

機関番号：32667

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20791399

研究課題名（和文）齲蝕および根管治療へのウォータージェット技法の応用

研究課題名（英文） A study of application of water jet technique for conservative dental treatment.

研究代表者

小倉 陽子（OGURA YOKO）

日本歯科大学・生命歯学部・講師

研究者番号：20366769

研究成果の概要（和文）： 歯の保存治療においては、齲蝕歯質の除去や感染した根管内にあるガッタパーチャなどの根管充填材の除去が必要とされる。現在、保存治療の分野では Minimal Intervention に基づく処置が推奨されており、患歯の切削量を必要最小限にするためエアアブレイシブ法やレーザーの使用など、様々な方法が検討されている。

本研究では、齲蝕象牙質や根管充填材を選択的に削除する方法として、ウォータージェット技法の応用の可能性を検討した。これまでに人工齲蝕象牙質や劣化した根管充填材の硬さを測定し、さらに工業用の小型高圧ポンプを用いてウォータージェット噴射装置の試作を行った。本年度はそれらをもとに、齲蝕象牙質および劣化した根管充填材の除去の可能性について検討を行った。

研究成果の概要（英文）： In conservative tooth procedure, removing caries lesion or deteriorated gutta-percha in contaminated root canals are often required. Today, treatments involving minimal intervention are generally preferred. Various alternatives, including air-abrasive and laser technologies, are studied in order for the purpose of preserving normal dentine structure.

In this study, the possibility that the use of water-jet technology might be expanded to accomplish the selective removal of caries lesion and of root canal filling materials was examined. The hardness of artificial caries-like lesion and of gutta-percha deteriorated were measured. The trial machine of water-jet was made, and examined the efficacy of removal artificial caries-like lesion and of degenerated gutta-percha.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	500,000	150,000	650,000
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

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：①歯学 ②生体機能利用

1. 研究開始当初の背景

近年、齲蝕治療において Minimal Intervention の概念に基づく処置が推奨され

ている。接着歯学の分野では、修復材料の進化に伴い、従来の窩洞形態の追求にとらわれず歯質の切削量を最小限に留めた修復処置

が可能となってきた。しかし、健全歯質をより多く残存させることは、生活歯髄を健康に保つ上で極めて重要であるだけでなく、失活歯の再根管治療においても脆弱化した歯を長期的に保存するためには不可欠な要素である。

本実験の軸となる「ウォータージェット」とは主に鋳工業の分野で広く活用されており、加圧した水を小口径のノズルから噴射させるものである。噴射時の水圧を調節することにより硬さの異なった材料を選択的に加工できるため、土や岩石の掘削、微細な構造や中空構造をもつ各種機械等の洗浄、段ボールやプラスチックの型抜きなど、硬いものから柔らかいものの加工に広く用いられている。

この特徴を生かし、医学の分野では 20 年以上前から外科領域での研究応用がなされている。肝組織の切除に際し、組織の硬さの違い（密度差）を利用し、水圧の設定を至適圧に調整することで主要な血管を温存させながら病的組織を切除することが可能であるとされている。内視鏡下での手術においても有用性が高く、現在においても研究が進められている。

歯科においても同様にウォータージェット水流を応用した研究が古くから行われてきた。歯周病の治療・予防にはプラークコントロールが重要であるが、4mm 以上の深いポケットが形成された場合にはブラッシングによる清掃だけでは深部のプラークを除去することは困難とされている。そこで脈流ジェット水流によるポケット内の洗浄装置の開発がなされた。

またこれらは、矯正治療中の患者に対しブラケット周囲の清掃性の向上にも有効とされており、矯正分野においても古くから研究されてきた。歯面およびポケット内のプラーク除去に必要とされる水圧は、歯周組織を損傷する危険性がほとんどないため、患者自身が簡便に使用することができ、家庭用の口腔ケア器具として市販されている。

以上のように、ウォータージェットの特性は鋳工業の分野だけでなく、医療においても非常に有用性の高い技術であることから、より広い応用方法の検討は意義のあるものと考えられる。

2. 研究の目的

齶蝕罹患歯質の除去は、1%アシッドレットプロピレングリコール液などの齶蝕検知液に濃染される「齶蝕第一層」が指標とされる。その下の齶蝕第二層は、組織構造の変化が生じていても適切な処置により再石灰化が可能な層であるため、この第二層を温存させることは歯髄を保護するうえで重要な役割を

担う。

現在、齶蝕罹患歯質の除去を含む歯の切削には、エアータービンやラウンドバーなどの回転切削器具を用いて削除する方法が最も一般的であると考えられる。しかしこの方法は、罹患歯質を効率よく削除できる点において非常に優れているが、少なからず健全歯質の過剰な切削を伴う恐れがある。切削時に生じる圧や熱は、近接する歯髄に対して炎症を起こす一因となるほか、振動や切削音は患者に不快感を与える原因となり得る。また、齶蝕検知液の染色状態の判定は、色調の捉え方の違いから術者の感覚に頼るところが大きく、差が生じやすい。これらの点を改善するため、近年では健全象牙質に接触するとバーの刃部が摩滅するような素材でつくられたポリマーバーや、専用の溶液と削除器具を用いた Carisolv™、レーザー照射法、超音波法、エアアブレイシブ法など、齶蝕象牙質を選択的に除去する方法について種々の研究が行われ、日常臨床への応用が試みられている。

