洞の新自己硬化バルクフィルコンポジットレジンによる一括充填時の 3D ギャップ形成定量解析を行った。光硬化バルク充填複合材は、様々な程度のギャップ形成および体積収縮を示した。自己硬化バルクフィルコンポジットレジンには、より高い体積収縮傾向にもかかわらず、最良のシール性能を示した。本研究の結果は、様々な重合系におけるギャップのメカニズムを理解するために不可欠であった (Fig. 3)。

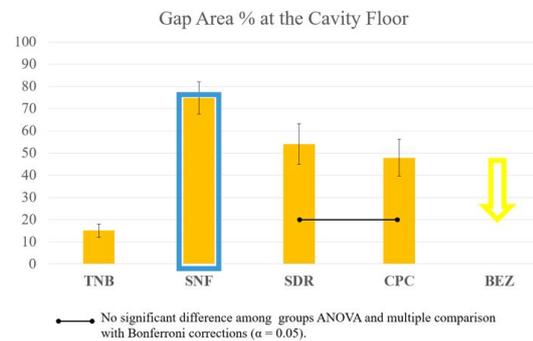
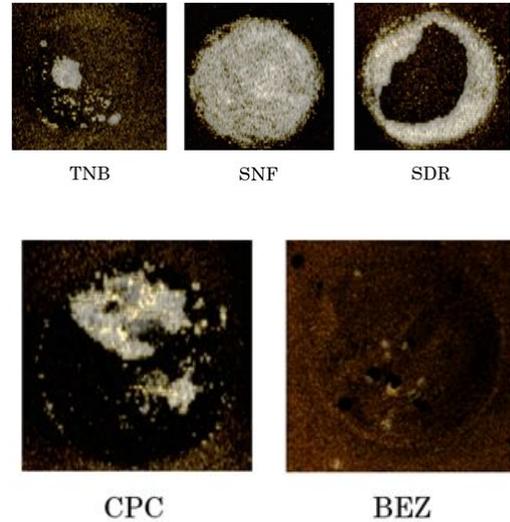


Fig. 3 SS-OCT 結果: 光硬化バルク充填複合材 (TNB, SNF, SDR, CPC); 自己硬化バルクフィルコンポジットレジン (BEZ)。

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 8 件)

Esfigares J, Hayashi J, Shimada Y, Tagami J, Sadr A. Enamel margins resealing by low-viscosity resin infiltration. Dent Mater J. (査読有) 2018 Mar 30;37(2):350-357. doi: 10.4012/dmj.2017-153.

Hayashi J, Shimada Y, Tagami J, Sumi Y, Sadr A. Real-Time Imaging of Gap Progress during and after Composite Polymerization. J Dent Res. (査読有) 2017 Aug;96(9):992-998. doi: 10.1177/0022034517709005.

Tabata T, Shimada Y, Sadr A, Tagami J, Sumi Y. Assessment of enamel cracks at adhesive cavosurface margin using three-dimensional swept-source optical coherence tomography. J Dent. (査読有) 2017 Jun;61:28-32. doi: 10.1016/j.jdent.2017.04.005.

Tezuka H, Shimada Y, Matin K, Ikeda M, Sadr A, Sumi Y, Tagami J. Assessment of

cervical demineralization induced by Streptococcus mutans using swept-source optical coherence tomography. J Med Imaging (Bellingham). (査読有) 2016 Jan;3(1):014504.

doi: 10.1117/1.JMI.3.1.014504.

Zhou Y, Shimada Y, Matin K, Sadr A, Sumi Y, Tagami J. Assessment of bacterial demineralization around composite restorations using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT). Dent Mater. (査読有) 2016 Sep;32(9):1177-88.

doi: 10.1016/j.dental.2016.06.022.

Han SH, Sadr A, Tagami J, Park SH. Internal adaptation of resin composites at two configurations: Influence of polymerization shrinkage and stress. Dent Mater. (査読有) 2016 Sep;32(9):1085-94.

doi: 10.1016/j.dental.2016.06.005.

Dao Luong MN, Shimada Y, Turkistani A, Tagami J, Sumi Y, Sadr A. Fractography of interface after microtensile bond strength test using swept-source optical coherence tomography. Dent Mater. (査読有) 2016 Jul;32(7):862-9.

doi: 10.1016/j.dental.2016.03.019.

Turkistani A, Nakashima S, Shimada Y, Tagami J, Sadr A. Microgaps and Demineralization Progress around Composite Restorations. J Dent Res. (査読有) 2015 Aug;94(8):1070-7.

doi: 10.1177/0022034515589713.

〔学会発表〕(計 5 件)

Sadr A, Hayashi J, Shimada Y, Tagami J. Effects of Fiber Reinforcement on Composite Adaptation in Deep Cavities. AADR/ADR Annual Meeting & Exhibition, San Francisco, CA, March 22-25, 2017.

Sadr A. Antibacterial and Bioactive Dental Restorative Materials: Do They Really Work? Symposium Speaker, 94th General Session & Exhibition of the IADR, Seoul, Korea. June 24, 2016.

Sadr A. Achieving best adhesion by current materials. Invited Speaker, Faculty of Dentistry at Piracicaba, University of Campinas, Sao Paulo, Brazil. June 10, 2016.

Sadr A. A non-invasive method to control the quality of composite restorations. Invited Speaker, University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil. June 8, 2016.

Sadr A, Sorensen J. Evaluation of CAD/CAM Restorations by Optical Coherence Tomography. AADR/CADR Annual Meeting & Exhibition, Los Angeles, CA, March 16-19, 2016.

〔その他〕

ホームページ

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

OCT 動画

<http://depts.washington.edu/b4t/jdr-appendix>

6. 研究組織

(1)研究代表者

サドル アリレザ (SADR, Alireza)

東京医科歯科・大学院医歯学総合研究科・
非常勤講師

研究者番号： 20567755

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

島田 康史 (SHIMADA, Yasushi)

岡山大学・医歯薬学総合研究科・准教授

研究者番号： 60282761