一方、失活歯の再根管治療では多くの場合、根管内の充填材を除去する処置から始まる。ガッタパーチャ材などの根管充填材は、ラブルグリーマー等の回転切削器具を用いた機械的除去や、溶解剤による化学的除去が行われている。これらの方法は、直視直達不可能な狭小な根管へと器具を進めるため、器具の方向性を誤ると根管壁の穿孔を招く恐れがある。また、溶解剤を用いた際には、軟化もしくは液状化したガッタパーチャ材を根尖孔から周囲組織へと漏出させないように注意が必要であるなど、偶発的な事故が生じないように気を必要があり、術者にとっても負担がかかる。

そこで本研究者は、齶蝕罹患歯質や再根管治療時の根管内容物の除去操作に、選択的加工性をもつウォータージェット技法の応用の可能性について検討するべく、本研究を企画した。

これまでにも齶蝕象牙質の除去を目的としてウォータージェットに研磨剤（アブレイシブ）を添加させたエアアブレイシブ法が検討されている。この方法は、研磨材を添加することで水の単独噴射より切削効率の向上が図られている。しかし、研磨材料の選択や口腔内での粉塵の飛散等については考慮する必要がある。

本研究は、齶蝕罹患歯質の除去のみでなく、根管内容物の除去の可能性も同時に検討するものである。そのため、切削効率の向上のための研磨材の使用は、根管内に使用した際の根尖歯周組織への影響が懸念されるため、水の単独噴射による研削を検討する点においてエアアブレイシブ法とは異なる。また、水の代わりに細菌などの有機質を溶解する溶液が使用できる可能性もあり、検討の幅が

広い。

3. 研究の方法

(1) 研削対象の硬さ測定

選択的除去に先立ち、研削対象物の硬さの測定を行った。

① 人工的齲蝕象牙質

齲蝕のないヒト抜去歯の歯冠部に縦2mm×横2mm×深さ2mmの窩洞を形成し、窩洞内に40%正リン酸ゲル（パナビア用エッチング剤）を含浸させたスポンジを静置し、便宜的に人工齲蝕象牙質を作成した。その後、歯冠部を中央付近で垂直的に分割して断面を露出させ、齲蝕表層部から健全象牙質までを硬度計（島津製作所、HMV）を用いて段階的にマイクロビッカース硬さの測定を行った。

② 根管充填材

ガッタパーチャを200℃に加熱し軟化させ、直径5mm×厚さ1mmのモールドに充填後、両面をガラス板にて圧接し、プレート状試料に成形した。その後、試料を卓上型促進耐侯性試験機（島津製作所、サンテスタXF-180）内に静置し、波長範囲300～400nm、最大放射照度82.8w/m²のキセノン光を照射し、便宜的に物性の劣化を促進させた。一定時間経過後に試料を取り出し、硬度計（島津製作所、HMV）を用いてキセノン光照射前および経時的な変化について比較した。

(2) ウォータージェット噴射装置の試作

株式会社キャピタル工業の協力のもと、工業用小型高圧ポンプを用いたウォータージェット噴射装置の試作を行った。

(3) 試作ウォータージェット噴射機による人工齲蝕象牙質および根管充填材の除去

エッチングゲルを用いて作成した人工齲蝕象牙質および紫外線照射したガッタパーチャに対し、ノズル径0.15mm、吐出量1.2l/min、噴射圧5MPa、10MPa、噴射距離1cm、2cm、噴射時間10秒の条件でウォータージェットの噴射を行った。噴射前後の表面性状をデジタルマイクロスコープで観察し、変化を調べた。

4. 研究成果

(1) 研削対象の硬さ

①人工齲蝕象牙質

人工齲蝕象牙質の表層部はHV5～20程度を示し、健全象牙質部ではHV60以上であった。人工齲蝕象牙質では、表層から深部へと移行するにつれて硬度が高くなることが確認された。

②根管充填材

キセノン光照射後のガッタパーチャの

硬さはHV0.45程度となり、加熱しプレート状に成形する前のものと比較すると、軟化する傾向がみられた。

(2) ウォータージェット噴射装置の試作

実験当初においては、各種分野で使用されている既存のウォータージェット装置の応用を検討したが、適切な装置の選択が不可能であったため、独自に試作機を設計・作製することとなった。その結果、株式会社キャピタル工業の協力のもと、工業用小型高圧ポンプを用いて以下の試作装置を作製した。

仕様（50Hz）

- ・ 最大噴射圧 10MPa
- ・ 吐出量 1.2l/min
- ・ 回転数 1450min⁻¹
- ・ ノズル径 0.15mm
- ・ フットペダル方式

(3) 試作ウォータージェット装置による人工齲蝕象牙質および根管充填材の除去

①表面性状の観察

ウォータージェットを噴射した結果、条件により差はあるものの、一定の条件において齲蝕象牙質の表面性状の変化が認められた。キセノン光照射後のガッタパーチャについても、表面性状の変化が認められた。しかし、その性状にはばらつきがあった。

② 今後の課題

- ・ 齲蝕象牙質と健全象牙質の境界部の明瞭化
- ・ ガッタパーチャの劣化促進方法の検討
- ・ 噴射圧の検討と表面性状の変化に影響を及ぼす因子について
- ・ ウォータージェット噴射による歯髄および歯周組織に及ぼす影響

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0件）

〔学会発表〕（計0件）

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小倉 陽子 (OGURA YOKO)

日本歯科大学・生命歯学部・講師

研究者番号：20366769